La Bioenergia en América Latina y El Caribe

El estado de arte en países seleccionados

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y AGRICULTURA

OFICINA REGIONAL PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – RLC

Santiago, 2013

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.

ISBN 978-92-5-307734-2 (edición impresa)
E-ISBN 978-92-5-307735-9 (PDF)

© FAO 2013

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, imprimir y descargar el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la FAO como la fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la FAO aprueba los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios.

Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a www.fao.org/contact-us/licence-request o a copyright@fao.org.
Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización (www.fao.org/publications) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a publications-sales@fao.org.

Diseño y diagramación
Pedro Díaz

Impresión
Alfabeta Artes Gráficas

Índice

PRÓLOGO vii
ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA BIOENERGIA EN ARGENTINA 1
1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS 3
1.1. Normativa argentina vinculada al cambio climático y ambiente 10
2. CADENAS PRODUCTIVAS 12
2.1. Biodiesel 12
2.2. Bioetanol 12
2.3. Impacto económico de los biocombustibles 13
2.4. Impacto en la producción granaria 18
2.5. Impactos sociales 20
2.6. Impactos ambientales vinculados a la generación de bioenergia 21
3. CONCLUSIÓN 22
4. BIBLIOGRAFÍA 23

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA BIOENERGIA EN BRASIL 25
1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS 27
1.1. Histórico de producción de biocombustibles 27
1.2. Matriz Energética Brasileña 33
2. Cadenas productivas 35
2.1 Etanol 35
2.1.1. Producción de Caña de Azúcar 36
2.1.2. Aspectos económicos 43
2.1.3. Aspectos Ambientales y sociales 53
2.1.4. Localización de la producción y posibilidad de expansión 62
2.2. Biodiesel 69
2.2.1. Participación y control social 70
2.2.2. Modelo de gestión: relaciones intersectoriales y federativas 71
2.2.3. Sello Combustible Social: concepto, histórico y empresas detentoras 71
2.2.4. Número de agricultores proveedores de materias primas para la producción de biodiesel 75
2.2.5. Valores adquisiciones de la agricultura familiar realizadas por empresas productoras de biodiesel 79
2.2.6. El ingreso promedio anual de los agricultores establecidos por PNPB 80
2.2.7. Participación de los agricultores en cooperativas - PNPB 80
2.2.8. La diversificación de las materias primas producidas por las explotaciones familiares 84
2.2.9. Proyecto Polos de Biodiesel SAF/MDA 87
3. CONCLUSIÓN 96
4. BIBLIOGRAFÍA 102

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA BIOENERGIA EN CHILE 105
1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS 107
1.1. Entorno Político para el Desarrollo de ERNC 111
1.2. Entorno Legal para el Desarrollo de ERNC 113
1.3 Entorno Económico para el Desarrollo de las ERNC 117
1.4. Entorno Cultural para el Desarrollo de las ERNC 119
2. CADENAS PRODUCTIVAS 121
2.1. Biodiesel 121
2.2. Bioetanol 128
2.3. Biogás 134
2.4. Biomasa (Leña) 136
3. CONCLUSIÓN 147
4. BIBLIOGRAFÍA 148

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA BIOENERGIA EN COLOMBIA 151
1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS 153
1.1. Marco Legal e Instrumentos de los biocombustibles 156
2. CADENAS PRODUCTIVAS 167
2.1. Etanol 168
2.2. Biodiesel 173
3. CONCLUSIÓN 178
4. BIBLIOGRAFÍA 178

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA BIOENERGIA EN COSTA RICA 181
1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS 183
1.1. Comportamiento del consumo de energía 183
1.2. Comportamiento de la oferta de energía 187
1.3. Política energética nacional 189
1.4. Descripción de fuentes de energía renovables 193
1.5. Aspectos legales de los biocombustibles 197
2. CADENAS PRODUCTIVAS 200
2.1. Etanol 201
2.2. Biodiésel 207
3. CONCLUSIÓN 218
4. BIBLIOGRAFÍA 218

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA BIOENERGIA EN ECUADOR 221
1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS 223
1.1. Marco legal 223
1.2. Matriz energética 226
1.2.1. Biocombustibles 226
1.2.2. Situación actual (referente a 2008 según información de la matriz energética) 227
1.2.3. Proyectos piloto 230

1.2.4. Prospectiva a mediano y largo plazo 236
1.2.5. Regulaciones actuales 241
2. CADENAS PRODUCTIVAS 243
2.1 Cadena de biodiesel 243
2.2. Cadena de etanol 259
2.3. Cadena de biogas 269
3. CONCLUSIÓN 272
4. BIBLIOGRAFÍA 274

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA BIOENERGIA EN MÉXICO 277
1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS 279
1.1. Política Gubernamental 281
1.2. Líneas de acción de apoyo a la promoción y uso de biocombustibles . 284
2. CADENAS PRODUCTIVAS 287
2.1. Biodiesel 288
2.2. Etanol 297
2.3. Biogas 301
3. CONCLUSIÓN 306
4. BIBLIOGRAFÍA 308

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA BIOENERGIA EN PARAGUAY 313
1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS 315
2. CADENAS PRODUCTIVAS 319
2.1. Etanol 320
2.2. Biodiesel 328
3. CONCLUSIÓN 338
4. BIBLIOGRAFÍA 339

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA BIOENERGIA EN PERÚ 341
1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS 343
1.1. Introducción de las energías renovables en la matriz energética 345
1.2. Marco legal 350
1.2.1. Para biocombustibles líquidos 350
1.2.2. Para energía eléctrica a partir de Biomasa 351
1.3. Institucionalidad 352
1.4. Marco tributario 354
1.5. Evaluación de infraestructura disponible para biocombustibles líquidos ... 354
2. CADENAS PRODUCTIVAS 356
2.1. Cadena de valor del biodiesel 356
2.1.1. Producción 357
2.1.2. Distribución 360
2.1.3. Consumidor final 360
2.1.4. Restricciones ambientales 361
2.2. Cadena de valor del alcohol carburante 362

2.2.1. Producción 362
2.2.2. Distribución 365
2.2.3. Consumidor final 366
2.2.4. Restricciones ambientales 366
2.3. Biocombustibles de segunda generación / biogás 366
2.3.1. Consideraciones generales 367
2.2. Subastas de energía eléctrica a partir de fuentes renovables 369
2.2.1. Resultados primera subasta 369
2.2.2. Resultados segunda subasta 370
2.3. Potencial de generación de energía para residuos agrarios 371
2.4. Otros cultivos 373
3. CONCLUSIÓN 374
4. BIBLIOGRAFÍA 375

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA BIOENERGIA EN URUGUAY 377
1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS 379
1.1. Marco legal 379
1.2 Política energética y planificación estratégica 382
1.3. Matriz energética del Uruguay 382
1.4 La estrategia nacional 386
2. CADENAS PRODUCTIVAS 388
2.1 Energía eléctrica a partir de biomasa 388
2.1.1. Leña 388
2.1.2. Residuos forestales 389
2.1.3. Residuos Agrícolas 393
2.1.4 Residuos Sólidos Urbanos 396
2.1.5. Impactos económicos 397
2.1.6. Impactos sociales 401
2.1.7. Impactos ambientales 404
2.2. Biodiesel 405
2.2.1 Actores 407
2.2.2 Materias Primas 409
2.2.3 Coproductos 410
2.2.4 Industria aceitera 411
2.2.5. Impactos económicos 411
2.2.6. Impactos sociales 417
2.2.7. Impactos ambientales 417
2.3. Etanol 420
2.3.1. Impactos económicos 422
2.3.2. Impactos sociales 423
2.3.3. Impactos ambientales 425
3. CONCLUSIÓN 427
4. BIBLIOGRAFÍA 431

PRÓLOGO

Varios países en América Latina y el Caribe están promoviendo y aplicando políticas para la producción de bioenegía, en especial biocombustibles debido a las necesidades y a la diversidad de materias primas con que cuenta la región. Si estas se desarrollan de forma ambiental, social y económicamente sostenible, representan una oportunidad estratégica para el desarrollo local y la diversificación de las matrices energéticas locales y nacionales.

Los biocombustibles se han convertido en interés de los gobiernos en el mundo, de los inversores privados, agricultores y del público en general, especialmente al presentarse como una oportunidad de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Utilizados de manera correcta, los biocombustibles pueden ser aliados en la lucha contra el hambre y el desarrollo económico de los países, aumentando de manera sostenible los bienes procedentes de la agricultura, reduciendo la pobreza rural y fomentando sistemas agrícolas integrados y eficientes.

La energía sostenible debe ser una prioridad para el desarrollo de América Latina y el Caribe. La Oficina Regional de la FAO ha venido incentivando políticas de reducir los riegos a la seguridad alimentaria y al medio ambiente que pueden ser generados por la producción de cultivos energéticos sin las precauciones necesarias.

Esta nueva publicación: “La Bioenergia en América Latina y el Caribe: El estado de Arte en Países Seleccionados”, presenta información actualizada sobre las experiencias en producción y uso de biocombustibles de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Paraguay, Perú y Uruguay.

El libro analiza un conjunto de marcos regulatorios para el desarrollo de biocombustibles en cada país y los avances y desafíos pendientes para la evolución del sector. Se puede ver una serie de precauciones en los países seleccionados, que incluyen, entre otras, la diversificación de la matriz energética, el desarrollo rural y el uso de áreas marginales o degradadas para evitar la competencia con la producción de alimentos.

Los países han implementado medidas de fomento de la bioenergia a través de políticas emergentes, innovadoras y direccionadas a promover la producción y uso de la bioenergía y los biocombustibles líquidos.

Esta publicación difunde las acciones e instrumentos creados por los países seleccionados para el desarrollo de la bioenergía, además de proveer una base de informaciones de calidad para consulta a nuevos emprendimientos e intercambio de experiencias entre los países de América Latina y el Caribe.

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA Bioenergia EN ARGENTINA

Autor: Miguel Almada

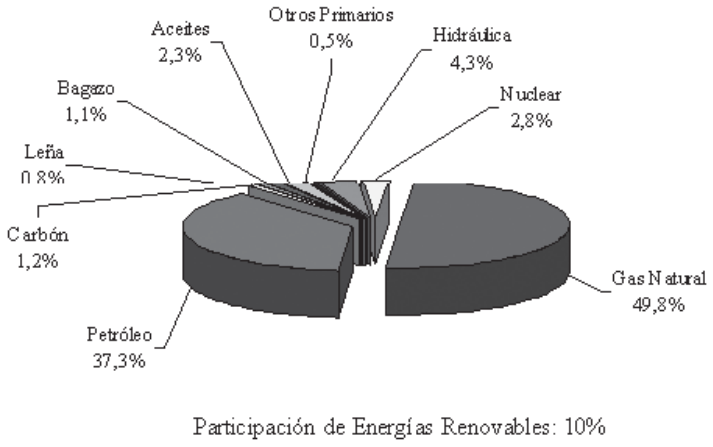
1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS

La matriz energética Argentina es fuertemente dependiente de hidrocarburos. De acuerdo a datos de la Secretaría de Energía, la participación de éstos representó en el año 2010 el 90% del consumo energético primario nacional, mostrando un alto grado de participación del gas y petróleo. A su vez, la participación de las energías renovables representó en ese mismo período el 10%, proveniente de fuentes hidráulica, leña, bagazo, carbón, aceites y otras primarias (Gráfico 1).

En la búsqueda de incorporar nuevas fuentes de energía en la matriz energética nacional, Argentina tuvo un primer impulso de desarrollo de los biocombustibles, específicamente el bioetanol (etanol anhidro), durante parte de las décadas de 1970 y 1980, momento en el que funcionó el Programa Alconafta, promoviendo la utilización de alcohol etílico anhidro como combustible.

A partir del año 2000 y luego de algunos intentos previos, resurge el interés por desarrollar la industria de la bioenergia en Argentina, tanto por parte del Estado Nacional como del sector privado. Ello queda plasmado en la sanción de la Ley 26.093 en abril de 2006, que establece el Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentable de los Biocombustibles por el término de 15 años. La

GRÁFICO 1:
Balance Energético Argentino del año 2010



Fuente: Secretaría de Energía

norma fue sancionada para promover la producción y uso de los biocombustibles (biodiesel, bioetanol y biogás) en el país, a partir del desarrollo regional mediante la participación del sector agropecuario y la pequeña y mediana empresa. Dicha Ley estableció que a partir del 2010, las naftas y el gasoil que se comercializan dentro del país deben contener un mínimo del 5% de bioetanol y de biodiesel. Para este último biocombustible se elevó en agosto de 2010 a 7% el corte obligatorio y a partir de junio de 2012 se estableció un aumento gradual del corte de 0,5% para llegar a fines de noviembre de 2012 a un corte del 10% en todo el gasoil consumido en el país. La Autoridad de Aplicación de la ley 26.903, es el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios -a través de la Secretaría de Energía- con las funciones de: promover la investigación, la producción sustentable y el uso de biocombustibles; establecer normas de calidad y los criterios para la aprobación de los proyectos elegibles para los beneficios establecidos en la ley; establecer los requisitos y condiciones necesarios para la habilitación de las plantas de producción y mezcla de biocombustibles; establecer los requisitos y criterios de selección para la presentación de los proyectos que tengan por objeto acogerse a los beneficios establecidos en la ley; y de administrar los subsidios que eventualmente otorgue el Honorable Congreso de la Nación. También crea la Comisión Nacional Asesora para la Promoción de la Producción y Uso Sustentables de los biocombustibles, cuya función es la de asistir y asesorar a la Autoridad de Aplicación.

Otra Ley de importancia que se sancionó en el año 2008 fue la 26.334, que establece el Régimen de promoción de la producción de bioetanol, autorizando a los ingenios azucareros a participar como oferentes de este biocombustible para el mercado interno. Esta Ley viene acompañada por las Resoluciones 1293/2008 que establece los Criterios de selección para proyectos que accederán a los beneficios impositivos y la Resolución 1295/2008, que dicta especificaciones de calidad del Bioetanol.

Un aspecto que permitió poder iniciar el uso de biocombustibles en el mercado interno, fue la sanción de un acuerdo de abastecimiento de biodiesel y de bioetanol para sus mezclas con combustibles fósiles en el Territorio Nacional. Dentro de este acuerdo, se estableció la metodología para determinar el valor en planta de elaboración del biodiesel y bioetanol que deben pagar las destilerías / refinerías / mezcladoras a las empresas productoras. Estas metodologías fueron definidas en las Resoluciones de la Secretaría de Energía: 7/2010 y 1294/2008.

Precio Biodiesel

Resolución SE 7/2010.

El cálculo del precio de biodiesel en planta de elaboración surge de la siguiente fórmula: $/tonelada de BIODIESEL a salida de planta = (Costo de una tonelada de Aceite de Soja en $ + Costo de Transacción de la compra de una tonelada de Aceite de Soja) * 1,06 + Costo de Transporte de una tonelada de Aceite de Soja en $ + Costo de una tonelada de Metanol en $ * 0,155 + Demás componentes del costo en $ * IPIM + Utilidad en $ por Tonelada de biodiesel (cuadro 1).

Precio Bioetanol

La Resolución SE 1294/2008 establece a metodología de cálculo del precio del bioetanol[1].

Actualmente el precio interno del bioetanol es el precio promedio ponderado del país en planta de la nafta súper sin plomo de más de noventa y dos (92) RON, a salida de Planta de Refinería, de 4,563 $/L para el mes de julio de 2012 (Cuadro 1).

En julio del año 2010, la Resolución 554 realiza una addenda al acuerdo de abastecimiento de biodiesel para su mezcla con combustibles fósiles modificando la Resolución 7/2010, subiendo el porcentaje de corte de biodiesel en gasoil del 5% al 7%. En el presente año la Resolución 56/2012, genera el nuevo acuerdo de abastecimiento de biodiesel para su mezcla con combustibles fósiles en el territorio nacional, donde se expone el nuevo listado de oferentes de biocombustibles para el corte obligatorio y eleva del 7% al 10% el corte de gasoil con biodiesel para fines de noviembre de 2012.

Cabe destacar también, la sanción en enero de 2007 de la Ley 26.190 que fomenta el uso de fuentes renovables de energía para la generación de energía eléctrica.

Recientemente, en agosto de 2012, se sancionaron una serie de medidas vinculadas al biodiesel,

1 El primer día hábil de cada mes la Secretaría de Energía establece el precio de bioetanol como el mayor de los dos precios que se detallan a continuación, menos el 3%, como valor de transferencia fijo a salida de planta para el bioetanol durante todo el mes: PRECIO 1: Determinado en base a fórmula de precio que considera costos más rentabilidad. Esta fórmula surge de un (1) proyecto tipo utilizado por la Secretaria de Energía y contempla la cantidad necesaria de cada componente del costo para producir un litro (1l) de bioetanol y la rentabilidad del mismo = ((litros de gas oil * precio promedio del litro de gas oil o del producto que lo sustituya en el futuro) + (horas hombre * valor de la hora hombre) + (metros cúbicos de gas natural * precio del gas natural) + (valor de los demás componentes del costo)) * (1 + factor de correlación). Se considera que son necesarios cero litros con ciento diez mililitros (0,110lt) de gas oil para producir un litro (1lt) de bioetanol. PRECIO 2: Precio promedio ponderado país en planta de la nafta súper sin plomo, de más de noventa y dos (92) RON, o del producto que a ésta la sustituya en el futuro, del último mes publicado por la Secretaria de Energía en su página web www.energia.gov.ar. El Precio 2 tendrá como tope el valor del Precio 1 con más un treinta y cinco por ciento (35%) de este último.

CUADRO 1:

Evolución del precio de Biodiesel y Bioetanol desde Enero de 2010 a la fecha

Mes	Precio del Biodiesel [$ / t]	Precio del Bioetanol [$ / L]	Precio del Biodiesel [U$S / t]	Precio del Bioetanol [U$S / L]	Tipo de cambio ($/U$S)*
Jul-12	5.196	4,563	1.147	1,007	4,53
Jun-12	5.241	4,520	1.172	1,011	4,47
May-12	5.473	4,336	1.238	0,981	4,42
Abr-12	5.259	4,215	1.201	0,962	4,38
Mar-12	5.163	4,153	1.186	0,954	4,35
Feb-12	4.994	4,030	1.152	0,929	4,34
Ene-12	5.019	3,957	1.166	0,919	4,31
Dic-11	5.047	3,946	1.178	0,921	4,28
Nov-11	4.975	3,929	1.174	0,927	4,24
Oct-11	5.217	3,920	1.241	0,932	4,20
Sep-11	5.241	3,864	1.246	0,919	4,21
Ago-11	5.152	3,819	1.243	0,921	4,15
Jul-11	5.069	3,335	1.233	0,811	4,11
Jun-11	4.963	3,280	1.214	0,802	4,09
May-11	4.953	3,114	1.214	0,763	4,08
Abr-11	4.927	3,123	1.215	0,770	4,05
Mar-11	5.085	3,112	1.261	0,772	4,03
Feb-11	5.037	3,010	1.256	0,751	4,01
Ene-11	4.812	2,957	1.211	0,744	3,97
Dic-10	4.268	2,956	1.071	0,742	3,99
Nov-10	3.922	2,961	991	0,748	3,96
Oct-10	3.769	2,968	951	0,749	3,96
Sep-10	3.532	2,953	895	0,748	3,95
Ago-10	3.532	2,958	897	0,751	3,94
Jul-10	3.358	2,870	854	0,730	3,93
Jun-10	3.404	2,798	866	0,712	3,93
May-10	3.431	2,700	883	0,695	3,89
Abr-10	3.425	2,660	883	0,686	3,88
Mar-10	3.389	2,648	878	0,686	3,86
Feb-10	3.276	2,580	853	0,672	3,84
Ene-10		2,546	-	0,670	3,80

*** Primer día de cada mes, fuente BCRA**

relacionadas con el Comercio Exterior y precio interno de este biocombustible. Estos son los Decretos 1.339/2012 y 1.719/2012.

Estos decretos elevaron el derecho de exportación del biodiesel al 32% y eliminaron la alícuota de Reintegro que era de 2,5%. Las mencionadas modificaciones determinaron una alícuota final efectiva de 24,24% sobre el precio FOB de exportación.

Los decretos considera que la aplicación de Derechos de Exportación constituye un instrumento esencial de la política económica nacional para una distribución más equitativa del ingreso, para hacer frente a las cambiantes condiciones de los mercados internacionales y para contribuir a un crecimiento sectorial balanceado, a fin de asemejar los niveles que actualmente se aplican a los demás subproductos del complejo oleaginoso, teniendo en cuenta los costos específicos de producción y manteniendo un diferencial, de modo tal que la alícuota efectiva para el biodiesel sea

menor a la de su principal insumo, favoreciendo así la agregación de valor en el país.

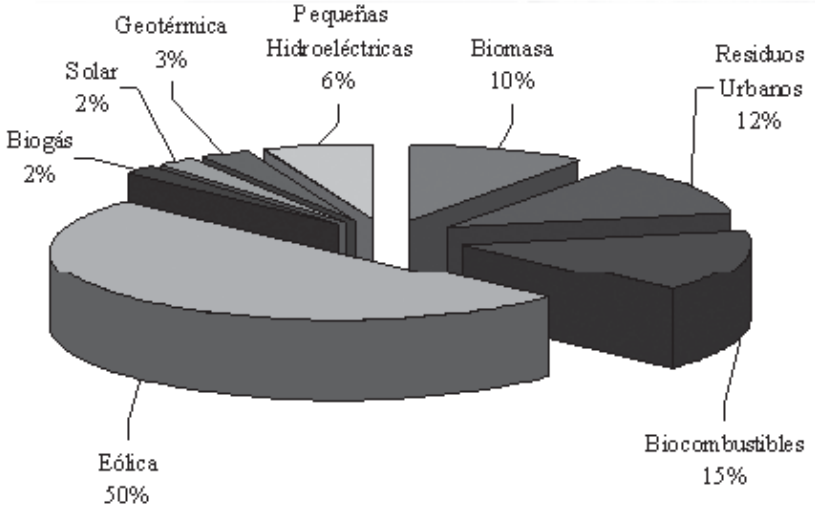
Asimismo el 7 de agosto se estableció la Resolución Conjunta 438/2012, 269/2012 y 1001/2012: del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, del Ministerio de Industria y del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, respectivamente emn la que se crea la ***"Unidad Ejecutiva Interdisciplinaria de Monitoreo"***.

Entre las facultades de la ***"Unidad Ejecutiva Interdisciplinaria de Monitoreo"***, se encuentra la de determinar el precio de referencia para el biodiesel que resulte de uso obligatorio en el mercado interno. Para ello, mediante el Acta Nº 2/2012, la mencionada Unidad, determinó el precio de referencia del biodiesel de uso obligatorio en el mercado interno de 4.405,30$/ton.

La ***"Unidad Ejecutiva Interdisciplinaria de Monitoreo",*** será la responsable de calcular con una periodicidad quincenal el precio de referencia del biodiesel (**PR**) y los Costos totales más retorno sobre el capital total empleado (**CRCTE**) que conforman la fórmula de cálculo, e informar a los organismos correspondientes la alícuota del Derecho de Exportación que queda así definida. Por otro lado, la Unidad, determinará el precio del biodiesel destinado al mercado interno debiendo resultar equivalente al precio de referencia (**PR**) deducido el monto del **Derecho de Exportación**.

GRÁFICO 2:

Argentina. Generación Eléctrica de 1000MW a partir de Fuentes Renovables (GENREN)



Fuente: Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

Programa de Generación Eléctrica a partir de fuentes renovables (GENREN)

Dentro del marco de la ley 26.190 se crea el programa GENREN, a través de la empresa estatal Energía Argentina Sociedad Anónima (ENARSA), para la generación eléctrica de 1.000MW a partir de fuentes renovables. Los 1.000MW se distribuyen de la siguiente manera: Eólica 500MW, Biocombustibles 150MW, Residuos Urbanos 120MW, Biomasa 100MW, Pequeñas Hidroeléctricas 60MW, Geotermia 30MW, Solar 20MW, Biogás 20MW (Gráfico 2).

A partir del lanzamiento del Programa GENREN y de acuerdo a lo informado por la Secretaría de Energía de la Nación, se recibieron ofertas por 1.436,5 MW, superando en más de un 40% los 1000 MW que se habían enviado a licitación. Fueron 22 las empresas que participaron de esta licitación, por un total de 51 proyectos de los cuales 27 correspondieron a energía eólica (1.182 MW), 7 a energía térmica con biocombustibles (155,4 MW), 7 a energía solar fotovoltaica (22,2 MW), 5 a pequeños aprovechamientos hidroeléctricos (10,6 MW), 3 a biomasa (52,3 MW) y 2 a biogás (14 MW).

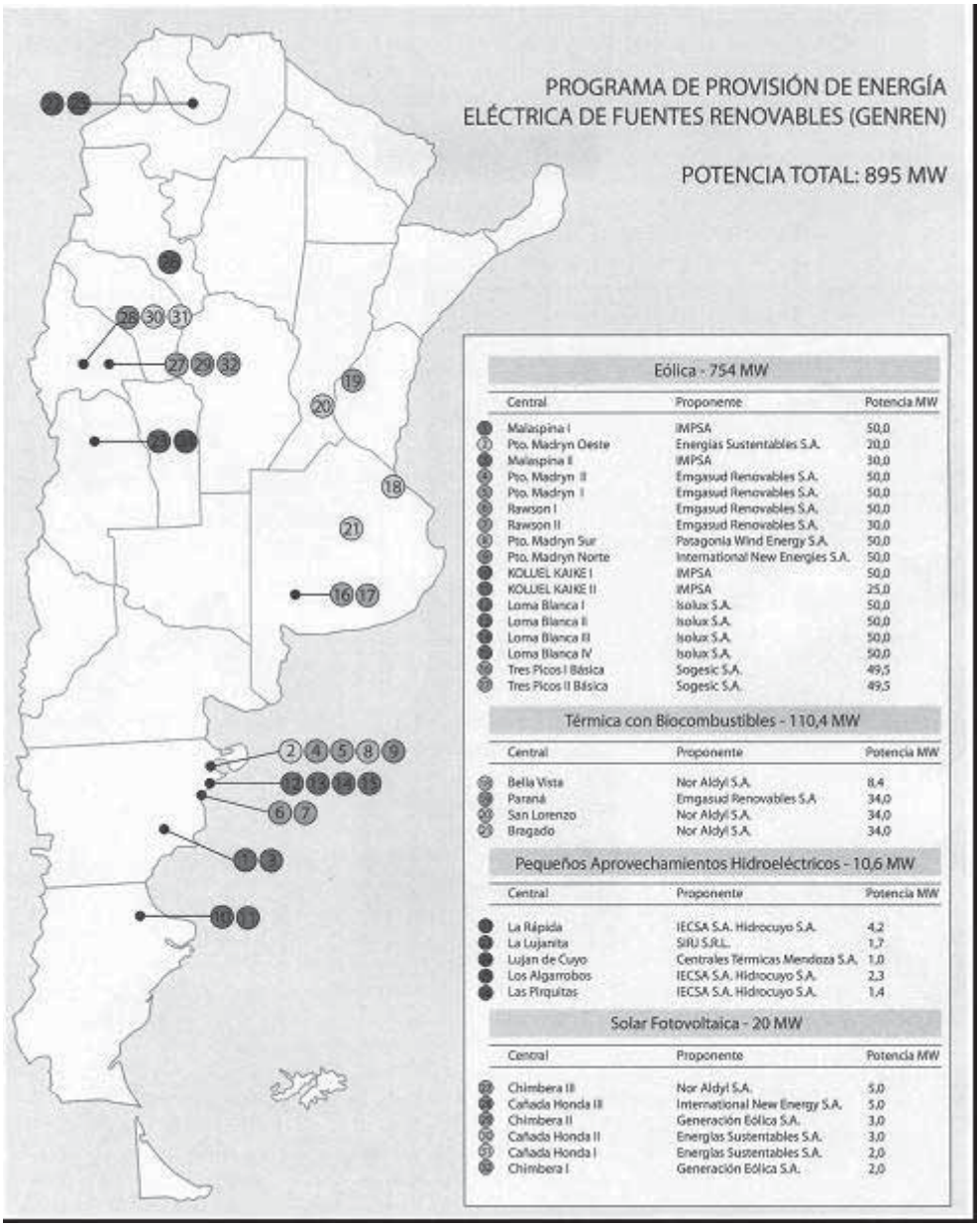
Las provincias en las que se generaron los proyectos fueron: Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Chubut, Corrientes, Entre Ríos, Jujuy, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan, Santa Cruz y Santa Fe.

A partir de la presentación de los proyectos, la Secretaría de Energía realizó los análisis técnicos, y a partir de ello realizó un orden de prioridad económica que ponderó el porcentaje de componente local de las propuestas, los precios ofertados y el tiempo de habilitación de las centrales. Como resultado final de esta primera licitación, se adjudicó un total de 895 MW de potencia distribuidos en: eólica 754 MW; térmica con biocombustibles 110,4 MW; pequeños aprovechamientos hidroeléctricos 10,6 MW; solar fotovoltaica 20 MW (Figura 1).

Para el desarrollo y complemento de esta iniciativa se lanzó una línea de financiamiento específica a través del Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE), que fomenta la realización de proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes renovables.

Cabe mencionar que recientemente fue creada la Subsecretaría de Agregado de Valor y Nuevas Tecnologías dentro del ámbito del MAGyP, bajo el Decreto Nº 168 de febrero de 2012. El objetivo de esta Subsecretaría, es realizar tareas tendientes a incorporar valor agregado a la producción primaria y apoyar el desarrollo de las nuevas tecnologías aplicadas al sector agropecuario, buscando generar mayor valor agregado a la producción nacional. Ella trabaja sobre cinco ejes temáticos: Agroalimentos y Agroindustria, Agroenergía, Financiamiento, Gestión Ambiental y Biotecnología. Aunando esfuerzos y criterios entre los diferentes ejes temáticos, se busca generar alternativas para el agregado de valor de las materias primas en su ori-

FIGURA 1:
Adjudicación de proyectos del Programa GENREN



Fuente: Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios – Secretaría de Energía.

gen, industrializando el medio rural y multiplicando las oportunidades para desarrollar emprendimientos productivos que permitan generar empleo genuino en todo el país. Para llevar adelante esta iniciativa, se está poniendo en marcha un sistema de asistencia integral a emprendedores, dirigido a fomentar la concreción de planes de negocio a fin de catalizar la creación de una agroindustria sustentable desde el punto de vista productivo, social, económico y ambiental.

1.1. Normativa argentina vinculada al cambio climático y ambiente

Entre las principales medidas reciente vinculadas al cambio climático se destaca la sanción de la Ley 26.331[2] que estableció los presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos para el enriquecimiento, restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sustentable de los bosques nativos. Cabe mencionar que por ser una ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental, es de cumplimiento obligatorio por parte de las provincias. Entre los principales objetivos de la presente Ley 26.331, en el artículo 3 inciso a), se promociona la conservación del ecosistema mediante el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos, y la regulación de la expansión de la frontera agropecuaria y de cualquier otro cambio de uso del suelo.

En líneas generales, la ley establece los siguientes aspectos:

- Todo desmonte o manejo sostenible de bosques nativos requiere autorización por parte de la Autoridad de Aplicación de la jurisdicción correspondiente.
- Tres categorías de conservación de los bosques nativos:

Categoría I (rojo): sectores de muy alto valor de conservación que no deben transformarse.

Categoría II (amarillo): sectores de mediano valor de conservación, que pueden estar degradados pero que a juicio de la autoridad de aplicación jurisdiccional con la implementación de actividades de restauración pueden tener un valor alto de conservación y que podrán ser sometidos a los siguientes usos: aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica.

Categoría III (verde): sectores de bajo valor de conservación que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad aunque bajo los criterios de la ley.

- No podrán autorizarse desmontes de bosques nativos clasificados en las Categorías I rojo y II amarillo.
- Se prohíbe la quema a cielo abierto de los residuos derivados de desmontes o aprovecha-

2 http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/136125/norma.htm

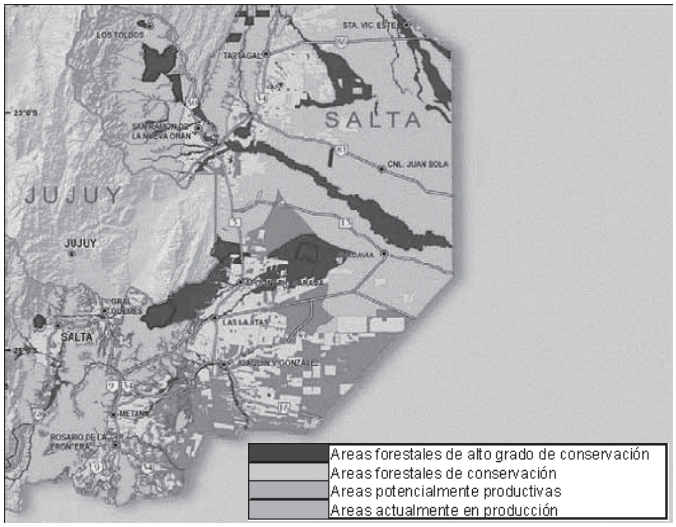
mientos sostenibles de bosques nativos.

- Los que soliciten autorización para realizar manejo sostenible de bosques nativos clasificados en las categorías II y III, deberán sujetar su actividad a un Plan de Manejo Sostenible de Bosques Nativos que debe cumplir las condiciones mínimas de persistencia, producción sostenida y mantenimiento de los servicios ambientales que dichos bosques nativos prestan a la sociedad.
- Para realizar desmontes de bosques nativos de la categoría III, deberán sujetar su actividad a un Plan de Aprovechamiento del Cambio de Uso del Suelo, el cual deberá contemplar condiciones mínimas de producción sostenida a corto, mediano y largo plazo y el uso de tecnologías disponibles que permitan el rendimiento eficiente de la actividad que se proponga desarrollar.
- Impulsar las medidas necesarias para garantizar que el aprovechamiento de los bosques nativos sea sostenible, considerando a las comunidades indígenas originarias que los habitan o dependan de ellos, procurando la minimización de los efectos ambientales negativos.

Varias provincias argentinas han empezado a adoptar políticas de zonificación de la tierra en virtud de las disposiciones de la Ley Forestal, clasificando áreas donde la expansión agrícola queda prohibida debido a aspectos ambientales y áreas donde la expansión agrícola es permitida. Como ejemplo de esto, la Figura 5 muestra lo realizado en la Provincia de Salta.

FIGURA 2:

Determinación de áreas de acuerdo a la Ley 26.331 en la Provincia de Salta



Fuente: Provincia de Salta.

2. CADENAS PRODUCTIVAS

La cadena de biocombustibles está determinada por la participación de muchos actores de diversos orígenes, destacándose entre ellos los que intervienen en el complejo oleaginoso, forestal, azucarero, ganadero, entre otros. También participan los eslabones de la cadena agroindustrial, del sector energético incluyendo a las energías renovables, sector automotor y de transporte, del sector público, y del sector financiero nacional e internacional.

2.1. Biodiesel

En Argentina el biodiesel procede en su totalidad del cultivo de soja. Las principales organizaciones que nuclean a las empresas de este sector oleaginoso son la Asociación de la Cadena de la Soja Argentina[3] (ACSOJA), Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa[4] (AAPRESID) y los Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola[5] (CREA).

En la siguiente etapa de la cadena, está la industrialización de la soja conformada por las empresas aceiteras agrupadas en la Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina[6] (CIARA). Cabe destacar que muchas de estas empresas de molienda poseen plantas de elaboración de biodiesel que vuelcan su producto al mercado interno y externo. Posteriormente, en la cadena, se sitúan los productores de biocombustibles agrupados en dos cámaras, la Cámara Argentina de Biocombustibles[7] (CARBIO) y la Cámara de Empresas Productoras de Energía y Biocombustibles (CEPEB). La primera nuclea a las grandes empresas productoras que representan el 85% de la capacidad instalada y la segunda Cámara está integrada por pequeñas y medianas empresas del sector.

La cadena de valor de biodiesel está liderada por los grandes productores integrados del complejo oleaginoso (soja – aceite – expeller – biodiesel), que cuentan con una industria capital intensiva y de alta tecnología, contando con una gran economía de escala. Es así, que estos productores resultan ser los actores económicos preponderantes en la cadena, con gran influencia en los eslabones primarios y en la distribución y la venta final del producto.

2.2. Bioetanol

En relación al bioetanol, la materia prima principal para su producción

3 http://www.acsoja.org.ar/

4 http://www.aapresid.org.ar/

5 http://www.redcrea.org.ar/aacrea/site/PortalInstitucional-internet/index.html

6 http://www.ciara.com.ar

7 http://www.carbio.com.ar

es la caña de azúcar, donde existe una integración entre la producción primaria y su elaboración. Los principales productores de bioetanol están agrupados en el Centro Azucarero Argentino[8]. Otro actor con gran potencial en la cadena, es la Asociación del Maíz y Sorgo Argentino[9] (MAIZAR), que congrega a los principales productores de maíz y sorgo del país. En este aspecto cabe aclarar, que recientemente la Autoridad de Aplicación de la Ley de Biocombustibles 26.093, viene aprobando proyectos para la obtención de bioetanol a partir de maíz y sorgo en el país, que aumentaría considerablemente el volumen disponible de este biocombustible para el mercado interno.

Para el bioetanol, el escenario actual de su cadena de valor es similar a la de biodiesel, que se verá modificada una vez que se incorporen otras materias primas diferentes a la caña de azúcar. Los ingenios azucareros, de integración vertical, son los que lideran la producción de bioetanol, ya que disponen de la materia prima en diferentes escalas y el acceso a financiamiento competitivo que les permite poder desarrollar las inversiones necesarias para ampliar su capacidad de producción. En contraste a la industria aceitera, los ingenios azucareros que producen bioetanol, son de capital mayoritariamente argentino y desde los inicios de sus actividades han volcado su producción casi exclusivamente al mercado local.

El siguiente eslabón de la cadena, lo conforman las empresas mezcladoras de biodiesel y bioetanol con los combustibles fósiles, gasoil y naftas respectivamente. Entre ellas, se destacan YPF, Esso, Shell y Petrobrás. Estas empresas están obligadas a comprar el biocombustible para la mezcla obligatoria con estándares de calidad establecidos por la Autoridad de Aplicación de la Ley.

Una de las características en común en ambas cadenas, biodiesel y bioetanol, es que tienen que vincularse con empresas petroleras de gran poder comercial y productivo, y es allí donde intervine el Estado estableciendo los precios que deben pagar las petroleras a los productores de biocombustibles, asegurándoles a éstas últimas un margen mínimo de rentabilidad de manera de compensar en alguna medida esta disparidad de negociación.

2.3. Impacto económico de los biocombustibles

La producción de granos en Argentina para la campaña 2010/2011 alcanzó las 100,8 millones de toneladas, siendo el récord histórico de producción (Gráfico 3).

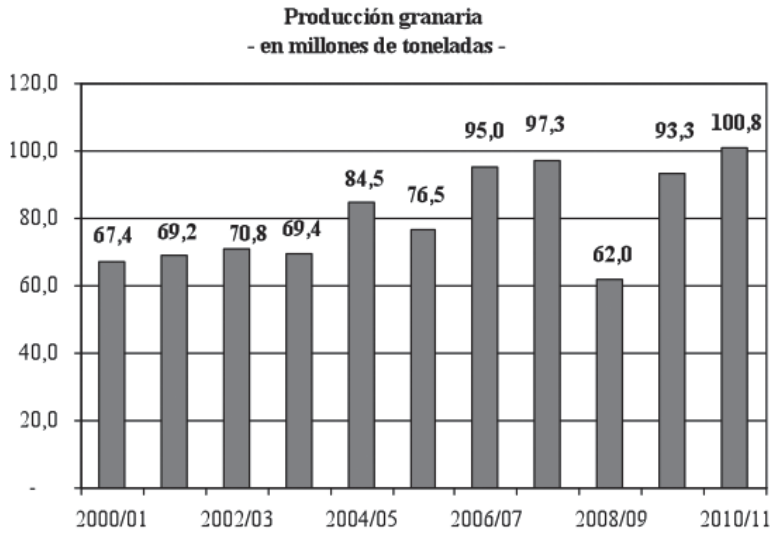
De éste valor, 49,0 millones de toneladas correspondieron a la producción de soja, 23,0 millones de toneladas a la producción de maíz y 16,0 millones de toneladas a la

8 http://www.centroazucarero.com.ar/

9 http://www.maizar.org.ar/

GRÁFICO 3:

Producción de granos en Argentina



Fuente: MAGyP – 2012

producción de trigo, representando estos tres cultivos el 87% de la producción granaria total (Cuadro 2).

CUADRO 2:

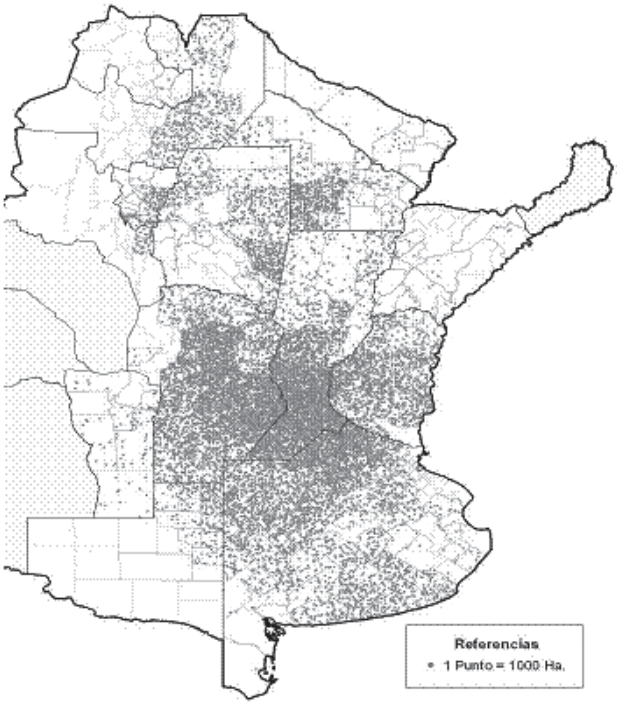
Producción de granos en Argentina –Campaña 2010/2011

Grano	Area Sembrada millones de hectáreas	Producción millones de toneladas	Participación %
SOJA	18,9	49,0	49%
MAIZ	4,6	23,0	23%
TRIGO	4,6	16,0	16%
SORGO	1,3	4,5	4%
GIRASOL	1,8	3,7	4%
OTROS	2,5	4,6	5%
TOTAL PAIS	33,7	100,8	100%

Fuente: MAGyP - 2012

En Argentina existen 56 plantas productoras de aceite vegetal localizadas en 8 provincias. La provincia de Santa Fe cuenta con más del 80% de la capacidad de molienda total, seguida por Buenos Aires y Córdoba. Es importante destacar que la mayoría de las plantas de molienda de granos se proveen de soja en un radio menor a los 300Km, lo que reduce sustancialmente los costos de flete. Esta particularidad genera, una importante ventaja competitiva, no sólo en la producción de aceite de soja, sino también en la producción de biodiesel de soja (Figura 3).

FIGURA 3:
Localización de la producción de soja en Argentina



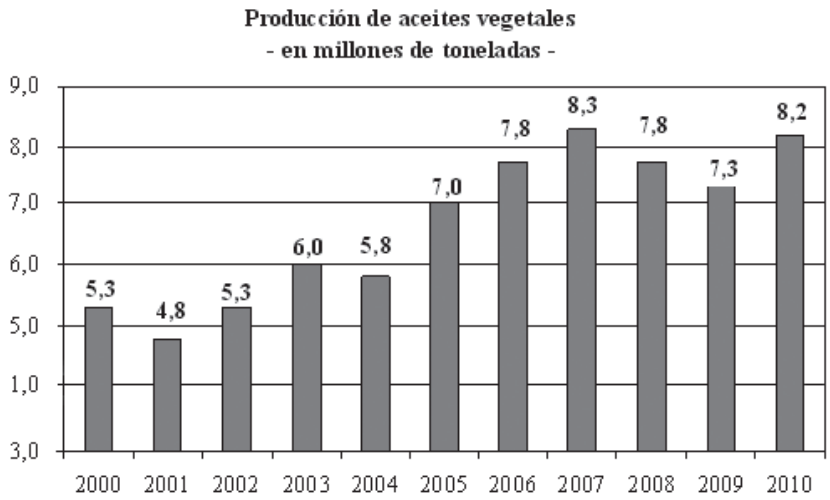
Fuente: MAGyP - 2011

En cuanto a la producción de aceites, ésta experimentó un fuerte aumento en la última década pasando de 5,3 millones de toneladas en el año 2000 a 8,2 millones de toneladas en el año 2010 (Gráfico 3). Este último valor se compone de una producción de aceite de soja de 7,0 millones de toneladas, 1,1 millones de toneladas de aceite de gi-

rasol y 0,1 millones de toneladas de otros aceites. Cabe mencionar que la capacidad de molienda actual de granos es de 160.000 toneladas/día, cantidad similar a la que posee los EEUU. Una de las principales características de la industria aceitera es su perfil estructuralmente exportador, destinando alrededor del 90% de su producción al mercado mundial.

GRÁFICO 3:

Producción de aceites vegetales en Argentina (2000 – 2010)



Fuente: MAGyP - 2012

En cuanto a la producción de biodiesel, en Argentina existen 30 plantas productoras habilitadas por la Secretaría de Energía, con una capacidad instalada de producción que llegaría a fines del año 2012 a aproximadamente 3,8 millones de toneladas por año. De estas empresas que proveerán al mercado interno, 14 se encuentran en la provincia de Santa Fe, 10 en la Provincia de Buenos Aires, 2 en la Provincia de San Luis, 1 en la Provincia de Santiago del Estero, 1 en la Provincia de Entre Ríos, 1 en la Provincia de Neuquén y 1 en La Pampa.

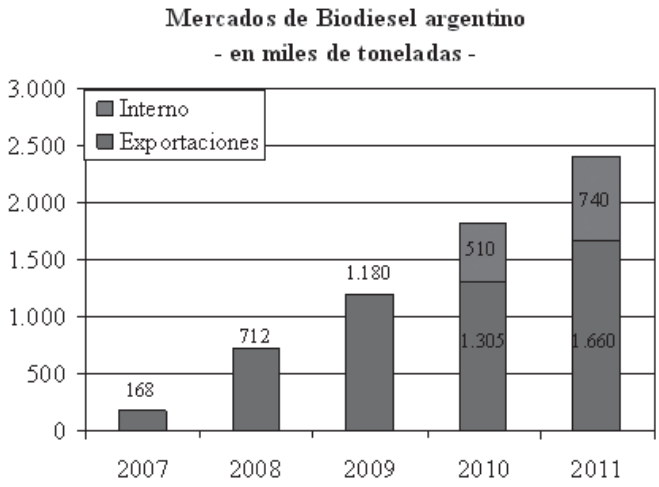
La mitad de estas plantas son de tecnología de punta y la totalidad de ellas cumplen con los estándares de calidad, seguridad y cuidado del ambiente.

Durante 2011 se produjeron 2,4 millones de toneladas de biodiesel, de las que 740.000 se destinaron al mercado interno para cubrir el corte obligatorio del 7%, y el remanente, 1,66 millones de toneladas,

se vendió al mercado externo por un monto de 2.000 millones de dólares. Esto ubicó a Argentina como el principal exportador de este biocombustible a nivel mundial en el año 2011, siendo su principal destino la UE (Gráfico 4).

GRÁFICO 4:

Producción de biodiesel (2007 – 2011)



Fuente: CARBIO y Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno (AABH)

En este aspecto cabe destacar, que se llevaron adelante conversaciones entre la Autoridad de Aplicación, la Asociación de Fabricantes de Motores (ADEFA), los productores de biocombustibles, refinerías, destilerías y mezcladoras, para consensuar el aumento a un 10% en el corte obligatorio. Esto representaría un volumen necesario de biodiesel de aproximadamente de 1 millón de toneladas para el año 2012 (Cuadro 3).

En relación a las exportaciones de biodiesel a Unión Europea (UE), se destaca que a partir del 21 de abril de 2012, entró en vigor la Orden Ministerial Española (OM) de asignación de biodiesel que frena la entrada en España de este biocombustible proveniente de Argentina y otros países extra UE. La OM establece un sistema para la "protección de la industria española frente a las importaciones desleales de terceros países". Esta disposición, de acuerdo a lo manifestado por el gobierno español, tendría como finalidad evitar importaciones "desleales" de terceros países, que en el caso de Argentina, se debería a la existencia de derechos diferenciales de exportación, medida que se encuentra cubierta por las prác-

CUADRO 3:
Proyección de la producción de biodiesel para el mercado interno y externo

Biodiesel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Consumo Gasoil (miles de ton) (1)	12.155	12.580	13.021	13.476	13.948	14.436	14.942	15.465	16.006	16.566
Mercado Interno (miles de ton) (2)	740	944	1.302	1.348	1.395	1.444	1.494	1.546	1.601	1.657
Capacidad Instalada (miles de ton) (3)	3.200	3.800	3.990	4.190	4.399	4.619	4.850	5.092	5.347	5.614
Exportación (miles de ton) (4)	1.660	1.776	1.901	2.034	2.176	2.328	2.491	2.666	2.852	3.052
Total Producción miles de toneladas	2.400	2.720	3.203	3.381	3.571	3.772	3.985	4.212	4.453	4.708
Participación de biodiesel en gasoil	6%	8%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%

(1) El incremento anual en el consumo de gasoil se estimó en un 3,5% para todo el período.
(2) Para el cálculo se consideró un corte del 7% para el 2011 y del 10% para el período 2012 - 2020.
(3) Para el cálculo se consideró una tasa de crecimiento del 5% para el 2013/2020.
(4) Para el cálculo se consideró un crecimiento de las exportaciones del 7% anual.

Fuente: MAGyP - 2012

ticas autorizadas por la OMC y en donde existe jurisprudencia respaldatoria.

La aprobación de este proyecto, significa que el biodiesel que Argentina venía exportando a España no es elegible para ingresar en ese mercado. Esto implica un importante perjuicio para la industria nacional de biodiesel dado que el mercado español es el principal destino de las exportaciones argentinas de este biocombustible.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), Argentina exportó vía España 880 mil toneladas (1.100 millones de dólares) durante el 2011, sin embargo se estima que sólo 600 mil toneladas (50%, 650 millones de dólares) se consumieron en el mercado español. El resto se habría enviado a otros destinos dentro de la UE.

2.4. Impacto en la producción granaria

Biodiesel

Como se mencionó anteriormente, con la implementación del 7% al 10% de uso obligatorio, la producción de biodiesel necesaria para el año 2012 sería de 944.000 toneladas. De acuerdo a este volumen, se deberán utilizar 970.000 toneladas de aceite vegetal considerando una merma en todo el proceso productivo del 3%. Esto significa que deberá destinarse alrededor del 12% de la producción total de aceites vegetales del año 2010

para cubrir el mercado interno. Si a esto se le agregan las estimaciones de exportación, este porcentaje alcanzaría el 33%.

Bioetanol

En cuanto a la producción de bioetanol, existen 9 plantas productoras de este biocombustible las que se distribuyen de la siguiente manera: 5 en la provincia de Tucumán, 2 en Salta y 2 en Jujuy. Durante el año 2011 la producción alcanzó las 137.000 toneladas, lo que representó un volumen menor en un 50% a lo establecido por la ley de corte. Sin embargo, se estima que a principios del año 2013 se podría cubrir la totalidad del 5% de corte con las naftas a medida que se realicen las inversiones programadas y anunciadas para aumentar la capacidad de producción de los ingenios, y la puesta en marcha de proyectos con otras materias primas. Para poder lograr el corte del 5%, se deberán producir 241.000 toneladas de Bioetanol (Cuadro 4 y Gráfico 5).

CUADRO 4:

Proyección de la producción de bioetanol para el mercado interno

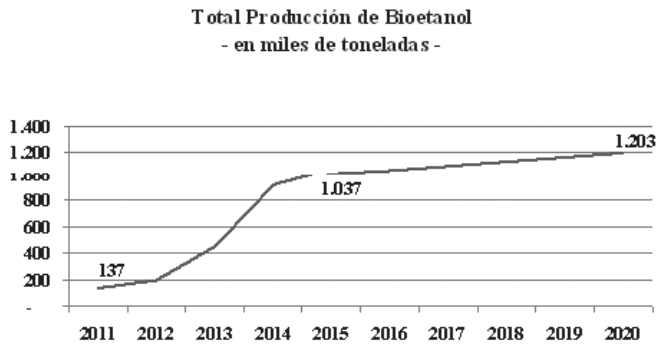
Bioetanol	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Consumo de naftas (miles de ton) (1)	4.466	4.828	4.896	5.304	5.440	5.766	6.112	6.479	6.868	7.280
Consumo de naftas (miles de m3) (1)	6.567	7.100	7.200	7.800	8.000	8.480	8.989	9.528	10.100	10.706
Mercado Interno (miles de ton)	137	193	452	920	1.037	1.069	1.101	1.134	1.168	1.203
Total Producción miles de toneladas	137	193	452	920	1.037	1.069	1.101	1.134	1.168	1.203
Participación de bioetanol en naftas	3%	4%	9%	17%	19%	19%	18%	17%	17%	17%

(1) El incremento anual en el consumo de naftas se estimó en un 8% para el año 2012 y 2014, 1% para el año 2013, 3% para el 2015 y 6% para el resto del período. Densidad de las naftas **0,68g/cm3.**

Fuente: MAGyP - 2012

GRÁFICO 5:

Producción Bioetanol



Fuente: MAGyP - 2012

De manera de cuantificar el impacto que tendría la producción de bioetanol para el corte obligatorio, asumiendo que se produce la totalidad a partir de maíz / sorgo, deberían destinarse aproximadamente 3,0 millones de toneladas (12% de la producción actual) para producir 1,2 millones de toneladas en el año 2020, representando un bajo impacto en la producción total de estos cereales. Actualmente la producción de bioetanol es a partir principalmente de caña de azúcar.

2.5. Impactos sociales

El espíritu primario de la ley 26.093, es la producción y uso de biocombustibles para impulsar el desarrollo regional y su consecuente creación de empleo. Como se mencionó anteriormente las plantas de biodiesel junto con las de bioetanol cubren casi todo el territorio nacional, aunque se destaca una concentración para el caso de biodiesel, en la zona núcleo de producción primaria y de exportación de productos agroindustriales. Sin embargo, las plantas de producción de biodiesel establecidas en zonas alejadas de los grandes centros de consumo, permite la posibilidad de lograr abastecer de bioenergia a estas zonas. Esto crearía a una ventaja económico-social debido a que la bioenergia producida y consumida in situ, reemplazaría a la producida en otras regiones en las cuales el costo de abastecimiento es mayor, principalmente debido a la incidencia de fletes y por el tamaño del mercado local.

Políticas nacionales para los agricultores familiares

En el ámbito del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, se creó recientemente la Subsecretaría de Agricultura Familiar de la Nación, con el fin de apoyar a los agricultores familiares, campesinos e indígenas, mediante políticas de Estado que posicionen en igualdad de oportunidades a estos sectores en relación al mercado y a otros actores de la producción. El objetivo principal de esta nueva entidad estatal, es que el sector de la agricultura familiar (AF), participe activamente en el modelo de producción que pueda garantizar la sustentabilidad del modelo de crecimiento y desarrollo, de manera de agregar valor en origen a los productos primarios que este sector genere.

En este contexto, la producción de bioenergia, dependiendo del tipo de biocombustible generado, tiene características marcadamente diferentes. Para el caso de biodiesel, la participación de la AF en el abastecimiento de materia prima para su producción y participación en el negocio es muy baja. Sin embargo, en el caso del bioetanol producido a partir de caña de azúcar, la participación de los pequeños agricultores familiares cañeros es alta, principalmente en la provincia de Tucumán, representando casi el 70% de la producción cañera en

esa provincia. A su vez estos productores están amparados bajo la ley de maquila[10] que permite a los agricultores familiares obtener una participación en la renta del negocio de la venta de azúcar y/o bioetanol.

2.6. Impactos ambientales vinculados a la generación de bioenergia

Argentina viene gestionando acciones ante la Comisión Europea en favor de sus exportaciones de biodiesel de soja, fundamentalmente en aspectos inherentes a la sustentabilidad de este biocombustible.

Antecedentes:

En el año 2009, la Unión Europea (UE) sancionó la Directiva 28/2009 que establece el marco para la promoción de la energía renovable para los países miembros. Esta normativa establece, entre otros, los objetivos nacionales de cuotas de energía de fuentes renovables para el transporte y criterios de sustentabilidad para los biocombustibles. Dentro de estos criterios, uno de ellos establece que la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivada del empleo de biocombustibles deberá ser como mínimo del 35% con respecto a los combustibles fósiles que reemplacen.

Para el caso del biodiesel de soja la Directiva establece un valor por defecto de ahorro de GEI del 31%, lo cual a partir de la implementación de la normativa en diciembre de 2010, el biodiesel argentino podría tener trabas a su ingreso a este mercado. Esto planteó una gran preocupación en el sector de biodiesel en Argentina. Es así que se empezaron a coordinar acciones entre el sector público y privado que se plasmó en una primera misión integrada por técnicos, científicos, funcionarios y empresas (MAGyP, el INTA y la Cámara Argentina de Biocombustibles (CARBIO)), para establecer negociaciones e intercambio de información sobre la cadena de biodiesel en Argentina, con el Centro Común de Investigaciones (CCI) y con la Dirección General de Energía de la Comisión Europea.

10 http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/55000-59999/58813/norma.htm: Habrá contrato de maquila o de depósito de maquila cuando el productor agropecuario se obligue a suministrar al procesador o industrial materia prima con el derecho de participar, en las proporciones que convengan, sobre el o los productos finales resultantes, los que deberán ser de idénticas calidades a los que el industrial o procesador retengan para sí. El productor agropecuario mantiene en todo el proceso de transformación la propiedad sobre la materia prima y luego sobre la porción de producto final que le corresponde. El procesador o industrial asume la condición de depositario de los productos finales de propiedad del productor agropecuario debiéndolos identificar adecuadamente; estos productos estarán a disposición plena de sus titulares. En ningún caso esta relación constituirá actividad o hecho económico imponible.

El objetivo de la misión fue exponer ante la Unidad de Energías Renovables del CCI, los resultados de los cálculos de ahorro de emisiones GEI de la producción de biodiesel elaborado a partir de soja de acuerdo al sistema de cultivo de siembra directa en las diferentes zonas productivas en Argentina. Los resultados presentados fueron sustancialmente superiores a los establecidos por la directiva de la UE.

Este trabajo conjunto del sector público-privado buscó demostrar internacionalmente la sustentabilidad del biodiesel argentino.

Actualmente, estos aspectos relacionados a la sustentabilidad de los biocombustibles y su amenaza a las exportaciones argentinas, principalmente biodiesel, ha generado el involucramiento de diversas organizaciones académicas, de investigación y organismos de gobierno, a trabajar fuertemente en estos aspectos.

Programa de cooperación regional contra el cambio climático (EUROCLIMA).

Recientemente en argentina se realizó un taller sobre emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), de la bioenergia, bajo la iniciativa del Programa de cooperación regional contra el cambio climático (EUROCLIMA).

En este encuentro, investigadores del ICC de la UE, presentaron el cálculo de los nuevos valores de ahorro total de GEI que produciría el uso del biocombustible que sustituye al gasoil. Según los nuevos cálculos el biodiesel de soja ahorraría un 57% de emisiones GEI como promedio a nivel mundial.

Este nuevo valor, aunque aún no ha sido aprobado formalmente por la Comisión Europea, aseguraría la continuación de las exportaciones de biodiesel de soja argentino al mercado europeo hasta por lo menos el año 2017, año en el que el ahorro mínimo exigido por la normativa aumentará al 60%.

Otra de las iniciativas que se están llevando a cabo entre el MAGyP, MinCyT, INTA y Universidades, es la evaluación de las emisiones de óxido nitroso de los suelos en diferentes sistemas de labranza y siembra, teniendo en cuenta su fuerte efecto invernadero.

3. CONCLUSIÓN

Actualmente la totalidad de la producción argentina de biocombustibles se realiza en base a aceite de soja (biodiesel), caña de azúcar (bioetanol), y se están por incorporar a la matriz de producción de biocombustibles, las materias primas maíz y sorgo para la producción de bioetanol. En el caso del biodiesel de soja, Argentina aprovecha la gran escala de producción del todo el complejo sojero que se concentra en la zona de mayor producción de este grano que es cercana a los puertos, de manera de poder atender al sistema agro exportador argentino.

Se estima que el sector biodiesel va a continuar creciendo como viene sucediendo en los últimos cuatro años. Empresas del sector están realizando inversiones para la ampliación de plantas existentes y nuevas plantas. De acuerdo a cálculos de la AABH esta capacidad instalada llegaría a fines del año 2012 a 3,8 MM toneladas anuales. En el caso de bioetanol, durante el presente año o a comienzos del año 2013, se espera lograr alcanzar la meta del 5% de corte a partir de inversiones que se están realizando en la ampliación de las plantas productoras actuales y la inversión en nuevas plantas de alcohol etílico anhidro, a partir de la incorporación de otras materias primas como el maíz y el sorgo.

Siendo Argentina el mayor exportador global de biodiesel, una de las preocupaciones principales del sector es cumplir con todas las normativas de exigencias ambientales, sociales y económicas que están desarrollando los países europeos (principal destino de las exportaciones argentinas). Es así que varias instituciones de investigación público – privada y Organismos Estatales, se encuentran coordinando tareas para contar con documentación científica, referida a la sustentabilidad de la bioenergia, principalmente en lo referido al ahorro de emisiones GEI.

Teniendo en cuenta el espíritu original de la ley de biocombustibles, un desafío importante que tiene Argentina es el de incorporar nuevos proyectos de producción de bioenergia en economías regionales promovidos principalmente por productores agropecuarios, para que sus productos y co-productos puedan ser consumidos localmente (biorefinerías). Asimismo se debería profundizar la investigación y desarrollo; impulsar el uso de la biotecnología para el desarrollo de variedades específicas para la provisión de materias primas con fines energéticos; diversificar las fuentes de las materias primas para la producción de los biocombustibles de manera que no esté tan concentrada en el cultivo de soja y caña de azúcar; superar barreras que hacen a la gestión biomásica sustentable a nivel provincial y nacional, para la realización de proyectos bioenergéticos en áreas que lleven a un desarrollo regional.

4. BIBLIOGRAFÍA

Secretaría de Energía. http://energia3.mecon.gov.ar/home/

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. http://www.minagri.gob.ar

Cámara Argentina de Biocombustibles. http://www.carbio.com.ar

INFOLEG (Información Legislativa). Centro de Documentación e Información, Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. República Argentina. http://www.infoleg.gov.ar.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultu-

ra). 2007. Situación del BIOETANOL en la República Argentina. Buenos Aires, Argentina.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Programa Nacional de Bioenergia http://www.inta.gov.ar/info/bioenergia/bio.htm

CIARA – Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina www.ciara.com.ar

La economía política del desarrollo de los biocombustibles en Argentina. Ricardo Rozemberg – Marcia Affranchino.

Revista Alimentos Argentinos - Dirección Nacional de Transformación y Comercialización de Productos Agrícolas y Forestales http://www.alimentosargentinos.gov.ar

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA Bioenergia EN BRASIL

Autor: Marco Antonio Viana Leite

1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS

1.1. Histórico de producción de biocombustibles

La producción de biocombustibles en Brasil ha surgido casi al mismo tiempo que la industria del automóvil, en el siglo XIX. En 1903, el Gobierno de Rio de Janeiro propuso la creación de una infraestructura para la producción y uso de bioetanol como combustible en los automóviles, pero su uso en forma regular y legalizado ocurrió, solamente a partir de los años treinta, como una forma de reducir las importaciones de gasolina y también de usar la producción excedente de la industria de caña de azúcar. Desde 1931, el bioetanol se ha convertido en un componente habitual de la gasolina y hasta 1975, el contenido mezclado en la gasolina fue de 7,5%.

Después de una primera fase de expansión debido a la reducción significativa de los precios del petróleo durante mediados de los años ochenta, aliviaron las justificaciones de orden económico que confirmó el uso de etanol. Desde 1985, las medidas gubernamentales para apoyar el Programa Nacional del Bioetanol (PROALCOOL), tales como el mantenimiento de una relación de los precios más favorables para el biocombustible fue retirado progresivamente. Aunque este período se observó una recuperación de los precios internacionales del azúcar, lo que ayudó a reducir el interés de los productores de etanol. En estas condiciones, el mercado experimentó limitaciones de la oferta, lo que lleva a menores niveles de bioetanol en la gasolina y la importación de bioetanol por un tiempo. Como resultado, hubo una rebaja significativa en el interés de los consumidores en los vehículos y el uso de bioetanol hidratado se ha considerado una alternativa con potencial, pero sin perspectivas a corto plazo (CGEE, 2006).

Desde 1990, la gasolina vendida contenía entre 20 a 25% de bioetanol anhidro, mientras que se llevó a cabo la utilización de bioetanol hidratado en motores adaptados. El uso de bioetanol como combustible ha variado con el tiempo (IBGE, 2006 y MME, 2006 apud CGEE, 2006).

Recientemente, con la valoración de las cuestiones ambientales, el interés en el bioetanol fue nuevamente aumentado, no solo en Brasil sino también en otros países como Estados Unidos y Suecia. Por su alto octanaje, el bioetanol puede ser considerado como un aditivo antidetonante de la gasolina para reemplazar el producto tetraetilo de plomo que está directamente asociado a las emisiones altamente contaminantes. Además, el bioetanol contiene un 35% de oxígeno en su composición, lo que ayuda a reducir las emisiones de monóxido de carbono (CO) y tiene potencial de reemplazar a otro aditivo am-

bientalmente problemáticos, MTBE - Metil tert-butil éter, que después de haber sido adoptado en muchos países como un sustituto de la tetraetilo de plomo, ha sido progresivamente abandonado por presentar riesgos para el medio ambiente (CGEE, 2006).

La participación del Gobierno Federal en materia de regulación e intervención en el mercado y también la elevada capacidad de inversión privada e iniciativa empresarial siempre han sido características destacadas en el mercado brasileño de bioetanol. El crédito subsidiado fue fundamental para el desarrollo de la Industria de la Caña de Azúcar y promovió la ampliación del parque industrial y de la frontera de las regiones tradicionalmente productoras de caña de azúcar. Las condiciones favorables de la oferta de crédito por parte de Brasil, basado en la combinación de préstamos con compra garantizada y bajas tasas de interés, también transfirió el riesgo de comercialización para el gobierno (SEBRAE, 2005).

El gran crecimiento y la unificación de la producción industrial y agrícola fueron alentados porque cuanto mayor sea la superficie, o la capacidad industrial, mayor será el subsidio incorporado, más tarde esto resultó en la formación de una especie de barrera de entrada. El crecimiento masivo del área de caña de azúcar entre 1960 y 1980, es un ejemplo del éxito de la política de concentración y crecimiento de la industria. Debido a esto, la caña de azúcar industrial no solo ha aumentado su capacidad operativa y como se garantizaron las inversiones para modernizar la base tecnológica para la producción de azúcar y bioetanol (SEBRAE, 2005).

El Sistema Agroindustrial de la caña de azúcar (SAG), después de la década de 1990 podría contar con nuevos actores productivos para fortalecer su capacidad para competir por el cambio de su capacidad de crecimiento, que actualmente también es compartida por las empresas transnacionales que operan con productos derivados de la caña de azúcar y con contribución de los fondos del sector financiero nacional e internacional. El segmento productor de *commodities*, antes altamente subsidiado, tuvo en estos nuevos socios la fuente de capitalización a nuevos emprendimientos para aumentar la producción de productos con mayor valor agregado y también, a mejorar la condición de logística a la exportación (SEBRAE, 2005).

La dinámica competitiva del SAG ahora está dirigida a la oferta de azúcar y bioetanol para el mercado nacional y mundial, involucrando a través de la financiación, la internacionalización. Las transnacionales socias operan sus actividades productivas y logísticas, directamente en el país. Aprovechando de la disponibilidad de capital extranjero a interés más bajos que los cobrados en Brasil, estas empresas ofrecen servicios para la comercialización de azúcar y alcohol, además de la disponibilidad de aduanas para

la exportación en sus instalaciones portuarias o de oficinas en otros países. Estas empresas optan por estar más cerca de la oferta del mercado de insumos para sus actividades de producción y comercio internacional. Con esto, se aprovechan de las ventajas comparativas del azúcar de Brasil que, además de una calidad superior, tiene costos más bajos en comparación con otros proveedores internacionales.

Para asegurar su flujo de negocios en el mercado global y abastecer sus operaciones industriales, las empresas multinacionales se utilizan en sus negociaciones con los productores de azúcar y etanol, los mecanismos de compra anticipada, el intercambio de plaguicidas por producto, los servicios de logística, entre otros. Se crea, por tanto, una nueva relación de dependencia entre el SAG de empresas de caña de azúcar y las multinacionales, porque estas relaciones de dependencia existía anteriormente, pero solamente afuera del país, y ahora empiezan a ocurrir internamente (SEBRAE, 2005).

Estos mecanismos son apoyados por la política oficial de la agricultura, especialmente el flujo del programa de producción y venta de contratos de opciones que fomenten las exportaciones, así como las líneas de crédito a tasas fijas, como las Notas del Producto Rural (CPR), destinado a productos industrializados, procesados y/o en especie, que ahora sirven como moneda en las transacciones con empresas multinacionales. Además, el BNDES (Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social) tiene una línea especial, MODERFROTA, para apoyar la búsqueda de la eficiencia en las operaciones de la integración de la producción agrícola y industrial, así como a la distribución de los productos. Estos mecanismos contribuyen a la reducción de los estoques públicos, dejando el riesgo con el agricultor, que se garantiza con la venta de sus productos, ahora destinando a los proveedores con los cuales mantienen la proporción de financiamiento de los cultivos y las operaciones de logística (SEBRAE, 2005) .

Otro instrumento facilitador se introdujo en 1992, con premios para la liquidación de préstamos para reducir los estoques públicos. En 1996, otro premio se dio en esa dirección: el premio a la colocación de la producción (PEP) y las opciones del sistema. El PEP alentó el sector privado a participar en la comercialización de productos agrícolas. En la actualidad, el BNDES realiza acciones para aumentar la oferta de crédito rural, el aumento de la cartera de inversiones en la agroindustria, por medio del FINAME rural para la financiación de maquinaria y equipo, intermediados por los bancos, públicos y/o privados (SEBRAE, 2005).

La implementación de los fondos para el financiamiento de la agricultura, junto con la creación de títulos destinados tienen la intención de vincular la agricultura con los mercados financieros, sin la necesidad de recurrir al sistema de

crédito rural, bajando la presión sobre los recursos financieros para la agricultura. Por lo tanto estimula la captación de fondos y comercialización de los productos agrícolas a través de la bolsa, a través de Derechos de Crédito de Agronegocio (CDCA), Carta de Crédito de Agronegocios (LCA) y el Certificado de Crédito de Agronegocios (CRA).

Por lo tanto, el reciente ciclo de expansión de la producción de etanol, se pasó de forma distinta del PROALCOOL, no es más un movimiento manejado por el gobierno. Construir nuevas unidades y ampliarlas se debe a decisiones del sector privado, garantizando que el bioetanol tendrá un papel cada vez más importante como combustible en Brasil e internacionalmente.

Este crecimiento también es financiado por el BNDES direccionando acciones a la sostenibilidad de la producción de bioetanol a partir de caña de azúcar en Brasil y el Banco de Brasil, entre otros - más de R$ 7 billones entre 2004 y 2006 . En 2006, al total fueran 89 proyectos de nuevas unidades en construcción con una inversión prevista de R$ 9 billones (Rodríguez y Ortiz, 2006).

Este comportamiento está determinado principalmente por el aumento en el número de aprobaciones de proyectos de producción de azúcar y alcohol, que representaron R$ 4,4 billones, del total de R$ 5,8 billones, en 2007. Sin embargo, es válido señalar que el BNDES ha comenzado a recibir los proyectos de investigación y desarrollo en el sector y las aprobaciones ya totalizaron R$ 74,6 millones en los primeros meses de 2007.

Un importante hecho del BNDES fue la creación del Departamento de Biocombustibles (DEBIO), debido a la importancia que el tema está adquiriendo. La creación de DEBIO fue motivado por el crecimiento en el número de proyectos de plantas destinadas a la producción de azúcar y alcohol y revela la orientación prioritaria del BNDES para apoyar una industria que se ha convertido en estratégica para el país, debido la competitividad y la tecnología desarrollada en la producción de etanol.

El BNDES en su cartera del sector de los biocombustibles (DEBIO) se sumó el financiamiento de R$ 19,7 billones. De este total, R$ 15,4 billones corresponden a proyectos unidades de producción, R$ 2,3 billones para la cogeneración, R$ 1,8 billones para el cultivo de la caña de azúcar y R$ 142,5 millones para investigación y desarrollo en el sector.

Las mayores inversiones del SAG (más de R$ 300 millones) se concentran en el sur de Mato Grosso do Sul y el sur de Goiás, así como en el extremo oeste de Minas Gerais. Esto es debido al menor costo de producción, principalmente debido al bajo costo de alquiler de la tierra. Las inversiones pequeñas, son con frecuencia hechas para la ampliación de las instalaciones existentes, concentradas en regiones con importante parque industrial, cuyo

principal ejemplo es el estado de São Paulo.

El nuevo departamento del BNDES - DEBIO está involucrado en los proyectos de azúcar y alcohol, e ya cuenta con una cartera de 77 operaciones. Los proyectos requirieron financiamiento de R$ 12,1 billones y R$ 17,3 billones para inversiones, y representan el procesamiento de 100 millones de toneladas de caña de azúcar por año.

Las inversiones realizadas en el cultivo de la caña de azúcar para el azúcar y bioetanol son también, en parte, por la cogeneración a partir del bagazo, trayendo consecuencias favorables para el medio ambiente. En muchos casos, estas operaciones han sustituido la quema de combustibles fósiles, tales como productos de petróleo por bagazo, un producto de desecho de la producción de azúcar y bioetanol, contribuyendo a la reducción de las emisiones de carbono en la atmósfera.

En 2001, el gobierno brasileño lanzó el Programa de Incentivo a Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica (PROINFRA), el Ministerio de Minas y Energía, en respuesta a la escasez de energía en el país, en busca de fuentes de generación renovables. El programa garantizó el uso de la electricidad generada a partir del bagazo. Con la existencia del potencial de la biomasa y la tecnología viable, se tornó una oportunidad muy rentable para la industria de la caña de azúcar.

El financiamiento de este programa es de responsabilidad del BNDES y Eletrobrás y compañías eléctricas garantizan la compra de la energía producida por el bagazo de caña. El nivel de participación del BNDES es de hasta un 80% de la inversión total de la unidad de producción. La amortización tiene hasta diez años en cuotas mensuales con vencimiento solo durante la cosecha. Con el objetivo de facilitar el acceso al crédito, el BNDES utiliza como garantía los ingresos procedentes de los contratos de venta de energía en los concesionarios o distribuidores de energía.

En cuanto a la cogeneración, la distribución regional de los proyectos muestra una concentración en el estado de São Paulo. Esto es debido a la gran base instalada de las unidades de producción y la densidad de la red de transmisión. Los proyectos de nuevas unidades se concentran en Minas Gerais, Mato Grosso do Sul y Goiás, que conforman la frontera de la expansión del sector. Gran parte de los desembolsos son realizador por la región sureste, lo que se explica por la importancia de las unidades en funcionamiento del parque en el estado de São Paulo.

Sin embargo, hay un crecimiento significativo en la región Centro-Oeste, principalmente debido a la elección de Goiás y Mato Grosso do Sul, como opciones viables para la recepción de inversiones en nuevas centrales eléctricas.

Al mismo tiempo, la industria de los biocombustibles está recibiendo

un gran volumen de inversiones de grupos empresariales nacionales e internacionales como las gigantes Cargill, Bunge y L. Dreyfus, que ya trabajan en el sector agroalimentario y también de nuevos miembros de otros sectores, como la Organización Odebrecht. Los principales inversores en el mercado internacional están en los Estados Unidos, como George Soros, en asociación con Adecoagro, Pacific Ethanol/Bill Gates, el Fondo de Pensiones de California/Calpers con empresas del estado de Paraná, Kidd & Company en asociación con el unidad de producción de Coopernavi, el multimillonario Vinod Khosla / Brasil Renewable Energy Co. de la India, y Tereos de Francia, que se asoció con Cosan, una empresa líder en el sector, que cosechó 40 millones de toneladas de caña en 2007.

BIODIESEL

El Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel (PNPB) es más reciente que el Programa de Alcohol (PROALCOOL), lanzado en 2004 por una estrategia del gobierno brasileño para viabilizar la producción y uso del biodiesel en el país, centrándose en la competitividad, la calidad de los biocombustibles producidos, asegurando los suministros necesarios, la diversificación de materias primas y principalmente, la inclusión social de agricultores familiares, con enfoque en el fortalecimiento del potencial regional para la producción de materias primas.

La ley principal que puede citarse es la nº 11.097 de 2005, que tiene como objetivo aumentar en los fundamentos económicos, sociales y ambientales, la participación de los biocombustibles en la matriz energética nacional, en especial el biodiesel.

Así que, a pesar de todos los beneficios previsibles y previstos en los ámbitos ambiental y económico, el PNPB se puso en marcha con el aspecto social[11] como fundamento principal. En los estudios de viabilidad y competitividad llevados a cabo antes de la puesta en marcha del programa, han identificado una gran oportunidad[12] para la inclusión de los agricultores familiares y pobladores de la reforma agraria en la cadena de producción del biodiesel. Estos actores tradicionalmente excluidos de la dinámica de la agroindustria brasileña, podría producir materias primas para la industria del biodiesel, apoyado por los contratos con las empresas productoras y aprobados por las entidades representativas de la agricultura familiar.

11 El enfoque social, dado por el Gobierno Brasileño al PNPB, pued ser verificado en distintas publicaciones del año de creación del PNPB. Como ejemplo ver BRASIL (2004) y Holanda (2004).

12 De acuerdo con el Censo Agropecuario 2006 del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), el Brasil tiene un universo de más de 4 millones de propiedades de agricultores familiares. Para más detalles ver IBGE (2006).

Por lo tanto, correspondía al Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA) la responsabilidad de poner en práctica la estrategia del programa social, la creación de las estrategias de promover la inclusión de los agricultores cualificados en la cadena de producción de biodiesel.

Para lograr este objetivo, el gobierno brasileño ha elaborado un plan estratégico centrado en dos frentes. La primera frente es la asignación y la gestión de la identificación del componente Sello Combustible Social, siempre y cuando el productor de biodiesel que cumpla con los criterios descritos en la Instrucción Nº 01 del 19 de febrero de 2009, y que otorga a su poseedor el carácter promotor de la inclusión social de los agricultores familiares en el Programa de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar (PRONAF), de conformidad con el Decreto Nº 5297 del 06 de diciembre de 2004.

La segunda es la planificación e implementación de la metodología de la organización productiva - Proyecto Polos de Biodiesel, que se centra en la articulación de los agricultores familiares como proveedores de la materia prima para la producción de biodiesel y de los diversos actores involucrados en la cuestión territorial, facilitando así el acceso de los agricultores en las políticas públicas, las tecnologías y la formación adecuada en los diversos estados y regiones del país con el potencial para el proyecto.

Con base en estos dos frentes - Sello Combustible Social y Proyecto Polos de Biodiesel – el MDA desarrolla su trabajo. Los resultados de este trabajo, se traduce en los números logrados en los últimos cinco años, que sistematizan en el trabajo de desarrollo, así como las dificultades, avances y perspectivas del enfoque social del programa.

1.2. Matriz Energética Brasileña

De acuerdo a la información disponible en el Portal de Brasil, la matriz energética brasileña - la energía suministrada a la empresa para la producción de bienes y servicios - es una de las más limpias en el mundo, es decir, con una fuerte presencia de las energías renovables. De hecho, mientras que en Brasil las renovables participan con más del 45% del total, en el mundo la participación es alrededor de 13% y en los países desarrollados es de solo 8%.

Las ventajas de una matriz energética limpia se traduce en reducción de las emisiones de partículas y en la sostenibilidad de la economía. Mientras que en Brasil se emite 1,4 toneladas de dióxido de carbono (t CO_2) por tonelada equivalente de petróleo (tep - unidad común utilizada para agregar todas las formas de energía - cada fuente de energía tiene un factor que convierte la cantidad de unidad de energía a su equivalente en petróleo, por

CUADRO 1:

Matriz energética brasileña y las proyecciones actuales para el año 2030 en términos porcentuales

	2005[1]	2010	2020	2030
Energia não renovável	**55,5**	**57,0**	**54,2**	**53,4**
Petróleo e derivados	38,7	34,8	29,9	28,0
Gás natural	9,4	13,4	14,2	15,5
Carvão mineral e derivados	6,3	7,2	7,6	6,9
Urânio (U_3O_8) e derivados	1,2	1,7	2,5	3,0
Energia renovável	**44,5**	**43,0**	**45,8**	**46,6**
Hidráulica e eletricidade	14,8	13,5	13,7	13,5
Lenha e carvão vegetal	13,0	10,1	7,0	5,5
Cana-de-açúcar e derivados	13,8	14,1	17,4	18,5
Outras fontes primárias renováveis	2,9	5,3	7,6	9,1
TOTAL	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Fuente: Ministério de Minas e Energia, 2010

ejemplo, 1 m³ de gasolina es igual a 0,77 tep).

El consumo mundial promedio de energía (tep) es de 2,4 t CO_2/tep. En algunos países con una fuerte presencia de los combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) en sus matrices de energía este indicador pasa de 3 t CO_2/tep.

Considerando solamente la matriz eléctrica brasileña - subconjunto de la matriz de energía - el país presenta ventajas significativas, en términos de la presencia de fuentes renovables en su composición. De esta participación más del 86% son fuentes renovables (80% hidráulica y 6% eólica), la participación de fuentes renovables en la matriz eléctrica mundial es alrededor de 18%, donde 16% es energía hidráulica.

De acuerdo con los estudios de la expansión del suministro de energía realizado por el Ministerio de Minas y Energía, se estima que la economía brasileña crecerá un 5% anual en el período 2010 a 2020, lo que requerirá inversiones significativas en infraestructura energética. Está prevista una inversión de R$ 1.080 billones en la expansión de la energía, el 63% del petróleo y el gas, el 22% en el área de la electricidad y el 15% en el área de la bioenergia. Estas inversiones representan el 2,6% del PIB acumulado en el período.

Los estudios indican que en 2020 el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita se espera que crezca un 4,3% por año, con un crecimiento anual del 4,4% en el suministro de energía interna y que el crecimiento poblacional sea de 4,1% anual. Es impor-

tante destacar que del consumo final de electricidad en la previsión para 2030, la matriz energética brasileña continuará mostrando la fuerte presencia de las fuentes renovables, alrededor de un 47%.

2. CADENAS PRODUCTIVAS

En este tema se describe con una mirada técnica sobre el estado de los biocombustibles producidos en Brasil, el bioetanol y el biodiesel, en cuanto a la estructura de los eslabones de la cadena productiva y los impactos económicos, sociales y ambientales de su producción.

En Brasil también hay producción de biocombustibles tales como el biogás, pero todavía trata de iniciativas aisladas, sin grandes inversiones privadas y sin la participación efectiva del Gobierno Federal en términos de financiación y regulación de los mercados, como veremos en el caso del bioetanol y el biodiesel.

Estas iniciativas se concentran principalmente en la región sur del país en las actividades de cerdo integrados. Sin embargo, en algunos casos el biogás ha sido aprovechado para la generación de energía, y el biodigestor es una alternativa para el tratamiento de aguas residuales y generación de bioabono.

Del mismo modo, diversos estudios e investigaciones han sido financiadas por el Gobierno Federal y cada día descubrimos nuevas alternativas de producción y uso de biocombustibles, lo que hace del biogás un biocombustible con un gran potencial.

2.1. Etanol

El bioetanol es un alcohol, incoloro, inflamable y de olor característico, cuyo uso como combustible en motores comenzó prácticamente junto con la industria automotriz (siglo XIX). Desde 1931, el bioetanol se ha convertido en un componente habitual de la gasolina en Brasil, y hasta 1975, el contenido medio insertado en la gasolina fue de 7,5%.

Hasta principios de los años 1970, Brasil importó 77% de su demanda de combustible. Desde 1975, la necesidad de reducir las importaciones de gasolina debido a los precios altos del petróleo y los bajos precios del azúcar, estimuló el uso de bioetanol a través de la creación del Programa Nacional del Bioetanol (PROALCOOL).

Más reciente, ha ocurrido un aumento en los precios internacionales del petróleo, el resultado de un conjunto de limitaciones en la producción, el crecimiento de la demanda (especialmente en Asia), la reducción de los descubrimientos, los crecientes costos, la inestabilidad política como factores claves, junto con los problemas ambientales han contribuido a aumentar el interés por el bioetanol en todo el mundo.

El PROALCOOL ya no existe como un programa de gobierno. Actualmente, el proceso de modernización del SAG ha convertido las plantas en unidades totalmente automatizadas y lo mismo pasa en las operaciones en el campo, todas mecanizadas. Proceso que se inició en los años 1980 en Sao Paulo y se extendió gradualmente a otras regiones, con características como el monocultivo y la coordinación de la actividad toda por el sector privado, además de las tendencias financieras de la internacionalización del negocio.

En este contexto, la importancia estratégica de la producción de bioetanol debería exigir una política del gobierno brasileño, cuyos supuestos deben incorporar elementos, en relación con el uso de factores de producción y modelo de desarrollo para la expansión, teniendo en cuenta los impactos positivos y negativos sobre la estructura agraria actual, la inclusión de la agricultura familiar, del medio ambiente y de oportunidades comerciales.

Las posibilidades de producción de bioetanol, por parte de la familia de los agricultores, deben ser cuidadosamente analizados a fin de adoptar una estrategia de incorporación a esta categoría, basada en la concepción del desarrollo territorial sostenible como mecanismo de inclusión social y económico.

2.1.1. Producción de Caña de Azúcar

En Brasil, el área agrícola total es de 353 millones de hectáreas. El área

CUADRO 2:
Áreas ocupadas por la agricultura en Brasil

Área	**ha**
Brasil - total	851.404.680
Cultivable	353.611.239
Agricultura perenne	7.541.626
Agricultura anual (a)	34.252.829
Ocupado con la Caña de Azúcar (2004) (b)	6.252.023
% De área de caña de azúcar (b / a)	18,30
Área en reposo (c)	8.310.029
Pastizales (d)	78.048.463
Pasto artificial	99.652.009
Los bosques naturales	88.897.582
Ocupado con plantaciones	5.396.016
Disponible – No usado(e)	16.360.085
No apto para la agricultura	15.152.600
Posible expansión de la caña de azúcar (c + d + e) / 2	51.359.289

Fuente: Censo Agropecuário IBGE, 2006 apud Rodrigues e Ortiz, 2006.

de cultivo de caña de azúcar cubre 6,2 millones de hectáreas, es decir el 1,7% de la tierra cultivable y el 18,3% de la superficie dedicada a cultivos anuales (Rodrigues y Ortiz, 2006).

El área total de la posible expansión de la caña de azúcar es de 102 millones de hectáreas, o de 51 millones de hectáreas teniendo en cuenta otros cultivos intercalados. Además de la posible utilización de una parte de los 99 millones de hectáreas hoy destinados a pastaje, teniendo en cuenta la expansión del modelo de cría intensiva de ganado.

En Brasil existe una gran variación en los resultados de la cosecha entre los estados, que dependen de las condiciones naturales y también los productores de equipos. En São Paulo, la cosecha es de las propias unidades de producción industrial y sus áreas de cultivo alcanzan un promedio de 85 t/ha y proveedores independientes que alcanzan 68 t/ha. En Minas Gerais, el promedio es de 73 t/ha, en Alagoas 63 t/ha y en Pernambuco 51 t/ha. (ORPLANA 2006, IBGE 2002 apud Rodrigues y Ortiz, 2006).

El ingreso promedio de las unidades industriales en Brasil es de 80 litros de bioetanol por tonelada de caña de azúcar, con las unidades industriales de la región Centro-Sur de nuevo en el liderazgo, produciendo 83 L/t y llegando a 85 L/t en Sao Paulo, mientras que en el Norte/Noreste es de 70 L/t (UNICA, 2006). La información cuantitativa de la productividad agrícola y de la agroindustria han demostrado un fuerte liderazgo del sector en el estado de São Paulo.

Utilizando los datos oficiales del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento, como ha demostrado, el ciclo de vida de la caña de azúcar es de cinco años, lo que posibilita un potencial de cinco cosechas posteriores. La productividad agrícola tiene diferencias significativas entre los estados, que van desde 65 toneladas a 120 tone-

CUADRO 3:
Información técnica del cultivo de la caña de azúcar - 2007

ITEM	DATOS
Ciclo	cinco años
N° de cortes	cinco cortes
Productividad caña	85 t/ha. (120-65).
Rendimiento de azúcar	138 kg/t
Rendimiento de alcohol	82 L/t

Fuente: MAPA/SPAE, 2007.

ladas/ha, lo que asciende a un promedio nacional de 85 toneladas.

El rendimiento promedio de azúcar es de 138 kg/t de caña, y el rendimiento promedio de bioetanol es de 82 L/t. Por lo tanto, una propiedad con una productividad de 85 t/ha tiene un rendimiento promedio de bioetanol a partir de 6.970 L/ha. Una propiedad de 150 hectáreas proporcionará 12.750 toneladas de caña de azúcar, lo que resulta en la producción de 1,08 millones de litros de alcohol.

En 17 estados hay producción de caña de azúcar, pero solo en 8 estados la cosecha es de más de 6 millones de toneladas. La producción en estos 8 estados representan más de 90% del total de caña de azúcar en Brasil.

El clima ideal para el aumento de la productividad de la caña de azúcar tiene dos estaciones distintas: la fase de calor y humedad para germinación, crecimiento vegetativo y perfilado, y otra de frío y sequía, donde hay la maduración y consiguiente acumulación de sacarosa. En Brasil, la época de siembra ideal en la región Centro-Sur es de enero a marzo, mientras que en el noreste es en los meses de mayo a julio (MAP/mencionado Estatuto, 2007).

La siembra en propiedades de menos de 150 hectáreas, en general, representa 27% de la producción total, o sea, algo alrededor de 60.000 contratistas independientes que venden la industria de la caña de azúcar. Los 13.110 proveedores de São Paulo han producido el 67% correspondiente a todos los productores independientes, seguidos por los productores de Pernambuco que han contribuido con 8,4% de la producción en el estado y 3,3% de la producción nacional. El volumen entregado por los productores independientes de São Paulo es más significativo que de países productores como México, Australia, Sudáfrica y Tailandia que son países que se destacan como grandes productores de caña de azúcar internacionalmente (ORPLANA, 2006 apud Rodrigues y Ortiz, 2006).

El sector de la caña de azúcar emplea a cerca de un millón de personas, de los cuales 511 mil trabajan en la producción agrícola, sobre todo en el corte de caña, ya que alrededor del 80% de la cosecha brasileña es manual (UNICA, 2006). En las zonas montañosas de Pernambuco, casi todos de corte se lleva a cabo de forma manual, mientras que el grado de mecanización en Sao Paulo, es en torno al 30%, con tendencia de crecimiento (Teixeira, 2002 apud Rodrigues y Ortiz, 2006).

Se ha producido una transición de la lógica extensiva a la intensiva con el consiguiente aumento de la productividad (kg sacarosa/ha), trabajos de corte y aumento de producción (ALVES, 2002).

En general, esta visión representa el estado de la agroindustria del bioetanol en Brasil y puede ser confirmada por los indicadores de productividad, aunque afectado por razones edafoclimáticas, también refleja el desarrollo tecnológico

agronómico e industrial alcanzado, debido a estos factores, la distribución de la superficie de cultivo de la caña de azúcar para la producción de bioetanol se ha concentrado en el sureste y sobre todo en la parte occidental del estado de São Paulo (Unica, 2006).

El cambio más significativo en la producción agrícola es la adopción de la mecanización de la cosecha y otras operaciones (siembra y cultivo), en este caso, el costo relativo es menor debido a la mayor productividad y la compensación entre el costo de la recolección y el transporte y la calidad de la materia prima. Esta compensación solo es favorable si hay la racionalización de la sincronización de operaciones, así como la introducción de la gestión de innovaciones, que requiere la inversión, posibles a apenas una parte de las unidades de producción, debido a la disponibilidad de recursos financieros, técnicos y de gestión de capacidad para hacer los cambios necesarios.

Estos factores aumentan la heterogeneidad dentro del sistema agroindustrial de la caña de azúcar, entre las unidades más o menos dinámico. Esta diferenciación de capacitación no solo es evidente entre unidades de diferentes regiones, como también dentro de la misma región. En el Centro-Sur esta heterogeneidad resultó en la adquisición de unidades de producción de energía menos competitivos, en el noreste resultó en el enfriamiento drástico de la producción, incluyendo la paralización de muchas unidades industriales.

Empresarios del noreste con una mayor capacidad de inversión, han optado por invertir sus actividades en los estados más al sur y solamente después invertir en el desarrollo de capacidades para mejorar la productividad (SEBRAE, 2005).

Por otra parte, a pesar de que muchos productores se consideren independientes, estudios han revelado un grado de integración y dependencia de las unidades y destilerías, ya que no hay diferenciación de los cultivos y la producción está destinada únicamente para el suministro de un complejo agroindustrial (Guedes et al, 2006; ALVES, 1992 apud Rodrigues y Ortiz, 2006).

En relación a la producción, superficie cultivada y la productividad de los principales estados productores, comparando estos indicadores en 1998, 2001 y 2005, hubo un aumento en los indicadores de producción y el área en el estado de São Paulo y una disminución de la productividad. En lo que se refiere exclusivamente a la producción, se observa que el estado de Paraná supera el estado de Alagoas y el estado de Pernambuco supera Minas Gerais, lo cual acercase de la producción de Alagoas.

Los estados de Goiás, Mato Grosso y Mato Grosso do Sul han aumentado significativamente su producción, el estado de Maranhão casi duplicó la producción de caña de azúcar entre 1998 y 2005.

CUADRO 4:

Producción, superficie y rendimiento de los principales estados productores de caña de azúcar - 1998/05

Brasil	Producción – millones t			Área – millones ha.			Rendimiento – t/ha.		
	1998	2001	2005	1998	2001	2005	1998	2001	2005
	345,3	344,3	380,1	4,99	4,96	5,72	69,2	69,4	66,5
SP	199,8	198,9	244,3	2,56	2,57	2,96	78,0	77,4	82,5
PR	26,6	27,4	32,7	0,31	0,34	0,41	85,8	81,1	79,0
AL	28,5	28,7	25,6	0,46	0,46	0,43	61,8	62,9	60,2
MG	16,9	19,0	25,1	0,28	0,29	0,35	60,6	64,6	72,3
PE	19,6	16,0	17,4	0,40	0,34	0,37	48,8	47,2	47,4
GO	10,2	10,3	15,7	0,13	0,13	0,20	79,7	79,2	79,3
MT	9,9	11,1	13,1	0,14	0,17	0,20	72,8	66,5	64,2
MS	6,4	7,6	11,0	0,09	0,10	0,14	73,6	76,0	76,4
MA	1,1	0,8	2,0	0,02	0,02	0,03	51,9	35,9	62,1
PA	0,5	0,4	0,5	0,01	0,01	0,01	66,1	65,8	69,2

FUENTE: Amaral, 2006.

En relación a las áreas utilizadas, comparando los años 1998 y 2005, todos los estados han aumentado el uso de la zona para el cultivo de la caña de azúcar, con la excepción de Alagoas y Pernambuco que han bajado y Pará que se mantuvo estable.

En el aspecto de la productividad (t/ha), los resultados difieren de la tendencia de crecimiento de el área y la producción. Hay una rebaja en la productividad de los estados Paraná (PR), Alagoas (AL), Pernambuco (PE), Goias (GO), Mato Grosso (MT). Los estados que habían aumentado la productividad fueron: São Paulo (SP), Minas Gerais (MG), Mato Grosso do Sul (MS), Maranhão (MA) y Pará (PA).

En 2004/05 se han procesado 416,2 millones de toneladas de caña de azúcar. La producción estimada de azúcar y bioetanol para la cosecha 2006/2007 ofrece procesamiento de 469,8 millones de toneladas, lo que representa un incremento de 8,9% con respecto al año anterior. Esto es debido al aumento de 5,4% de la superficie plantada y un incremento de 3,4% en la productividad durante este período (UNICA, 2006; CONAB, 2006 apud Rodrigues y Ortiz, 2006). El área plantada con caña

de azúcar aumentó de 5,84 millones de hectáreas en 2006 a 6,161 millones de hectáreas en 2007 (Informe Nacional Situación y Perspectivas de la Agricultura 2007/2006).

La primera fase de la mecanización de la caña de azúcar sucedió durante el inicio del PROALCOOL, con el uso de la carga mecanizada de caña cortada. Con esta modificación de las operaciones, hubo una reducción de 16 trabajadores por cada camión que participa en el campo de la logística de transporte a la unidad de procesamiento.

En cuanto a la mecanización reciente, Ustulin et al (2001) argumenta que una moderna cosechadora puede reemplazar hasta 100 trabajadores de corte de caña. De manera similar, una estimación realizada por Guilhoto (2002), sugiere que es posible la mecanización sea aplicada a aproximadamente 50% de la superficie del Nordeste y 80% en las otras áreas de la producción de caña de azúcar. La mecanización depende de la topografía, ya que la cosecha solo se puede utilizar en zonas con una inclinación de hasta 12%. Este escenario configura una reducción de entre 52 y 64% de todos los puestos de trabajo creados en la producción de caña de azúcar.

Según SEBRAE (2005), la introducción de la mecanización en la caña de azúcar significó la llegada de maquinas y equipos en la última actividad en la zona agrícola que todavía era manual, acelerando el suministro de caña al molino. Muchos molinos optar por la cosecha mecanizada de la caña de azúcar, debido a la calidad de la materia prima que proviene de la molienda y también por el aumento de la productividad y la reducción de los costos relativos, resultante de las operaciones agrícolas e industriales.

La cosecha mecanizada de caña de azúcar tiene tres consecuencias:

a) Aumento del tamaño de los bloques, estímulo de la concentración de tierras e industrias;
b) Reducción de la posibilidad de permanencia en el sistema agroindustrial de la caña de azúcar, de propiedades con un promedio entre 50 y 125 hectáreas, y,
c) Reduce los puestos de trabajo no cualificados.

La velocidad de introducción de la cosecha mecanizada de la caña de azúcar depende de una serie de variables:

a) Desarrollo de nuevas variedades de caña de azúcar con mayor crecimiento vertical y menor producción de rastrojo;
b) Desarrollo de conocimientos: la sistematización de las parcelas para la siembra y corte de caña, para lograr la sincronización de las actividades de corte, carga y transporte con eficiencia operativa y uso racional de la maquinaria y equipo;
c) La disponibilidad de capital para inversión en maquinaria y

para traslado de la actividad a nuevas áreas más planas y con posibilidad de riego;

d) La disponibilidad de mano de obra para el corte de caña de azúcar en áreas no mecanizadas.

La sistematización de las parcelas y la adecuación de la variedad de caña de azúcar para el corte mecánico demanda conocimiento específico para cada ubicación. Además de que las inversiones en equipos de corte para la mecanización y la sincronización de las operaciones son otra cualificación a ser desarrollada y difícil de ser continuada, teniendo en cuenta el contenido del conocimiento tácito presente en ella. Más allá del conocimiento estructurado, la información para la programación de cultivos, mantenimiento de equipos y otros. Estos recursos necesitan de tiempo para consolidarse en la práctica diaria de las unidades de producción industrial (SEBRAE, 2005).

Por otra parte, los estudios muestran que la introducción de innovaciones tecnológicas - la cosecha mecánica en particular – ni siempre logran el fin de condiciones laborales insalubres a que son sometidos los trabajadores de caña de azúcar, ni se reduce el número de incendios en los campos de caña de azucar: es frecuente la manutención de la quema de campos de caña de azúcar antes de la cosecha mecanizada, principalmente para cosechadoras más antiguas, que por detener menos potencia, en estas condiciones han aumentado su trabajo en un 30% (ALESSI y Scopinho, 1994; Scopinho, 1999; ALVES, 2006).

Con la expansión de la mecanización, los trabajadores de caña de azúcar que han sufrido con las malas condiciones de trabajo, ahora están preocupado con el aumento del desempleo. Para Veiga Filho et al (1994), la modernización de la agricultura no se limita a la promoción de las transformaciones técnicas y económicas, sino que incluye cambios en la estructura social y en las relaciones laborales. En particular, la mecanización aumenta el desempleo en la industria de la caña de azúcar y puede generar más problemas sociales.

La tendencia a el riego tiene como objetivo aumentar la producción y productividad de la caña de azúcar, medida en contenido de sacarosa, que depende de las lluvias en ciertos momentos del año. Con el riego y la introducción de nuevas variedades de caña de azúcar, se hace posible, incluso se puede ampliar el período de cosecha de la caña, que es actualmente de 8 meses en el caso de Sao Paulo, y de 6 meses en el caso del Nordeste, para por lo menos 10 meses en ambas regiones, lo que ya es una realidad en algunas unidades de São Paulo (SEBRAE, 2005).

El riego permite la extensión de la cosecha de caña de azúcar y por lo tanto la ampliación de la actividad industrial, creando en el procesamiento una competitividad sisté-

mica de la caña de azúcar con el maíz de los Estados Unidos.

El PROALCOOL ya no es un programa de gobierno, teniendo en cuenta los mecanismos para estimular la expansión de la capacidad productiva y la intervención en la formación de precios. Incluso después de que el estado ha eliminado los mecanismos de apoyo a bioetanol (entre 1997 y 2002), su producción es en la actualidad un programa de energía consolidado, en que el precio actual y el costo, que evoluciona de modo sostenible.

2.1.2. Aspectos Econômicos

Como se ha señalado recientemente, con la valoración de las cuestiones ambientales, el interés en bioetanol fue retomado, no solo en Brasil sino también en otros países como Estados Unidos y Suecia. Por su alto octanaje, el bioetanol puede ser considerado como un aditivo antidetonante de la gasolina para reemplazar el producto tetraetilo de plomo que es tradicionalmente asociado a emisiones altamente contaminantes.

Por otra parte, el bioetanol contiene 35% de oxígeno en su composición, lo que ayuda a reducir las emisiones de monóxido de carbono (CO) y puede sustituir a otro aditivo ambientalmente problemático, Methyl tert-butyl ether - MTBE, que después de haber sido adoptada en muchos países como un sustituto del tetraetilo de plomo, ha sido progresivamente abandonado por presentar riesgos para el medio ambiente (CGEE, 2006).

La producción de bioetanol a partir del maíz que se practica en los Estados Unidos se ha expandido a tasas elevadas, alcanzando una capacidad de producción similar a de Brasil (RFA, 2006 apud CGEE, 2006). Otros países han implementado programas para la inclusión de bioetanol en sus matrices energéticas, tales como Australia, Canadá, China, Costa Rica, Colombia, India y Suecia (CGEE, 2006).

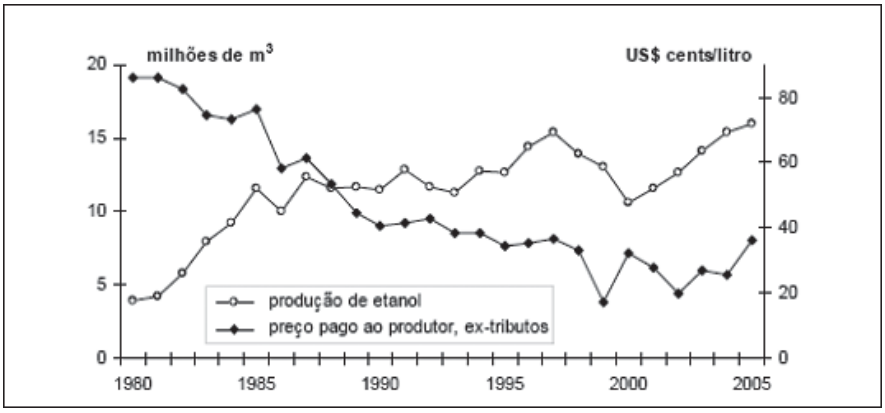
La producción actual de bioetanol en Brasil es equivalente a unos 200 mil barriles de petróleo, casi totalmente consumido por el mercado interno, lo que representa el 40% del mercado de la gasolina. Toda la flota de vehículos livianos en Brasil emplea el bioetanol sea en mezcla con gasolina para 18 millones de autos que utilizan este combustible, o como bioetanol hidratado puro en 3,5 millones de vehículos con motores para el biocombustible, incluido a través de la tecnología “flexfuel”, lanzado con gran éxito en 2003, al permitir el propietario del auto llenar su vehículo con cualquier proporción de gasolina o bioetanol hidratado (ANFAVEA, 2006 apud CGEE, 2006).

Las perspectivas de exportación se proyecta un incremento durante el año de 2005 y se ha exportado más de 2,6 millones de litros, no se puede decir que ya existe un mercado consolidado exterior para el bioetanol brasileño, que sigue siendo una posibilidad grande y atrac-

tiva, que depende principalmente reducción de las barreras arancelarias traído por los europeos y los estadounidenses contra el producto brasileño (CGEE, 2006).

En su conjunto, el azúcar y la industria del bioetanol en Brasil cada año suma R$ 8,3 billones de la economía brasileña (1,6% del PIB) y genera 3,6 millones de empleos directos. En la cosecha 2005/2006, la producción de caña de azúcar ocupó 5,4 millones de hectáreas, de las cuales alrededor de 2,7 millones fueron destinados a la producción de etanol. La producción total de caña de azúcar (para bioetanol y azúcar) superó los 430 millones de toneladas procesadas en 313 plantas, que utilizan aproximadamente la mitad

GRAFICO 1:
Evolución de la producción y precios de bioetanol en Brasil



Fuente: ÚNICA 2006 apud CGEE, 2006.

del azúcar disponible para el combustible, con una capacidad instalada de casi 18 millones de litros al año. La continuación se muestra el desarrollo de la producción de bioetanol y los precios al productor (UNICA, 2006 apud CGEE, 2006).

En los últimos años, debido a la expansión del mercado interno de bioetanol (asociada en gran medida al éxito de los motores “flexfuel”, que recientemente ha alcanzado el 75% del mercado de automóviles nuevos y la posibilidad de acceso a los mercados extranjeros, se observa una importante recuperación de la inversión agroindustrial, con más de 40 nuevas plantas en construcción o en expansión.

En condiciones típicas en la región sureste, se estiman los costos de producción de bioetanol en aproximadamente US$ 0,30/L, de los cuales aproximadamente el 60%

corresponde a materia prima. Teniendo en cuenta el precio de paridad con el petróleo es más económicamente viable producir etanol, ya que su precio sería de entre 30 y 35 dólares/barril, abajo de los valores generalmente practicados hoy para los combustibles fósiles (CGEE, 2006).

Sobre el tema de los costos de producción, lo cual es clave para garantizar la opción de sostenibilidad, los números son muy favorables a Brasil. De acuerdo con datos de la edición de BNDES - Visión de Desarrollo - los costos de producción de bioetanol de la caña de azúcar en Brasil es de US$ 40,00/barril de petróleo equivalente, mientras que en los Estados Unidos asciende a US$ 52,00, y llega a US$ 75,00 cuando ellos hacen omiten los subsidios otorgados por el gobierno (E. Santo, 2007).

La industria de la caña de azúcar en Brasil logra los más bajos costos de producción en todo el mundo, tanto en azúcar, como en alcohol, siendo altamente competitivo en el mercado internacional (Gonçalves, 2005 apud Rodrigues y Ortiz, 2006).

El costo de producción de 1 litro de bioetanol en Brasil es aproximadamente la mitad del valor en dólares logrado en Europa y un 30% menos que en los Estados Unidos. Los costos de mano de obra y de la tierra son relativamente baratos en las principales regiones productoras de Brasil (en comparación con los principales países productores) y esto explica parte de la diferencia, pero estos precios pueden aumentar en el futuro. A pesar de todo, la conclusión parece obvia: el bioetanol va a ocupar un papel más importante en el sistema de transporte de energía y se incluye como un ítem de importancia nacional para las exportaciones en el mercado internacional que necesitan combustibles limpios y renovables (E. Santo, 2007).

El sector brasileño de la caña de azúcar como un todo, desde producción agrícola hasta la producción de azúcar y de bioetanol, es responsable por R$ 40 billones, equi-

CUADRO 5:

Costo de producción del bioetanol en algunos países, en 2007

País/Región y Producto	Costo de Producción (US$/L).
Brasil (caña de azúcar)	0,22 – 0,28
Estados Unidos (maíz)	0,30 – 0,35
Europa (remolacha azucarera)	0,45 – 0,55

Fuente: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), citada em BNDES - Visão do Desenvolvimento, 2007.

valente a 2,35% del PIB y genera R$ 12 billones en tasas e impuestos. El costo de producción de bioetanol ha ido disminuyendo en términos reales en las últimas décadas, estimulado principalmente por las acciones del gobierno en el PROALCOOL, como: mezcla obligatoria de bioetanol del 20% al 25% en volumen de gasolina, la variación depende de las condiciones del mercado; reducción de los impuestos en el combustible (gasolina es tasada en US$0,30/L mientras que el bioetanol tiene un precio alrededor de US$ 0,17/L), la reducción del IPI (Impuesto por Producto Industrializado) para los vehículos que usan bioetanol y el suministro de las líneas de crédito subvencionadas el sector de la caña de azúcar.

Como uno de los objetivos principales para el aumento del uso de bioetanol en Brasil fue reducir la dependencia del petróleo importado, es interesante ver sus resultados en consecuencia, después de tres décadas.

Teniendo en cuenta el período de 1975 a 2005, se produjeron 275 millones de m³ de bioetanol, equivalentes a 1.510 millones de barriles de petróleo, lo que equivale a más del 11% de las actuales reservas probadas de hidrocarburos en el subsuelo brasileño. La valoración de esta producción el precio de la gasolina en el mercado mundial, y un ahorro de en ese período de US$ 69,1 billones, sin incluir los gastos e intereses de la deuda externa (Nastari, 2005 apud CGEE, 2006).

El comercio de compra y venta de bioetanol se producen a través de las distintas partes del sector de la caña de azúcar. Las negociaciones se caracterizan por transacciones directas en el mercado de combustibles. El uso de contratos con cantidades fijas y los precios fijados por los indicadores está evolucionando rápidamente, como los indicadores de precios de bioetanol anhidro e hidratado (CEPEA-ESALQ).

Al final de la temporada de 1998, el bioetanol brasileño pasó a ser negociado en la Bolsa de Valores, esta Bolsa del Bioetanol fue creada con el objetivo de vender exclusivamente de manera interna y por medio de acuerdos el bioetanol producido por 181 unidades en operación en la región Centro-Sur, y fue responsable por 85% de las ventas del bioetanol carburante producido. Esta empresa fue terminada por ser caracterizada como un cartel de los organismos encargados del control de las reglas del mercado.

Desde el año 1999, el gobierno ha estado involucrado en la comercialización a través de subastas de compra y venta que son realizadas por Petrobras. Mientras las corretoras median las negociaciones para el mercado interno (Marjotta-Maistro, 2002).

En la zona Centro-Sur en 1999, la BR Distribuidora - Petrobras respondió por el 16% de las ventas totales de bioetanol anhidro e hidratado, Ipiranga - incluye Compañía Brasileña de Ipiranga (DPPI) y Distribuidor de

productos Ipiranga (DPPI) fue responsable por 14%, Shell y Esso 13% cada uno, Texaco 7% y de otras 157 distribuidores comercializaron el 37%. (ANP-citada Marjotta Maistro, 2002).

Según la Agencia Nacional de Petróleo (ANP), en 2000, 160 distribuidores participaron en la comercialización de gasolina y 165 para el bioetanol hidratado en cinco mayores distribuidores del país representaron la venta de aproximadamente 63% de bioetanol anhidro y 53% de bioetanol hidratado y los 30 mayores distribuidores han comercializado casi la totalidad del producto: más de 90% de bioetanol anhidro y 86% de bioetanol hidratado (Marjotta-Maistro, 2002).

En la temporada 2000-2001 la región Centro-Sur, los cinco grandes grupos han comercializado el 63% de bioetanol hidratado y 53% de bioetanol anhidro producido, lo que le permite comprobar el grado de concentración de la producción. Estos grupos se fortalecieron a partir de la temporada 1998-99 en un momento en que había gran mercado para los excedentes de alcohol, lo que disminuyo los precios de los productos.

En la temporada 2001-2002, el porcentaje de bioetanol comercializado por estos grupos se ha reducido a 50% del comercio total, como se muestra a seguir (Marjotta-Maistro, 2002).

El bioetanol hidratado como combustible se compra por los distribuidores y es dirigido a las estaciones de servicio ubicadas en todas las regiones del país, generando alrededor de 29 mil empleos. A principios de 2002, estos establecimientos

CUADRO 6:

Participación de los grupos de comercialización en negociaciones de bioetanol en la región Centro-Sur en 2000-2001 y 2001-2002 (en %)

Grupos	Zafra 2000-01		Zafra 2001-02	
	Anhidro	Hidratado	Anhidro	Hidratado
COPERSUCAR	25,87	32,67	19,22	23,99
Sociedade Corret. Álcool	18,72	11,87	19,74	7,16
BIOAGÊNCIA	5,54	4,58	6,11	4,50
Central Paran. de Álcool	1,81	6,62	2,65	8,29
SOL	4,19	6,82	5,61	7,22
Participación total	56,13	62,55	53,33	51,15
Independientes	48,87	37,45	46,67	48,85

Fuente: UNICA apud (Marjotta-Maistro, 2002).

se encontraron en mayor número en el sureste (47,57%), seguido por el Sur (21%). En la región Central (Sureste, Sur y Centro-Oeste), se ubica 78% de los puestos de venta de combustibles de Brasil (22.705 en total), siendo que, solamente en el estado de São Paulo se encuentran el 35% de la cantidad total (Marjotta-Maistro, 2002).

Los distribuidores de combustible asociados con el sindicato nacional de empresas de servicios públicos, combustibles y lubricantes (Sindicom) son los que tienen el mayor interés en la venta de bioetanol carburante en el país. Los números registrados en la comercialización de estas empresas permiten la evaluación del grado de concentración del mercado comprador de bioetanol en el país por Sindicom, en 2001 habían 82 bases recogiendo gasolina y bioetanol por todo el país, de los cuales 12 se encontraban en estado São Paulo (lo que representa el 15% del total). Estas bases son definidas tomando en cuenta criterios de infraestructura y logística que permiten el uso de la carretera, por ferrocarril y por vía de la recaudación y distribución de los combustibles, lo que significa una ventaja comercial frente a otras empresas (Marjotta-Maistro, 2002).

La participación en la comercialización de bioetanol hidratado, sobre todo en los grandes distribuidores ha disminuido con el tiempo. Según Sindicom (2001), el 40% del bioetanol hidratado fueron negociados por las empresas miembros en 2000. En el final del año de 2001, este porcentaje ha reducido a 10%. Este comportamiento está relacionado con la falta de organización y de supervisión por parte del gobierno, y el esquema que se ha adoptado para la recaudación de los impuestos sobre el bioetanol.

Actualmente, la Agencia Nacional de Petróleo (ANP), miembro de la Agencia de Administración Pública Federal, dependiente del Ministerio de Minas y Energía, responsable por la regulación, supervisión y contratación de las actividades económicas de la industria del petróleo y bioetanol se hizo cargo de la coordinación y supervisión del sector de combustibles (Marjotta-Maistro, 2002).

Las dificultades para estimar el mercado externo son grandes porque los diferentes niveles de la suma de las demandas y de la oferta de bioetanol pueden realizarse en muchos casos, del producto nacional en otros países. Tomando las proyecciones del mercado de la gasolina (aproximadamente el 25% de un mercado mundial de 82 millones de barriles de petróleo) y considerando la adición de bioetanol al 10%, lo que representa una demanda potencial de 119 millones de litros de bioetanol al año. En 2005, Brasil fue el mayor productor de caña de azúcar del mundo, con 38,15% de la producción mundial, seguido por India (20,96%), China (7,92%), Pakistán (4,26%) y México (4,08%).

CUADRO 7:

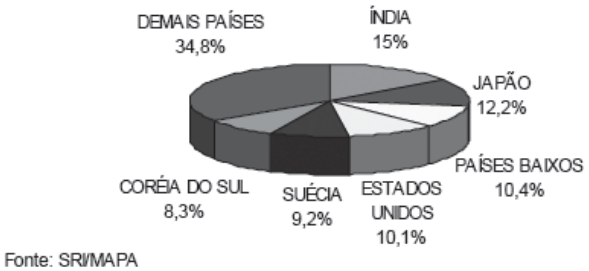
Principales países productores de caña de azúcar - 2005

País		Producción de Caña de Azúcar (miles t)	Particip. (%)	Área Cose-chada (miles t)	Particip. (%)	Productividad (t caña/ha)
1	Brasil	422.926,00	38,15%	5794	35,00%	72,99
2	India	232.300,00	20,96%	3602	21,76%	64,49
3	China	87.768,00	7,92%	1361	8,22%	64,49
4	Paquistan	47.244,00	4,26%	967	5,84%	48,86
5	Mexico	45.195,00	4,08%	636	3,84%	71,06
6	Tailandia	43.665,00	3,94%	1097	6,63%	39,80
7	Colombia	39.864,00	3,60%	426	2,57%	93,54
8	Australia	37.822,00	3,41%	434	2,62%	87,15
9	Indonesia	29.505,00	2,66%	435	2,63%	67,83
10	Estados Unidos	25.308,00	2,28%	373	2,25%	67,85
11	Africa del Sur	21.265,00	1,92%	428	2,59%	49,68
12	Filipinas	20.795,00	1,88%	369	2,23%	56,36
13	Argentina	19.300,00	1,74%	305	1,84%	63,28
14	Guatemala	18.500,00	1,67%	190	1,15%	97,37
15	Egito	17.091,00	1,54%	135	0,82%	126,60
TOTAL		1.108.548,00	100,00%	16552	100,00%	71,42

Fonte: FAO, Elaboração André Greenhalgh

GRÁFICO 2:

Porcentaje de los principales destinos del bioetanol brasileño, exportados en 2005



Fuente: Informe Nacional de situação e perspectivas da agricultura 2006 -2007.

Brasil responde por 45% de la producción mundial de bioetanol, cuyo destino principal fueron India (15%), Japón (12,2%) y Holanda (10,04%). Es de destacar que el 34,8% de las exportaciones brasileñas se dirigen a varios países.

Las exportaciones brasileñas de bioetanol todavía son muy tímidas se comparadas con el mercado potencial mundial. De 1995 a 2003 las exportaciones bajaron cuantitativamente y así como los precios.

Desde 2004 hasta 2006, la situación del bioetanol se ha cambiado, presentando una fuerte exportación de casi cuatro veces más entre 2003 y 2004. En 2006, el precio promedio llegó a US$ 468,11/m³, correspondiente a un incremento relativo del 36,91% con respecto al precio medio de 2005.

En cuanto a las proyecciones del mercado global de bioetanol en 2010 los números fueron alentadores, teniendo en cuenta su uso en los países fue en 66 billones de litros (IEA / EET 2005 apud CGEE, 2006), las unidades de producción industrial, en una estimación conservadora consideran que van exportar aproximadamente 5,9 billones de litros (Rodrigues, 2005 apud CGEE, 2006) y en una estimación optimista, 13,3 billones de litros (Stupiello, 2005 apud CGEE, 2006).

Para el mercado de Estados Unidos – lo más importante (43% de la demanda mundial de gasolina) y el primero entre los países desarrollados en la adopción del bioetanol, según la Administración de Información de Energía, una agencia del gobierno de los Estados Unidos, las importaciones de bioetanol de Bra-

CUADRO 8:

Exportaciones Brasileñas de bioetanol (mil m³) por año

Año	Cantidad (mil m³)	Var. % año	Valor (Millones US$)	Var. % año	Precio (US$/m³)	Var. % año
1995	320	-	106,92	-	417,55	-
1996	261	-22,61%	95,42	-12,05%	456,46	8,52%
1997	147	-77,55%	54,13	-76,28%	369,24	-23,62%
1998	118	-24,58%	35,52	-52,39%	301,21	-22,59%
1999	407	71,01%	65,85	46,06%	161,70	-86,28%
2000	227	-79,30%	34,79	-89,28%	153,07	-5,64%
2001	346	34,39%	92,15	62,25%	266,57	42,58%
2002	759	54,41%	169,15	45,52%	222,86	-19,61%
2003	656	-15,70%	157,96	-7,08%	240,69	7,41%
2004	2321	71,74%	497,74	68,26%	214,41	-12,26%
2005	2592	10,46%	765,53	34,98%	295,31	27,39%
2006	3429	24,41%	1.605,00	52,30%	468,11	36,91%

Fuente: MDIC, elaboración Andre Greenhalgh

sil deberían llegar a 2,2 billones de litros en 2025, cuando se espera que el consumo en Brasil llegue a 51,6 billones de litros y en todo el mundo alcance 88,6 billones de litros.

Incluso en este escenario y también para 2025 se espera que las importaciones de bioetanol esté situado a unos 20 billones de litros para cubrir la diferencia entre el consumo probable y disponibilidades previstas. Es razonable que el Brasil, sobre todo por su experiencia y disponibilidad de recursos naturales representan una gran parte de este mercado, pero el escenario actual está lleno de incertidumbres y limitaciones al cambio de eses valores (CGEE, 2006).

La oferta del mercado del azúcar se incrementará con la dependencia externa en el mercado asiático motivado especialmente por el aumento del consumo per cápita y la urbanización, especialmente en China. Según los expertos, esta demanda adicional sobre la oferta mundial se refleja en un aumento de hasta 10 millones de toneladas de exportaciones adicionales de azúcar en los próximos 6 - 8 años.

En este contexto, se estima que en 8 años, Brasil exportará 25 millones de toneladas por año, sumado a un consumo interno alrededor de 11,5 millones de toneladas, que se suma a 36,5 millones de toneladas de azúcar. Estos datos son muy importantes para la inter-relación entre el bioetanol y el azúcar, la asignación de lastre adicional de la competitividad del biocombustible.

Las siguientes informaciones se refieren a las exportaciones de caña de azúcar y bioetanol entre los años 2004 y 2005.

Los ingenios azucareros, sin la autoridad del Estado, se encontraron frente a retos que no estaban completamente preparados. Muchos de ellos habían invertido en la reducción de costos y en la mejora de la calidad de sus productos, pero aún no se había desarrollado la capacidad de servir a nuevos mercados en el azúcar.

Esas inversiones se han modernizado para adaptarse a las condicio-

CUADRO 9:

Exportación de la caña de azúcar y etanol

Producto	Valor (Millones US$)			Cuantidad (mil t)			Precio promedio (US$/t)		
	2004	2005	%	2004	2005	%	2004	2005	%
Azúcar	2.640	3.919	48,4	15.764	18.147	15.1	167	216	29,0
Alcohol	498	766	53,8	1.927	2.080	7,9	258	368	42,5

Fuente: Secex/MDIC apud Informe Nacional de la situación y perspectivas de la agricultura 2007: Brasil, 2006.

nes del mercado, la diversificación de sus actividades a la producción de derivados de mayor valor agregado y las operaciones de logística para la exportación. Con la diversificación de la producción se ha incrementado la participación de la financiación privada en las grandes alianzas.

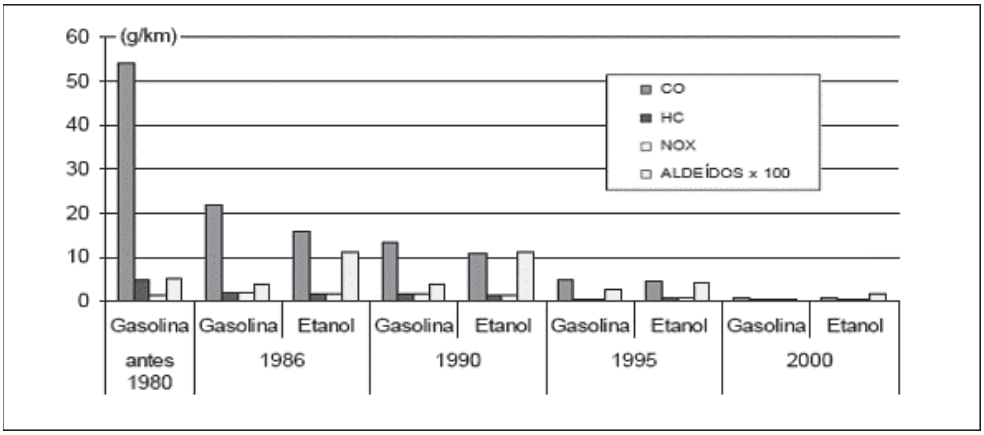
El conjunto para suministrar azúcar en una transnacional puede presentarse en tres formas diferentes:

a) Las alianzas estratégicas con grupos de unidades competitivas, cuando hay inversión en la diversificación productiva y/o actividades complementarias (operaciones portuarias);
b) Asociación de la inversión en las explotaciones agrícolas y el flujo logístico de los terminales portuarios y del suministro de los cultivos de caña de azúcar, con unidades menos competitivas y,
c) Compra directa de participaciones en las centrales o grupos de unidades.

En cuanto al bioetanol, el mercado internacional es aún pequeño, pero crece de forma sorprendente. Sin embargo, el carácter estratégico del producto debe inducir a un cierto grado de proteccionismo, lo que dificulta el acceso de las ventas brasileñas y compras de grandes volumes en los principales países consumidores, como caso de la Unión Europea y el propio Estados Unidos, que claramente favorece la producción nacional antes de recurrir a las importaciones.

GRÁFICO 3:

Las emisiones de los vehículos nuevos por año de fabricación en Brasil



Fuente: IBAMA, 2006 apud CGEE, 2006.

2.1.3. Aspectos Ambientales y sociales

En términos globales, en particular para los países industrializados y en especial a Brasil, que están comprometidos con los objetivos del Protocolo de Kyoto, el uso de bioetanol es una de las maneras más eficaces para reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero asociadas al consumo de energía en sector de transporte.

A continuación se muestra la evolución de emisiones de los nuevos vehículos, que muestra el efecto positivo de la mejora simultánea en los motores y en el combustible señalado, a partir del 1986 se considera para la gasolina la mezcla gasolina/bioetanol (CGEE, 2006).

La preservación de las reservas naturales

A medida que los límites de la producción de bioetanol se desarrollan sobre la sabana natural - cerrado - cobertura vegetacional frágil debido a la relativa pobreza de los suelos y, en ciertos lugares, sujetos a largos períodos de escasez de agua - es importante establecer reglas claras y auditadas apropiadamente para la preservación del patrimonio natural, expresada por la diversidad de la fauna y la flora de esta región.

Debido a otros cultivos, principalmente soja, se calcula que las formaciones naturales del cerrado han reducido a una tasa de 3% anual, y que con esta evaluación alrededor del 50% ya han sido destruidos (Macedo, 2005).

Se han realizado medidas del Gobierno para reducir el impacto de la ampliación sobre la biodiversidad, tales como la legislación de preservación de las cuencas hidrográficas y los bosques ribereños (Ley Estatal 9989 de 1998) y en nivel federal, el Código Forestal (Ley 4771 de 1965), en este último caso, tiene actuado de manera insuficiente, en particular con respecto a sus determinaciones específicas para el mantenimiento de un área de preservación permanente a lo largo de los cursos de agua.

Las áreas protegidas como reservas naturales y parques en el cerrado son pocos, como el Parque Nacional de las Emas en Goiás y otras unidades de carácter local. La definición de las nuevas áreas y su correcta aplicación podría llevar a 10% las áreas protegidas en el cerrado.

Con el objetivo de aliviar la demanda de recursos naturales se ha desarrollado técnicas para mejorar la productividad y la calidad de la caña de azúcar, hoy la actividad profesional ocupa menos tierra, además de gradualmente utilizar más racionalmente las fuentes de agua de los acuíferos y de ampliar la adopción de métodos orgánicos para combatir plagas y enfermedades mediante la sustitución de la utilización de pesticidas químicos y el uso controlado de fertilizantes minerales y también reducir los desechos principalmente por reciclar

los residuos del proceso (vinaza y la torta de filtro) por la llamada "agricultura de precisión", estas técnicas deben ser mejoradas y llevadas ampliadas para toda producción de caña de azúcar nacional (CGEE, 2006).

Impactos Ambientales

No se sabe si ya hay propuestas o acuerdos entre los gobiernos estatales y los órganos de representación de este sector con respecto a evitar la quema de unos pocos millones de hectáreas de plantaciones en el futuro, en la cosecha de las nuevas regiones, similar al firmado con el actual gobierno de São Paulo. Solo en este estado (SP) se quema 2,5 millones de hectáreas, lo que libera a la atmósfera una carga de 700.000 toneladas de carbón cada año. Otro aspecto importante es la dificultad para hacer cumplir con el Código Forestal de Brasil, en particular, la reserva legal. Si obedecido, los efectos del monocultivo de la caña de azúcar no son tan graves como se promociona, incluyendo qua áreas sustituyen ya cultivadas. Estas precauciones evitarán inversiones equivocadas u otras situaciones que puedan exigir medidas correctoras en el futuro (E. Santo, 2007).

Los impactos positivos y negativos serán mayores o menores en función de la dinámica del mercado internacional energético y de las políticas públicas que establecen límites y condiciones objetivas para que el proceso prosiga de manera sostenible. Estas políticas también deben ser entendidas en su aspecto de desarrollo. Es decir, la reducción o la eliminación de los obstáculos conocidos (especialmente el llamado Costo Brasil) e igualando las consecuencias inevitables en términos de la vida social, del medio ambiente y la reducción de las actividades competitivas.

La pregunta central es ¿cuáles son las carencias en materia de políticas públicas y acciones de gobierno para la expansión intensa y rápida en el cultivo de caña de azúcar en algunas regiones?

En cuanto a los impactos que generan los cambios repentinos en el mercado de los cereales, las semillas oleaginosas, la tierra y el trabajo, la calidad del aire debido a los incendios, etc., todavía no es una evaluación objetiva que se conoce en los programas correspondientes de las tres esferas del gobierno. Es decir, la mano invisible del mercado está haciendo su parte. La otra parte tiene que ser más rápido para evitar problemas conocidos (E. Santo, 2007).

Por otro lado, la entrada de los biocombustibles como un componente importante de la energía mundial sin duda causan un gran impacto económico y político en muchos países, y en las relaciones comerciales entre ellos. Su rápido ascenso a "commodities" objeto de comercio internacional, a nivel mundial, de alta escala debe generar un gran número de problemas asociados con el cambio tecnológico no solo

para su uso efectivo, especialmente en los motores, sino también en su producción, lo que implica una amplia gama de materias primas y tecnologías y una amplia gama de productores potenciales. Por otra parte, existe una gran sensibilidad a las cuestiones ambientales, tanto desde la perspectiva de la reducción de las emisiones de dióxido de carbono, como el peligro de daños en el medio ambiente generada por extensas plantaciones de insumos energéticos.

Este complejo panorama y cambios profundos, influenciados por las fuerzas económicas y políticas, tienen medidas proteccionistas destinadas a los intereses de los países y grupos específicos, a través de la utilización de los obstáculos técnicos al comercio, que ya está ocurriendo en Europa en las manifestaciones contra la importación de bioetanol de Brasil, alegando daños ambientales y violaciones de derechos humanos en su producción, que ya está generando en Europa, bajo la presión de los ambientalistas y de los productores europeos de biocombustibles (temerosos de su baja competitividad) la certificación socio-ambiental para toda importación de biocombustibles (Programa Brasileño de Certificación de Biocombustibles - PBCB - Proyecto de Certificación de Bioetanol - INMETRO, 2007).

Sostenibilidad Ambiental

Brasil por detener una mayor porción situada en zonas tropicales y subtropicales, le posibilita durante todo el año una intensa radiación solar (base para la producción vegetal), el país también tiene una amplia diversidad de climas y una exuberante biodiversidad, y una cuarta parte de las reservas de agua dulce mundial.

El principal reto de la sostenibilidad es hacer el mejor uso posible de los recursos humanos y materiales disponibles, y de modo a reducir al mínimo el uso de recursos externos, sea a través de la regeneración más eficiente de los recursos internos, o una combinación de estos dos factores, que garanticen el uso eficiente y eficaz de lo que ya está disponible y así se asegurará de que el cambio dependiente de sistemas externos se mantienen a un nivel razonable.

Los agrocombustibles es un modelo de producción de energía que tiene un gran potencial para promover la sostenibilidad, en gran parte debido a que permite a los sistemas producir insumos energéticos basados en condiciones ambientalmente apropiadas y socialmente justas. Para que se logre esta sostenibilidad es esencial políticas que determinarán agro-prácticas conservacionistas en los cultivos energéticos.

La primera es la posibilidad de dedicar nuevas tierras, sin reducir la superficie dedicada al cultivo de los alimentos y los impactos ambientales a los impuestos socialmente aceptados. En muchas zonas del país, es posible hacer múltiples cultivos de secano en un año, pero

con el riego, esta posibilidad de varios cultivos aumenta mucho. Por lo tanto, el aumento de la producción en la industria de la caña de azúcar está estrechamente relacionado con la incorporación de nuevas áreas. Esta expansión geográfica de los monocultivos de caña de azúcar se reconfigura el espacio geográfico y presiona formas de vida tradicionales y la agricultura familiar.

Conservación de la Biodiversidad y Cambio Climatico

Producir energía en la agricultura, con énfasis solamente en el comportamiento del mercado puede conducir al monocultivo, lo que sería desastroso para el medio ambiente y para la sostenibilidad de los agricultores. Tres tendencias de la sostenibilidad del medio ambiente deben ser consideradas:

1. La "especialización" de la propiedad familiar es la capacidad de desarrollar múltiples actividades simultáneas. Es esta característica los sistemas de producción de la familia asegura la biodiversidad de los ecosistemas. Por lo tanto, la producción de biocombustibles debe estar asociado con otras actividades complementarias.
2. El factor ambiental en la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera - el principal responsable del calentamiento global - ha aumentado considerablemente, a niveles que los científicos temen que los efectos del calentamiento global pueden manifestarse con mayor rapidez de lo esperado. Los niveles de CO_2 han aumentado más de 2 ppm (parte por millón) en el bienio 2001/2002 y 2002/2003, más que en años anteriores, de 1,5 ppm, una tasa que ya se consideraba muy alta.

Las grandes variaciones en los picos de concentración de CO_2 están asociadas con la actividad industrial (intensificación de la combustión de petróleo y derivados) y también por más años de experiencia intensa con el efecto climático El Niño (cuando la liberación de carbono a través de árbol de descomposición supera a la eliminación del carbono aire por la fotosíntesis), pero como recientemente el fenómeno El Niño no estaba activo, este fenómeno no puede ser culpado por el aumento en la concentración de CO_2.

3. En Brasil, hay pocos estudios relacionados con los efectos del cambio climático en la agricultura. Entre estos efectos, el cambio climático implica alteraciones en la incidencia de enfermedades en las plantas, lo que puede suponer graves consecuencias económicas, sociales y medioambientales. La situación fitosanitaria actual se alteraría de manera significativa, lo que obliga al desarrollo de estudios para reducir la vulnerabilidad de la agricultura a

los cambios y la búsqueda de estrategias de adaptación a largo plazo.

Articulación de los Pequeños Productores en el Proceso Agroindustrial

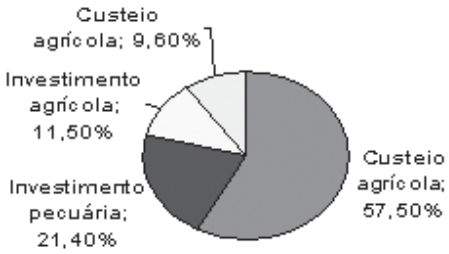
Uno de los mayores retos en el desarrollo de sistemas para la producción de biocombustibles y su expansión sostenible en nuevas áreas geográficas es la necesidad de involucrar de manera eficiente los pequeños agricultores. Los efectos de escala en las tecnologías para un mejor rendimiento, la inversión y el desarrollo sensible a la modularidad de los mecanismos de producción y de gestión pueden conducir a una polarización entre los mundos de los pocos productores altamente técnicos y la mayoría en agricultores tradicionales sin tecnología adecuada, lo que lleva a una concentración de la tierra y la exclusión progresiva de los pequeños productores capitalizados y sin preparación.

El seguimiento de la coyuntura de mercado de las cadenas de producción más importantes es fundamental para la definición de políticas, la adaptación y el cambio de tamaño de las propiedades.

Los escenarios de proyección de las cadenas de suministro en el sector agrícola enfoca en el estudio de las cadenas de producción de la agricultura familiar y la agroindustria en el mercado nacional e internacional, con visión a una mejor comprensión de las consecuencias de la dinámica de cada una de las cadenas de suministro.

El Programa Nacional de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar (PRONAF) en los últimos cuatro años, además de garantizar los recursos

GRÁFICO 4:
Distribución de los financiamientos rurales concedidos por el PRONAF segundo actividad y finalidad, Brasil 2005



FUENTE: SAF – Pronaf

para la inversión y la financiación de la agricultura familiar, comenzó a ofrecer servicios de crédito a los productores establecidos y jóvenes que estudien en las escuelas técnicas, además de financiar la ejecución de proyectos centrados en la agroecología.

La distribución del valor de los préstamos concedidos por el PRONAF en las zonas rurales segundo su orden es presentado en el grafico abajo.

Formación y Capacitación de los Recursos Humanos

Para la expansión de la producción de biocombustibles, la base de recursos humanos para la correcta implementación, operación y mantenimiento de proyectos en sus aspectos agrícolas e industriales es esencial. Se trata de un factor cuya disponibilidad se requiere tiempo, recursos y planificación adecuada, y actuar de otra manera relevante para dar mayor extensión social a los resultados económicos de la producción de biocombustibles. Su importancia es tan grande que en algunos casos, las recientes decisiones de invertir en plantas de producción de bioetanol se han definido en base a la existencia de personal especializado.

En este sentido, es importante tener en cuenta esta cuestión no solo en términos de la educación superior profesional, así como la cualificación de los profesionales en todos los niveles de experiencia, con énfasis en los cursos de nivel técnico en las áreas relacionadas con la producción de biocombustibles y cursos nivel básico, proporcionan la base para los programas posteriores. Las asociaciones con SENAI, SENAC, SENAR y SENAT es una de las formas de ampliar la formación personal.

Al mismo tiempo, los esfuerzos del MDA, en la cualificación de la asistencia técnica y de los agricultores en temas de gestión productiva y de las empresas en la integración de la comercialización, se han logrado resultados fructíferos en la sostenibilidad de las unidades de producción de base familiar.

La extensión se dirige como una herramienta para la promoción de la sostenibilidad rural a través de la adopción de métodos participativos y con énfasis en la tecnología basada en los principios de la agroecología.

Aspectos Laborales – Condiciones Laborales

La mano de obra en la industria de la caña de azúcar se emplea en las etapas de producción de plántulas, siembra, la eliminación de hormigas, el mantenimiento de las carreteras y vehículos, al operar maquinaria, la cosecha manual y retirada de desechos. En todas estas actividades, la que tiene mayor demanda de mano de obra es la cosecha, que es responsable por más del 60% de la fuerza laboral (Gonçalves, 2005). La forma de pago utilizada

en esta fase es el régimen de la productividad de los trabajadores, en la que la renta fija mensual se incrementa debido a un mayor rendimiento en la cosecha de la caña de azúcar.

El trabajo en la industria azucarera emplea más, aun que se ha desarrollado los procesos de mecanización, se sigue cortando caña de azucar manualmente. Tratase de una actividad repetitiva, que es dolorosa y reduce la expectativa de vida de trabajo en 10 años. Un cortador de caña de azúcar le da un promedio de 6.000 a 10.000 lances con una machete y camina un promedio de 4.000 metros por día entre hileras plantadas con caña de azúcar.

El promedio de producción de un trabajador en la región de Ribeirão Preto - SP hoy alcanza 12 toneladas por día, mientras que en 1980 era de 6 toneladas por día. A pesar de la productividad se ha duplicado en 30 años, el salario base de los cortadores de caña se bajo casi a la mitad (Alves, 2006). El promedio de 2,5 salarios mínimos en 1980, ahora no alcanza a un cortador de caña un promedio de 1,5 salarios mínimos. Este valor no se encuentra entre los más bajos de los trabajadores en las zonas rurales, sin embargo, la temporalidad del empleo (hasta 8 meses) requiere que el ingreso mensual se redistribuye a los meses restantes del año. La presión constante para aumentar la productividad de cosecha de la caña de azúcar ha causado enormes problemas para la salud del trabajador (Gonçalves, 2005)

En respuesta a estos problemas de salud graves, que llegan a extremos como la muerte en algunos casos, las empresas de la industria de caña de azúcar han amenazado al personal que utiliza los servicios de salud y que no son portadores de enfermedades que comprometen el trabajo. Para Scopinho (2000), es una manera de inhibir la demanda de atención médica y obligando al trabajador a buscar atención médica solo cuando se llega a los límites de las enfermedades.

Por lo tanto, las muertes por exceso de trabajo se traducen como indicativo de una dicotomía de la industria nacional del azúcar, que, por un lado, cuenta con el equipo de producción más modernos, y del otro esclavizando a los trabajadores a través del desempeño de los sistemas de control de ausencias y citas médicas.

También con respecto a las condiciones de trabajo, se ha reducido la participación de la mujer en las actividades de corte de caña, en gran parte por el aumento de la demanda de los niveles de producción y del esfuerzo físico. Además, la Unión de Trabajadores Rurales Andradina, así como la Red Social y la CPT (2006) registraron casos de vergüenza para las mujeres, que se requieren certificados de la ligadura de trompas (esterilidad) para discriminar la condición mujeres para el servicio en la cosecha y evitar así,

por los contratistas, el pago de los derechos en caso de embarazo.

La mano de obra y el trabajo esclavo infantil en algunas regiones, muestran la gran precariedad de las relaciones laborales en el sector. En 1993, el 25% de los cortadores de caña de Pernambuco tenía entre 7 y 17 años de edad. De esta cantidad, el 42,2% recibió ningún salario y el 89,7% no estaba registrada legalmente. De modo que estos niños se integran al trabajo por sus padres como una forma de incrementar los niveles de producción y lograr altas cuotas de producción fijadas para cada trabajador pagado en el corte de caña (Araújo, 1999).

En los últimos años, la supervisión de las condiciones laborales en el sector de la caña de azúcar se ha intensificado. El gobierno brasileño firmó recomendaciones párrafos. 182, 138 y 146 de la OIT - Organización Internacional del Trabajo - que prohíbe las formas más precarias de trabajo y la edad mínima de 18 años para inclusión en actividades que provocan dolor. De hecho, hay una disminución del trabajo infantil en la última década.

Por otro lado, el sector sigue registrando casos de trabajo esclavo en el sector, no solo en la región noreste, donde se ubican las fábricas más antiguas del país, sino también en las áreas de producción modernas del estado de São Paulo. Recientemente, una operación del Ministerio de Trabajo encontró 430 cortadores de caña de azúcar que trabajan en condiciones precarias en la región de Bauru, São Paulo. Días antes, el Ministerio había encontrado 249 trabajadores más en condiciones de esclavitud en Campos de Julio, en Mato Grosso.

Las empresas con una gestión moderna, especialmente aquellos que tengan la intención de participar del mercado internacional, comenzaron a tomar un major cuidado con las condiciones de trabajo y presentó los programas especiales de educación y nutrición de los trabajadores. En general, ellos también están preocupados por evitar las pérdidas causadas por las huelgas, las enfermedades y las demandas, que pueden llevar a rebajas en la producción y afectar la imagen de la empresa internacionalmente.

La población indígena es particularmente sensible a la actividad de azúcar y bioetanol en Mato Grosso do Sul. El Centro para la Defensa de los Derechos Humanos Marçal de Souza, en 2004 produjo un informe que presenta algunas fábricas, donde la mano de obra empleada es indígena y está en condiciones de trabajo “precario y inhumana” (Biodiversidad 2006).

“Se habla de que serán implementadas 32 unidades de producción de azúcar y bioetanol en Mato Grosso do Sul, en los próximos años. [...] Hoy en día puede haber más de 20.000 indígenas trabajando en el sector cañero. Unos pocos miles que ya están trabajando en la cosecha de caña de azúcar, en un régimen caracterizado por las instituciones de derechos humanos,

como la semi-esclavitud y antropólogos y otros estudiosos, como muy propenso a desestructuración de la organización social de base de estas personas, sobre todo la desestabilización de las relaciones sociales fundamentales que son los lazos familiares".

Otra población fuertemente afectada para bien o para mal por la expansión de la producción de caña de azúcar es en el Vale Jequitinhonha y el interior de Piauí, Maranhão y el oeste de Bahia, las regiones donde la fuerte entrada de soja, se creó en las poblaciones, sin capacidad para mantener su vida tradicional, una reserva laboral temporal.

La cosecha manual de la caña de azúcar emplea a un gran número de los trabajadores migrantes. Según la AIE (SP) en 2005, de los 242.859 trabajadores temporarios en estado de São Paulo, el 40,8% eran no residentes. Esta alta incidencia de trabajadores migrantes y temporarios tiene un impacto significativo tanto en la cultura local, cuanto en el poder de negociación de los trabajadores locales oficialmente organizados.

La opción de utilizar la mano de obra migrante es una estrategia para reducir el costo de producción del sector de azúcar y bioetanol, una gran parte de la admisión de esta mano de obra se hace sin registro o a través de contratistas de trabajadores ilegales denominados "gatos".

La presión ejercida por los sindicatos de los trabajadores, principalmente en la década de 1980, obligó a la introducción de los servicios sociales que elevó los costos con mano de obra hasta en un 160%. El creciente número de conflictos dentro de la jurisdicción laboral, provocada por la violación de estos derechos, llevó a las empresas a externalizar los servicios a través de los "gatos" antes mencionados y las cooperativas ilegales, entre otros métodos. En consecuencia, los trabajadores perdieron sus derechos a vacaciones pagadas, pago del resto y la prerrogativa de demandar a sus empleadores (Carneiro, 2000). Así que el espacio fue creado para la acción de las falsas cooperativas ("Coopergatos" o "Gatooperativas") y la posibilidad de un empleo precario e ilegal (CUT / CONTAG 1999, p.101).

Desde finales de los años 90, el Ministerio de Agricultura recomienda la creación de "villas" en el que pequeños proveedores de caña de azucar puedan organizar y elegir un representante a cargo de la administración de los trabajadores y la representación legal de todos los miembros (Carneiro, 2000). Con esta medida se espera una mayor formalización de las relaciones laborales. Sin embargo, para FETAEMG - Federación de Trabajadores Agrícolas del Estado de Minas Gerais (2002) - Este nuevo acuerdo dificulta el trabajo de los sindicatos, sobre todo porque algunas industrias de este sector están cambiando las zonas de producción de caña de azúcar a los proveedores independientes organizados en condominios.

Por lo tanto, la representación colectiva de los trabajadores a través de sus sindicatos han sufrido enormes pérdidas, dado que esta nueva realidad impone la fragmentación y dispersión de la categoría en condominios. Aproximadamente el 65% de los trabajadores rurales de este sector no están organizados en sindicatos. El resultado es la tendencia cada vez mayor del empleo informal y precario.

Los migrantes no están sindicalizados, los sindicatos no pagan, de acuerdo con 5:1 (cinco días hábiles para uno del descanso), ya que no tienen las familias para pasar el fin de semana, no se organizan para negociar con las empresas, desmantelan los sindicatos, cortan más caña de azúcar para hacer efectivo su trabajo temporal y volver a la casa.

La Pastoral de los Emigrantes dijo que durante las campañas 2004/05 y 2005/06 murieron 14 trabajadores de corte de caña por exceso de trabajo. Eran jóvenes trabajadores entre 24 y 50 desde el norte de Minas Gerais, Bahía, Piauí y Maranhão.

Es evidente, incluso teniendo en cuenta los avances en la regulación del sector, la industria de la caña de azúcar ha dedicado poca atención a los problemas sociales que intervienen en el proceso de producción, siendo aún bastante frecuencia la amenaza de destrucción de empleo, la inseguridad laboral y la falta de respeto a la legislación brasileña (GUEDES et al, 2006).

2.1.4. Localización de la producción y posibilidad de expansión

La región del Centro-Oeste se ha convertido en las últimas tempo-

FIGURA 1:
Localización de la producción actual de la caña de azúcar en Brasil (rojo)

Fuente: Rodrigues e Ortiz, 2006.

radas como una nueva área de expansión del cultivo de caña de azúcar. El estado de Goiás tuvo un incremento del 81% en el área sembrada entre las cosechas de 1999/2000 y 2003/2004 y que ahora representa el 6,6% de la producción de caña de azúcar en Brasil. El estado de Mato Grosso do Sul y la zona sudoriental del estado de Minas Gerais sigue esta tendencia de expansión de nuevas áreas (IEL, 2006 apud Rodrigues y Ortiz, 2006).

Por esta razón, existe una gran presión sobre el cerrado, que es el bioma predominante en la región del Centro-Oeste. Esta tendencia de expansión se debe a la disponibilidad de mano de obra cualificada y la inclinación de la tierra, que son propicias para la mecanización del proceso de producción.

Se estima que la expansión de los cultivos de caña de azúcar, también ocurra en el estado de Maranhão, en la región fronteriza entre el cerrado y la amazonia, por medio de los programas gubernamentales que tienen como objetivo aprovechar las condiciones geográficas y la infraestructura de exportación favorable.

En una proyección de la evolución de la producción de bioetanol, teniendo en cuenta el importante crecimiento previsto para los próximos años, se observa que una

FIGURA 2:
Localización de las nuevas unidades productoras de bioetanol

Fuente: CGEE, 2006.

parte importante de la capacidad adicional que se aplicará en la region Centro-Sur y especialmente en el estado de São Paulo, aunque ya mostrando sígnales de saturación, como los precios del suelo muy caros y difíciles obtenciones de licencia ambiental para nuevos proyectos.

Los nuevos proyectos de centrales eléctricas, por un total de 89 proyectos, el 79 se instalarán en la región Centro-Sur, 39 en São Paulo y en los otros estados vecinos a São Paulo, sobre todo en Goiás y Minas Gerais (Rodrigues, 2006). La figura muestra la ubicación de las nuevas unidades de producción, que se explotarán hasta 2010 (CGEE, 2006).

La región oeste de São Paulo y los estados vecinos (Mato Grosso do Sul, Goiás y Minas Gerais) son las zonas de mayor productividad y de mayor expansión de la caña de azúcar para la exportación (Rodríguez y Ortiz, 2006).

El territorio nacional teniendo en cuenta las distintas clases de suelo, el tipo de clima, la topografía y las limitaciones ambientales, situado en carácter de una base de datos georeferenciada que permite definir con precisión un área con potencial efectivo para la industria de

FIGURA 3:

Potencial para la caña de azúcar, considerando suelo y clima, sin riego

Fonte: CGEE, 2006.

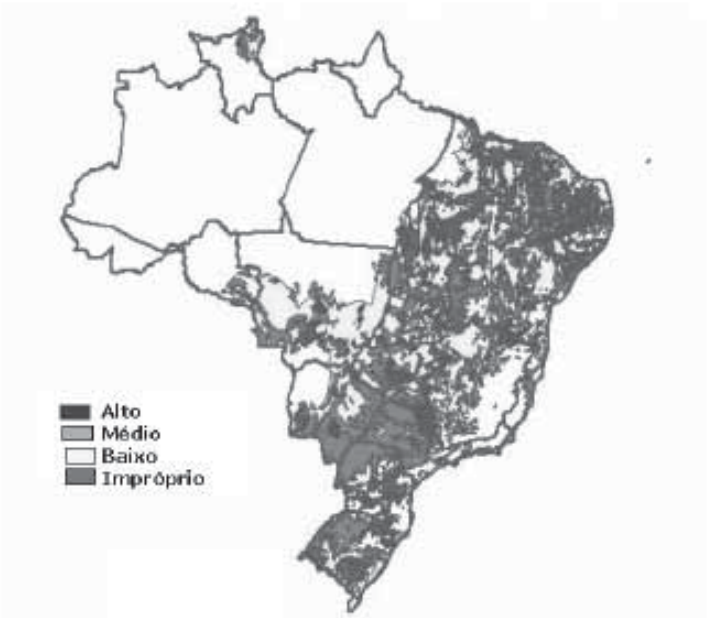
la caña de azúcar, considerando escenarios con y sin el uso de riego, muestra áreas con potencial para la producción de caña de azúcar, que se resumen en las figuras que se plantea a continuación, con áreas de inclinación con una pendiente promedia mayor que 12%.

En el mapa presenta el potencial de la plantación de caña de azúcar sin zonas de riego y se destacan las siguientes áreas por sus alto y medio potenciales: Al norte de Paraná, Centro-Oeste, al noroeste y al oeste de São Paulo, Minas Triángulo, Mato Grosso do Sul , el noroeste y el sur de Río Grande do Sul, sur de Goiás y algunas partes cerca de la costa del estado de Rio de Janeiro a Rio Grande do Norte.

En el mapa se presenta el potencial de la plantación de caña de azúcar en zonas de riego y se destacan las siguientes áreas por sus alto y medio potenciales: Al norte de Paraná, Centro-Oeste, Noroeste - oeste y norte de São Paulo, Oeste de Minas Gerais, el este de Mato Grosso do Sul, Oeste y Sur de Río Grande do Sul, sur de Goiás, algunas partes cerca de la costa del estado de Rio de Janeiro a Rio Grande do Norte, al oeste y sudeste de Bahía, en el sur Tocantins, parte sur de Rondônia y Mato Grosso en puntos aislados.

La disponibilidad de tierras para la expansión no es un impedimento

FIGURA 4:
Potencial para la caña de azúcar, considerando suelo y clima, con riego



Fuente: CGEE, 2006.

a la expansión de las plantaciones de caña de azúcar en condiciones adecuadas y con una intensidad de uso limitado debido a la disponibilidad de recursos naturales. Para los valores actuales de la productividad agrícola, la producción de 1 billón de litros de bioetanol requiere una superficie aproximada de 170 hectáreas y una producción de 28 billones de litros. La demanda estimada para el año 2013, se necesitarían alrededor de 4,6 millones hectáreas de plantaciones, lo que corresponde a toda la producción de caña de azúcar para producir bioetanol (MAP, 2006).

Los valores de la productividad y producción de caña de azúcar en Brasil reveló un rendimiento promedio de 73.10 t/ha, para el alto potencial presentó un rendimiento de 81,40 t/ha y para el bajo potencial presentó un rendimiento de 64,80 t/ha.

Las regiones con alto potencial están disponibles en un área 7,897 millones de hectáreas, lo que representa solo el 4,67% de las zonas de riego potenciales. Con el riego, la superficie con alta potencialidad se incrementa en 79,17% a un área física de 37,920 millones de hectáreas, elevando su participación hasta el 12,49% en tierras con potencial productivo.

Las zonas con potencial intermediario con el uso de riego se puede aumentar de 11,895 millones de hectáreas a 98.018 millones, lo que representa 25,25% de participación en la superficie total de regadío.

Tierras con bajo potencial productivo pueden crecer en el orden del 10,99% con el uso de riego, sin embargo, su participación en la zona, en comparación al total de regadío y de secano, sufre un descenso del 88,29% al 55,22%.

En relación a la superficie total, el área sin riego es 169.009.000 hectáreas. Mediante la adición de todo el potencial puede llegar a 303.583.000 ha. Así, el proceso de

CUADRO 10:

Área apta para la producción de caña de azúcar en Brasil

Potencial	Productividad (t caña/ha)	Área (miles ha)				Incremento
		Sin Riego	%	Con Riego	%	%
Alto	81,4	7.897,00	4,67%	37920	12,49%	79,17%
Médio	73,1	11.895,00	7,04%	98018	32,29%	87,86%
Bajo	64,8	149.217,00	88,29%	167645	55,22%	10,99%
Total		169.009,00	100,00%	303.583,00	100,00%	44,33%

Fuente: CGEE. Elaboración: André Greenhalgh

riego aumenta el área de alta condición física y mucho más eficiente que en las zonas de baja condición física y aumenta considerablemente el espacio de cultivo de la caña de azúcar.

Otro factor importante en la ocupación del territorio brasileño por la cultura de la caña de azúcar es el cambio en el uso del suelo. A nivel regional, la región noreste del estado de São Paulo, que comprende 125 municipios y 51.725 km², la caña de azúcar en 1988 ocuparon 10.857 km², lo que equivale al 21% de la superficie analizada. Esta ocupación aumentó a 22.935 km² (44% del área analizada) en 2003. La proporción de las tierras utilizadas para la actividad agro-silvo-pastoral se mantuvo estable durante el período, por lo que la expansión de la caña de azúcar fue a través de la sustitución de las zonas anteriormente ocupadas principalmente por cultivos anuales. Quartarolli (2005) también señala que la superficie plantada con caña de azúcar en 1988, 9.897 km² (91% del total) se mantuvo con el mismo cultivo en el año 2003, por lo que el área total de la expansión de la caña de azúcar entre 1988 y 2003 fue de 13.038 km² (25,5% de la superficie total analizado).

Municipios productores tradicionales de caña de azúcar en la región Nordeste de São Paulo, Araraquara, Jaboticabal, Ribeirão Preto, en 2003 tenían 60% y el 90% de su superficie cubierta con caña de azúcar. Los municipios ubicados en la zona norte de Jaboticabal y Ribeirão Preto, que en 1988 tuvo poca expresión en el cultivo de la caña de azúcar, llegaron en 2003 a un 70% o más de su superficie ocupada por el cultivo, como en los casos de Bahia, Morro Agudo, Jaborandi y São Joaquim da Barra.

En 2006, el gobernador de Maranhão lanzó un programa para fomentar la producción de biocombustibles, especialmente bioetanol en el estado y la generación de cerca de 120 mil puestos de trabajo. El programa se basa en un estudio realizado por la Universidad de São Paulo y apunta a un potencial de producción de unos 45 millones de toneladas de caña de azúcar por cosecha mediante la plantación de 1,2 millones de hectáreas. Un escenario estudiado proporciona la mitad de la producción de la caña de azúcar fuera utiliza para la producción de bioetanol y calcula el potencial de producción de 2 millones de litros de bioetanol.

Según el estudio, entre las principales ventajas de la región para la producción de bioetanol son la ubicación del puerto de Itaqui y su acceso a los mercados internacionales, y la disponibilidad de grandes áreas agrícolas aptas para la producción a gran escala de caña de azúcar con acceso a infraestructura ferroviaria ya instalada (Gobierno de Maranhão, 2006).

El azúcar y el bioetanol tienen un gran potencial de expansión, principalmente por la condición favorable para expandir la producción de caña de azúcar en las áreas actualmente ocupadas por el ga-

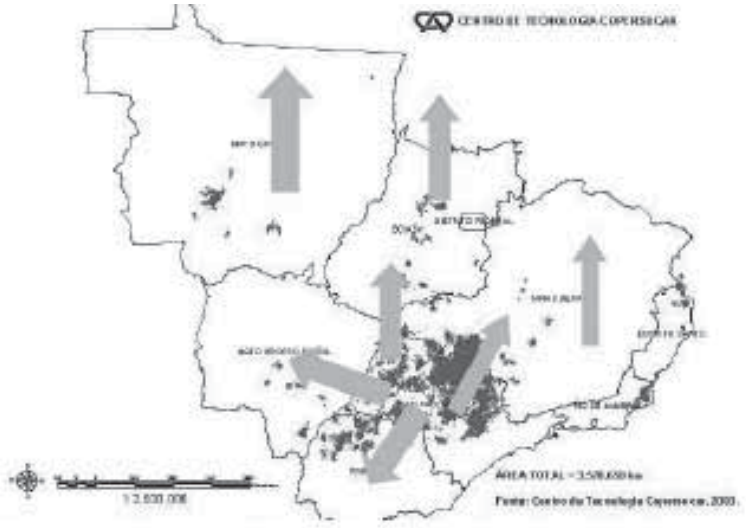
nado y los cultivos menos rentables en Brasil. Eduardo Pereira de Carvalho, presidente del Sindicato de la Industria de la Caña de Azúcar São Paulo - propone la asociación de productores responsables por la mayoría de los estados brasileños que detienen la tecnología de producción en la región del Cerrado, de modo que se tiene a disposición, más de 70 millones hectáreas para la producción de caña de azúcar por estas áreas ocupadas por ganado.

Los técnicos del gobierno se han preocupado con los efectos de expansión incontrolada de la caña de azúcar. José Antonio Quaggio, investigador del Centro de Suelo y Recursos Agro-Ambiental y el Instituto Agronómico (IAC), vinculada al Ministerio de Agricultura del Estado, dijo al diario Valor Economico que "monocultivo puede aumentar los ingresos agrícolas del municipio, pero disminuye las actividades agrícolas y no llevar al desarrollo regional" (Bouças 2006).

La visión de los productores está más cuestionada por la comunidad ambientalista preocupada por los vectores de expansión de los monocultivos en el Cerrado, y también por las organizaciones indígenas. Algunas ONG ambientales han adoptado un curso más agresivo de las acciones, en lugar de nuevos proyectos de construcción de centrales eléctricas y de infraestructura energética, como ha ocu-

FIGURA 5:

Tendencias de la expansión de la plantación de caña de azúcar en Brasil (verde)



Fuente: Rodrigues e Ortiz, 2006.

rrido en Mato Grosso do Sul, donde la acción medioambiental también se espera que se intensifiquen en el cerrado, por donde la caña se mueve con gran potencial tecnológico, incluidas las variedades con buen potencial de rendimiento y buena adaptabilidad.

La preocupación de la comunidad ambiental se justifica por las predicciones de avanzar en la producción de caña de azúcar hecha por los propios productores, como se ilustra en el mapa elaborado por el Centro de Tecnología COPERSUCAR, que muestra la distribución espacial de la actual cosecha de caña azúcar en la tendencia del Sureste y en expansión para la región Centro-Oeste, ilustrado por las flechas verdes. Se puede observar que los productores esperan una fuerte expansión hacia el bioma del Cerrado ya muy amenazado, que podría extenderse a los bordes de la Amazonia (Kitayama, 2006 apud Rodrigues y Ortiz, 2006).

2.2. Biodiesel

El Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel (PNPB), lanzado en 2004 como estrategia del gobierno brasileño para lograr la producción y uso de biodiesel en el país, centrándose en la competitividad, la calidad del biocombustible producido, lo que garantiza la seguridad de su suministro, diversificación de las materias primas y, sobre todo, la inclusión social de las familias de agricultores y también el fortalecimiento del potencial regional para la producción de materias primas.

Así que a pesar de todos los beneficios previsibles y esperados en términos ambiental y económico, el PNPB se inició con el aspecto social como fundamento principal. Estudios de viabilidad y competitividad fueran llevados a cabo antes de la puesta en marcha del programa, se identificaron una gran oportunidad para la inclusión de los agricultores familiares y asentados de la reforma agraria en la cadena de producción de biodiesel. Estos actores tradicionalmente excluidos de la dinámica de la agroindustria brasileña, podrían producir materias primas para la industria del biodiesel, con el apoyo de contratos con empresas productoras de biodiesel y con la aprobación de las organizaciones representativas de los agricultores familiares.

Por lo tanto, correspondía al Ministerio de Desarrollo Agrario la responsabilidad de poner en práctica la estrategia del programa social, la creación de las formas de promover la inclusión de los agricultores cualificados en la cadena de producción de biodiesel. Para lograr este objetivo, el gobierno de Brasil ha desarrollado un plan estratégico centrado en dos frentes.

La primera es la asignación y gestión de la Junta, la identificación de componentes de combustible social proporcionada por MDA al productor de biodiesel que cum-

pla con los criterios descritos en la Instrucción N º 01 de 19 de febrero de 2009 y que le da a su poseedor el carácter promotor de la inclusión social de los agricultores familiares en el Programa de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar (PRONAF), según lo establecido en el Decreto N º 5297, de 6 de diciembre de 2004.

La segunda es la planificación y la implementación de la metodología de la organización de base de la producción - Proyecto Polos de Biodiesel, que se centra en la articulación de la familia como proveedor del cultivo de materia prima para la producción de biodiesel y de los diversos actores involucrados en la cuestión territorial, facilitando así el acceso de los agricultores en las políticas públicas, las tecnologías y la formación adecuada en las distintas regiones y estados del país con potencial para el PNPB.

Con base en estos dos frentes - Sello Combustible Social y Proyecto Polos de Biodiesel - se desarrolla el trabajo. Los resultados de este trabajo, en cifras alcanzadas en los últimos cinco años, se sistematizan en el desarrollo de una nueva cadena de producción, así como las dificultades, avances y perspectivas del enfoque social del programa.

2.2.1. Participación y control social

Desde 2004, con el inicio del PNPB el esfuerzo fue para la inclusión social de los agricultores familiares en acciones concretas dentro de la cadena de producción de biodiesel, y así se discutieron todas las decisiones relacionadas con los criterios y el funcionamiento del Sello Combustible Social, consultando los órganos de representación de los actores involucrados en la cadena de biodiesel.

La propia formulación de Instrucciones Regulatorias del MDA que tienen los criterios y procedimientos para el Sello Combustible Social siempre se tuvo la participación de los movimientos sociales y de los sindicatos, de la Confederación Nacional de los Trabajadores en la Agricultura - CONTAG y de la Federación Nacional de los Trabajadores en la Agricultura Familiar - FETRAF/CUT, además del órgano de representación de las empresas productoras de biodiesel en Brasil - UBRABIO.

Por otra parte, con el Proyecto Polos de Biodiesel y su esfuerzo para interactuar con los diversos actores estatales y territoriales que participan directa e indirectamente en el PNPB se crearon varios grupos de trabajo (GT) y respectivos Polos en los Estados con la finalidad de crear sinergias entre el objetivo común de facilitar el suministro de la política pública para las propiedades familiares que producen materia prima para el biodiesel, la transferencia y difusión de tecnología para el campo, la capacitación continua de asistencia técnica y extensión rural, la mejora de la estructura básica y el aumento del capital en estos territorios, entre otros.

Cabe destacar la existencia de la Cámara Temática y Sectorial del Biodiesel del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA), que cuenta con representantes de diversas entidades públicas y privadas involucradas en la cadena de biocombustibles. En esta cámara, el MDA tiene una participación activa, teniendo en cuenta también que se trata de un canal de participación y control de acciones cuanto al desarrollo del PNPB por la sociedad en general.

2.2.2. Modelo de gestión: relaciones intersectoriales y federativas

Las acciones del PNPB está bien dirigido y administrado por un comité interministerial del Gobierno Federal, que siempre tratar de interactuar con los diversos sectores de la sociedad involucrados e interesados en la producción y uso de biodiesel, así como con las diversas iniciativas regionales y estatales relacionadas.

El gobierno brasileño, en su esfuerzo por la inclusión específica de la agricultura familiar en el PNPB también trabaja en colaboración y constante participación de los diversos actores en los diversos programas estatales que comparten del mismo interés de la inclusión social en las cadenas de producción. En Brasil, hay varias iniciativas y programas de los gobiernos estatales, sean relacionadas al biodiesel, como también a la bioenergia en general, de modo específico o más amplio.

Cabe destacar el Programa de Biodiesel de Ceará, Bahia Network Biocombustibles, el Programa de Biodiesel de Pernambuco, el Programa de Biodiesel Paraná, entre otros. En todos los casos, el MDA a través de los conjuntos de Polos del proyecto Polos de Biodiesel, trata de calificar sus acciones con base en la inclusión de los agricultores familiares y también a alinear las estrategias y herramientas para facilitar los esfuerzos y estimular las acciones.

Vale la pena señalar que sin el apoyo y el esfuerzo dedicado por los programas estatales de biodiesel, muchas de las medidas adoptadas por el gobierno brasileño para la organización de la oleaginosa producida en las propiedades familiares sería mucho más difícil. Sin embargo, los instrumentos de política creatividad y alternativa y los beneficios creados por el Estado, vinculados al diálogo permanente con la Coordinación de Biocombustibles SAF/MDA fue siempre incluido como una fuente muy importante de la reorientación estratégica de las acciones de inclusión social y generación de ingresos para agricultores del PNPB.

2.2.3. Sello Combustible Social: concepto, histórico y empresas detentoras

Con la finalidad de se garantizar la participación de la agricultura familiar en la producción de semillas oleaginosas para biodiesel, el Gobierno Federal creó el Sello Combustible Social (SCS). Para ob-

tener el sello y el acceso a sus beneficios, el productor de biodiesel debe cumplir inicialmente los criterios descritos en la Instrucción N º 01 de 5 de mayo de 2005, del MDA. Actualmente el MDA, propuso la revisión y modificación de algunos criterios con el objetivo de adecuar el programa a la propiedad familiar, lo cual el productor de biodiesel debe cumplir con los criterios descritos en la Instrucción N º 01 de 19 de febrero de 2009, del MDA y que actualmente se encuentra en proceso de publicación de una nueva instrucción con nuevos parámetros y una realidad normativa más adecuada a la actualidad.

La concesión del Sello Combustible Social permite a los productores de biodiesel obtener beneficios que van desde la diferenciación de impuestos y acceso a mejores condiciones de financiación para garantizar la prioridad y la participación privilegiada en subastas oficiales promovidas por la Agencia Nacional de Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles (ANP) . Este último, tal vez el mayor beneficio otorgado al titular del SCS lo cual permite actualmente la venta de biodiesel de modo diferenciado y beneficiando el titular del SCS.

La subasta se divide en dos lotes. La primera se limita a la participación exclusiva de las empresas con el SCS y corresponde a la venta de al menos el 80% del volumen máximo de biodiesel establecido por la ANP para la subasta. El segundo lote, a su vez, es para el 20% del volumen del biodiesel y está abierto a todas las compañías, incluyendo las detentoras del SCS.

Sin embargo, el proceso de comercialización de biodiesel (subastas) ha sufrido algunos cambios y el primer lote se vendió más de 90% de biodiesel comercializado lo que dificulta la participación de las empresas sin Sello Combustible Social. Por lo tanto, las normas actuales de comercialización de biodiesel en Brasil permiten claramente una posición privilegiada para las empresas que promuevan la inclusión social.

Como un sistema de cambio de estos beneficios del SCS, el productor de biodiesel asume la obligación de comprar un porcentaje mínimo de materia prima de los agricultores familiares para la producción de biodiesel a través de la celebración previa de los contratos con los agricultores o sus cooperativas, la capacitación y la asistencia técnica que figura en el Art.2 de la Instrucción N º 01, de 19 de febrero de 2009:

Artículo 2 El porcentaje mínimo de compras de materias primas procedentes de la agricultura familiar, hechos por el productor de biodiesel a efectos de la concesión, el mantenimiento y uso del Sello Combustible Social, será el siguiente:

I - 10% (diez por ciento) hasta la cosecha de 2009/2010, y el 15% (quince por ciento) de la temporada 2010/2011 para la adquisición del Norte y Centro-Oeste, y

II - 30% (treinta por ciento) de las adquisiciones del Sur, Sudeste, Nordeste y Semiáridas de la fecha de publicación del presente.

Para evaluar el cumplimiento de las obligaciones, según lo establecido en los artículos 20 y 21 de la Instrucción N º 01 de 2009, el MDA fiscaliza el cumplimiento de los criterios para la concesión de uso del SCS anualmente con informaciones proporcionadas por las empresas productoras de biodiesel en su propio sistema y con la realización de visitas a las empresas productoras de biodiesel, a las familias de agricultores, cooperativas, proveedores de materias primas y los sindicatos de trabajadores rurales (STR):

Artículo 20. El productor de biodiesel proporcionará al MDA la información necesaria para verificar el cumplimiento de los criterios del Sello Combustible Social a una frecuencia:

nnnm]

I - trimestralmente, siendo informado en el décimo quinto día del mes inmediatamente siguiente al cierre de cada trimestre a los criterios *de la contratación y de los contratos con la finca de la familia, y*

II - anualmente, siendo informado hasta el último día hábil del mes inmediato siguiente a la finalización del año natural, enviar los criterios de la asistencia técnica y de la capacitación de los agricultores (...).

(...) § 1 El no cumplimiento de las disposiciones del presente artículo generan una notificación al productor de biodiesel que resulta en la suspensión de la producción o cancelación de la licencia de uso del Sello Combustible Social.

§ 2 El MDA proporcionará una herramienta para la asignación de la información de este artículo.

Artículo 21. El MDA evaluará el cumplimiento de los criterios del Sello Combustible Social y si de los documentos, en conformidad con el art. 13 en los siguientes casos:

I - normalmente sobre una base anual, y

II - en cualquier momento, sin perjuicio de la existencia de informes formalizados al MDA.

Párrafo Único. El productor de biodiesel, siempre que lo solicite al MDA debe proporcionar toda la documentación que acredite el cumplimiento de los criterios del Sello Combustible Social, así como las declaraciones sobre transacciones.

En línea con su estrategia para comprender mejor los problemas que enfrentan en el campo, a partir de 2009, las acciones del MDA se intensificaron en el seguimiento y la evaluación externa de las empresas. Este trabajo ha sido facilitado en gran parte por el aumento del equipo responsable del Sello Combustible Social y el desarrollo de nuevas herramientas para el monitoreo y evaluación por el MDA. La intensificación de las acciones de monitoreo y mayor rigor en la eva-

CUADRO 11:
Empresas con Sello Combustible Social – 2006 a 2012

Número de unidades con Sello Combustible Social
39
ADM, ARAGUASSU, BARRALCOOL, BINATURAL, BIOCAPITAL, BIOCAMP, BIOCAR, BREJEIRO, BIONASA, V-BIODIESEL (2 UNIDADES – RS e TO), BIO ÓLEO, JBS, BSBIOS (2 UNIDADES), BIOPAR-MT, BIOPAR-PR, CARAMURU (2 UNIDADES – GO), CAMERA, CESBRA, COMANCHE, COOPERBIO, COOPERFELIZ, DELTA, FIAGRIL, FERTIBOM, GRANOL (3 UNIDADES), GRUPAL, OLEOPLAN, PBIO (3 UNIDADES), TRANSPORTADORA CAIBIENSE, OLFAR, SPBIO E BIOTINS.

Fuente: SAF/MDA.

luación coincide con el momento en que las empresas alcancen la madurez operativa y organizativa, y todos los actores involucrados en la cadena de biodiesel llegan a entender mejor sus obligaciones y desarrollan el aprendizaje significativo en relación con PNPB.

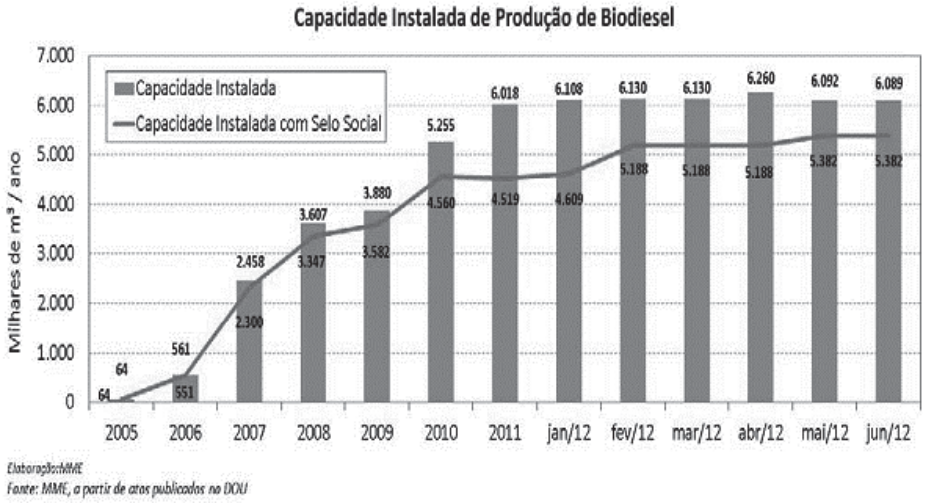
La tabla siguiente muestra un historial de las empresas de biodiesel que obtuvieron la licencia para utilizar el Sello Combustible Social desde el inicio del PNPB. Tenga en cuenta que se concede el SCS por unidad (CNPJ), es una empresa, que posee varias unidades de producción, necesarias para obtener el SCS de cada uno.

En la actualidad, hay 69 plantas de producción de biodiesel en el país, con 39 de ellas tienen el Sello Combustible Social. Las 39 plantas que posee el SCS, responden por más del 80% de la capacidad total instalada de producción de biodiesel en el país. En el grafico siguiente se presenta la relación entre la capacidad total y la capacidad de entrega entre 2005 y junio de 2012.

Juntamente con el incremento del número de empresas con el SCS desde el principio del PNPB, y en particular desde 2006 hasta 2007, y teniendo en cuenta las altas expectativas de inclusión social de PNPB creadas desde el principio, se podría esperar un aumento proporcional al número de familias campesinas dedicadas. Sin embargo, la velocidad de respuesta de la agricultura familiar no ha sucedido en el mismo grado.

La creación y puesta en práctica de la industria de biodiesel en Brasil, impulsado por los beneficios de este mercado naciente se desarrollan a un ritmo más rápido en el país. La agricultura familiar, a su vez, a pesar de que representa un eslabón importante en la cadena desde el

GRAFICO 5:
Desarrollo de la capacidad instalada y el negocio total con Sello Combustible Social (millones de litros / mes)



principio del PNPB, presenta más lentitud en la evolución de su participación como proveedor de materias primas. Sin embargo, aunque lento, el proceso de su inclusión en el PNPB se realiza de manera cualificada y respetando sus especificidades regionales.

2.2.4. Número de agricultores proveedores de materias primas para la producción de biodiesel

La participación de la Agricultura Familiar en el PNPB ha mostrado un ritmo natural y sostenible. En los años 2005, 2006, 2007 y 2008 el número de familias[13] que comercializan a las empresas de biodiesel fueran 16.328, 40.595, 36.746 y 27.858 respectivamente.

Es importante destacar que para el año 2008, el sistema de control del MDA estaba en el proceso de puesta en marcha y no habría po-

13 El término utilizado es "familia" y no "agricultor familiar", porque, a pesar del contrato de adquisición y se hace con el titular de la declaración de aptitud para el PRONAF (DAP), todos los miembros de la familia se benefician de los contratos y de las compras de material para biodiesel. Por lo tanto, el cálculo de la cantidad de personas (agricultores familiares y los miembros de la familia) que se beneficiaron en la familia o en la propiedad debe ser realizado por la multiplicación de los números presentados en el Grafico por el número promedio de miembros de una familia o de una propiedad de agricultores familiares en Brasil que hoy se encuentra en 4 miembros, de acuerdo con el IBGE (2006).

sibilidad de que solamente una pequeña proporción de agricultores fueran proveedores de materias primas para el PNPB, situación que pasa la cadena de producción de bioetanol en Brasil. De hecho, se contratan los agricultores que, en realidad no llegan directamente a vender la oleaginosa a la empresa, funcionaba solamente como un intermedio del proceso. Sin embargo, desde 2009, con un sistema de vigilancia consolidado, los datos de los agricultores pasan a ser basados, en realidad en aquellos que originaron oleaginosas y que fueran adquiridas por las empresas productoras de biodiesel.

A pesar de este factor, hubo una disminución en el número de los agricultores en 2008, este hecho fue debido a una serie de factores, incluyendo la inversión en materias primas que requieren un horizonte de consolidación a largo plazo y de heterogeneidad productiva, el uso más intensivo de tecnología de asistencia técnica (ASTEC) en diferentes regiones del país, el desempeño poco expresivo de las agencias estatales de investigación agrícola (OEPAs) para transferir la tecnología para el campo, la dificultad de poner en funcionamiento el PRONAF por las instituciones financieras, los problemas de suministro de Declaración Aptitud para el PRONAF (DAP) y sobre todo las distintas estrategias usadas por las empresas, que muestran en algunos casos poca inteligencia en cómo se trabajar en conjunto y de promover y consolidar en las regiones agrícolas familiares el proceso de producción.

Sin embargo, desde 2009, varias acciones han sido realizadas por el MDA para remediar estas dificultades, entre ellas se encuentran:

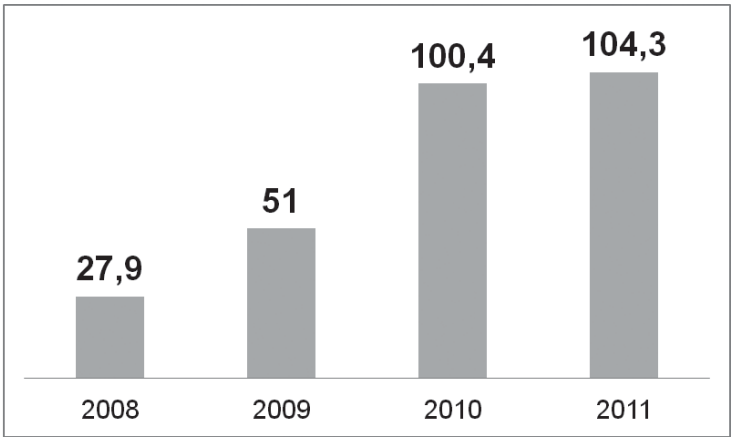
- El cambio en la Instrucción a principios de 2009 que contribuyó a la creación de normas y de las características deseables de asistencia técnica a los agricultores familiares y de ofrecer mayores beneficios a las empresas que operan en la diversificación de las materias primas involucradas;
- La consolidación, la alineación estratégica y la adaptación metodológica del proyecto polos de biodiesel para todas las regiones de Brasil, con mejoras notables en los grupos de trabajos consolidados;
- La calificación de las demandas de los proyectos y acuerdos del MDA para la investigación, el desarrollo y la difusión/transferencia (I + D + d) se centrando en la generación y transferencia de conocimientos en tecnología agrícola, a través de la Empresa de Investigación Agrícola de Brasil (EMBRAPA), OEPAS, entidades de asistencia técnica y extensión rural (ATER) y de las universidades.
- La mejora de las condiciones y del tiempo de contrato entre la empresa y los agricultores en el Noreste con la asistencia técnica de calidad proporcio-

nada por más de 1.300 técnicos contratados para el bienio 2011/2012 y la adopción del Programa de Garantía de Precios para la Agricultura Familiar (PGPAF) como parámetro para establecer los precios mínimos;

- La creación de una "agenda positiva" con cada una de las empresas que poseen el Sello Combustible Social, con la planificación y la acción conjunta entre el MDA y la empresa para aumentar la cualificación y la participación de los pequeños agricultores;
- La concentración de los esfuerzos del MDA en el apoyo y el fortalecimiento de las cooperativas de agricultores familiares participantes del PNPB, con la realización de rondas de clasificación de las reuniones PNPB, la desregulación de sus materias primas, análisis de normativa y aplicación de fondos para proyectos gestión.
- Facilitación de reuniones entre la Administración del segmento Agrícola del Banco do Brasil (BB) con las empresas de biodiesel para mejorar vías de financiación para los agricultores participantes del PNPB;
- Participación activa en el MDA del Programa de Aceite de Palma Sostenible, con la creación del EcoPRONAF para un cultivo específico, con la formación de 160 profesionales de asistencia técnica y extensión rural de la Región Norte, reglamentando

GRAFICO 6:

Evolución del número de familias de agricultores que suministran la materia prima para las empresas de biodiesel (en miles de familias)



Fuente: SAF/MDA

el trabajo a través del Programa Tierra Legal del MDA, y de la realización de diagnósticos participativos y Rapidos (PRM) con 6.000 establecimientos registrados y georeferenciados de la agricultura familiar en la región norte;

- Entre otros.

Estas acciones se han traducido en un aumento considerable en el número de los agricultores. De 2008 a 2011 el número de familias aumentó de 27.000 a 104.000.

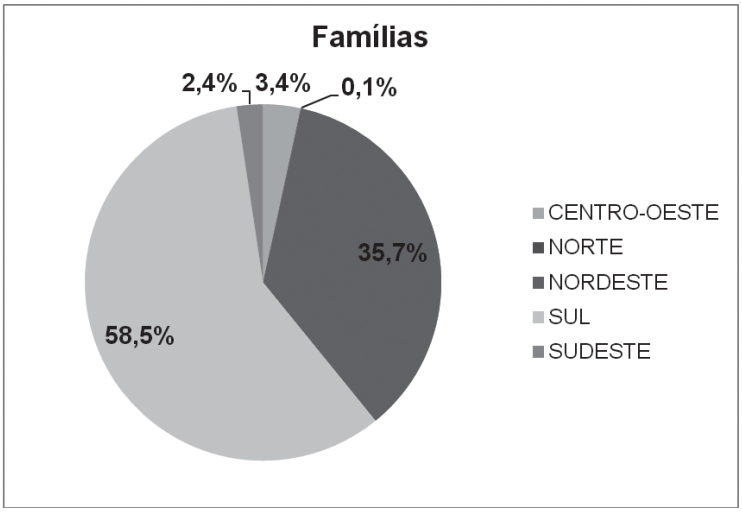
Esta evolución en el número de familias que participan en el PNPB conduce a un indicador importante: según los datos de la producción de biodiesel en Brasil, el número de familias por millones de litros de biodiesel producido a partir de 2008 fue de 24, a 32 en 2009, y a 45 para el año 2010.

El análisis de la participación de las regiones en el número de familias involucradas, muestra que es evidente, que las regiones con el mayor número de agricultores que participan en el programa son las regiones sur y el noreste.

Según los datos consolidados para el año 2009 de 51.047 familias que proveen materia prima para las empresas de biodiesel, 17.711 (34,7%) eran del noreste, solo por detrás del Sur representando el 57,1% del total. Tenga en cuenta que, en términos del número de familias que participan del PNPB, se agrega a

GRAFICO 7:

La participación en el número de familias de agricultores que suministran la materia prima para las empresas de biodiesel en Brasil en 2011, por regiones (%)



Fuente: SAF/MDA

la cuenta de dos regiones más del 90% de las familias que venden a las empresas de biodiesel. En 2011 se ve un mayor crecimiento en el Sur, donde la prevalencia de la soja y una parte reducida del noreste donde crece predominantemente ricino/higuerrilla.

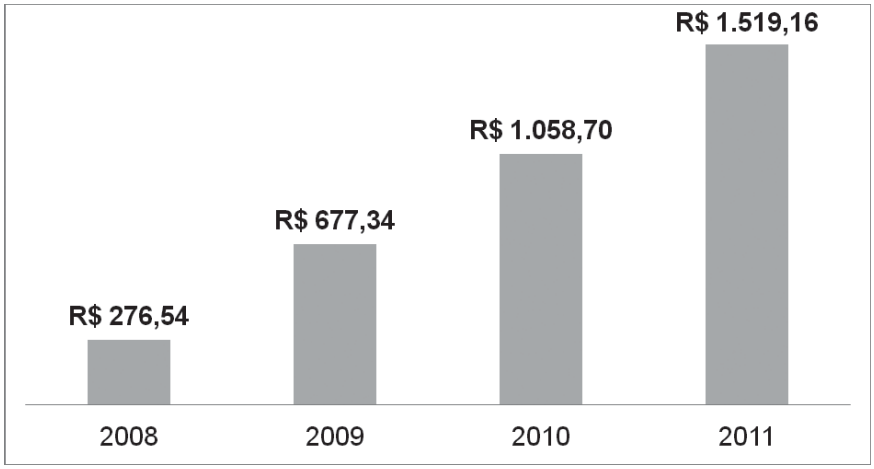
2.2.5. Valores adquisiciones de la agricultura familiar realizadas por empresas productoras de biodiesel

Las adquisiciones realizadas por los productores de agricultura familiar que sostienen el Sello Combustible Social muestran cifras alentadoras. Como puede verse en el grafico, los montos involucrados en la adquisición de materias primas para la agricultura familiar de biodiesel crecieron hasta el año 2010, sin embargo, en 2011 hubo una estabilización en el número de agricultores, principalmente mediante la reducción del número de agricultores en la región semi-árida, productores de ricino.

En 2006, 2007 y 2008, las empresas compraron de los agricultores familiares en todo el país R$ 68.500.000, R$ 117,5 millones y R$ 276.500.000, respectivamente. Un aumento del 71% entre 2006 y 2007, de 135% de 2007 a 2008 y desde 2008 hasta 2011 el crecimiento fue exponencial, con más de 500% de aumento en el periodo.

Las perspectivas para los próximos años son también alentadores. De acuerdo con los contratos que se están llevando a cabo y supervisados por el MDA, y con datos de

GRAFICO 8:
Evolución de los valores adquiridos de la agricultura familiar en el PNPB (millones de R$)



Fuente: SAF/MDA

campo de los Proyectos Polos de Biodiesel, se estima que las adquisiciones de los agricultores familiares alcanzarán la marca de R$ 2 billones en 2012.

La tendencia en los valores de adquisición de los agricultores familiares del PNPB conduce a un indicador importante: el importe recibido por los agricultores familiares por litro de biodiesel aumentó de R$ 0,24 (en 2008) a R$0,42 (2009), y el año 2012 las perspectivas son de que el valor sea de R$ 0,70.

2.2.6. El ingreso promedio anual de los agricultores establecidos por PNPB

Cruzando los datos del número de familias que proveen materia prima para la producción de biodiesel y de los datos de la agricultura familiar para las empresas de biodiesel, se puede observar la evolución de los ingresos brutos medios por familia proporcionado por PNPB 2006-2009 .

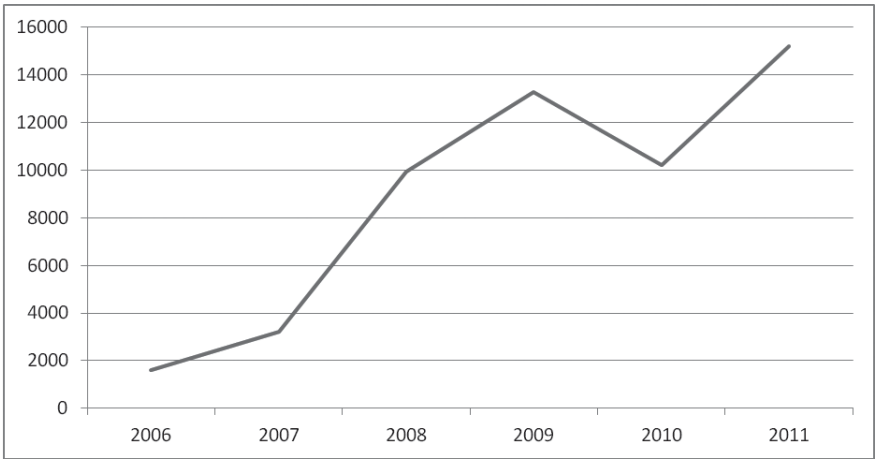
De acuerdo con la figura 15, el ingreso medio por familia participante del PNPB en Brasil presenta una tendencia al alza, pasando de R$ 1.690 al año por familia en 2006 a R$ 15.200 al año por familia en 2011, un aumento también exponencial.

2.2.7. Participación de los agricultores en cooperativas - PNPB

Dentro de la perspectiva de la producción agrícola, los agricultores,

GRAFICO 9:

Evolución de los ingresos anuales promedios por familia de agricultores que participan del PNPB (R$/familia)



Fuente: SAF/MDA

especialmente los pequeños agricultores, se caracterizan por su alta concentración en los mercados que interactúan.

En consecuencia, la mayor parte del tiempo, un gran número de agricultores generalmente están desorganizados, favoreciendo una situación común en que la agricultura se convierte en el eslabón más débil de la cadena, siendo simplemente un "tomador" de precios para la compra de insumos como también para la venta de su producción.

Este problema es una de las razones principales de la existencia de iniciativas de capacitación para las cooperativas agrícolas. La organización de los agricultores en cooperativas permite una reducción del riesgo de la producción, aporta seguridad al agricultor, mayor poder de negociación con los eslabones de la cadena y agrega valor a la producción, entre otros[14].

El aprendizaje adquirido en el desarrollo de la organización de la base de producción en el PNPB demostró que el modo más eficaz para consolidar la participación de la agricultura familiar consiste en la organización cooperativa. Cooperativamente organizados, los agricultores familiares tienen ahora grandes ventajas en términos de la escala de producción, ahorro de costes, facilidad de acceso a los insumos y tecnologías de producción, una mayor capacidad de negociación en los contratos con las empresas productoras de biodiesel, entre otros.

Por otra parte, la cooperativa de agricultores familiares y poseedor de DAP Legal tiene acceso a mercados distintos del biodiesel, como el Programa Nacional de Alimentación Escolar (PNAE[15]). La interacción entre PNPB y PNAE ha permitido enormes oportunidades nunca antes vistas para las cooperativas de agricultores familiares en todo Brasil, con acceso a los diferentes mercados, generar ingresos y promover la producción de alimentos y energía de manera consorciada por sus miembros. En el Noreste, las cooperativas participantes del PNPB ya se están beneficiando de los dos programas con la producción de semillas de ricino, maíz y otros productos.

Consciente de todas las ventajas de la organización en cooperativas, muchos agricultores, especialmente en el noreste, han creado cooperativas en el mercado creado por el PNPB y muchas otras cooperativas existentes en todo Brasil se trasladó a cumplir con los criterios establecidos por el PRONAF.

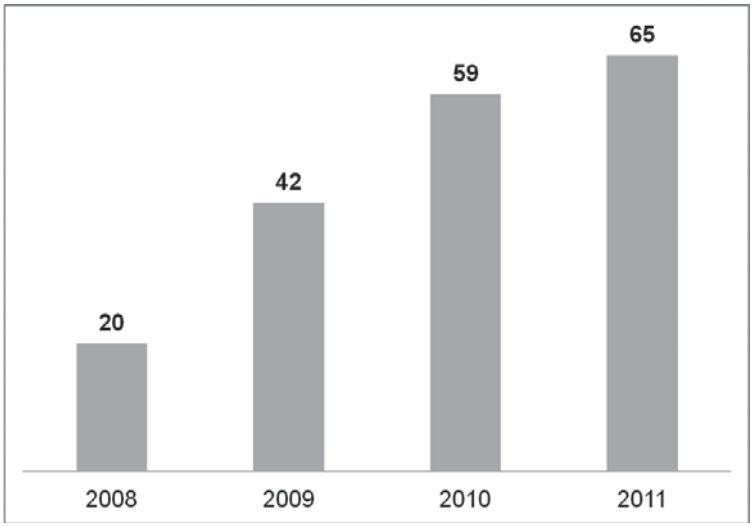
Del total de más de 104.000 familias que participan en el PNPB en 2011, más del 75% tenía sus ventas a través de cooperativas. En 2008 esta proporción era solo del 31%.

La comparación de los valores de adquisición de la agricultura fami-

14 Bialoskorski Neto (2001).

15 Para más detalles del PNAE, ver http://www.mda.gov.br/portal/saf/programas/alimentacaoescolar

GRAFICO 10:
Evolución del número total de agricultores que participan en cooperativas en el PNPB en Brasil



Fuente: SAF/MDA

liar a través de las cooperativas, se puede concluir que desde 2008 hasta 2011, las cooperativas se han convertido en el más representativo comprador de las propiedades familiares.

Teniendo en cuenta las cifras, por supuesto, el número de cooperativas agrícolas familiares participantes del PNPB como proveedores de materias primas para las empresas de biodiesel presenta una tendencia al alza desde el inicio del PNPB, pasando de 20 cooperativas en 2008 a 65 en 2011.

Del total de las cooperativas que se presenta, la mayoría se encuentran en la región sur del país. El Rio Grande do Sul presenta más de 30 cooperativas. Santa Catarina y Paraná también tienen un papel importante en este escenario.

La región del Centro-Oeste también ha incrementado su participación a través de cooperativas, por un total de 12 cooperativas distribuidas en los tres estados que componen la región.

El Sureste participó con solamente 5 cooperativas en São Paulo y Minas Gerais en 2011. La región norte no mostró los participantes del programa de cooperación.

Es de destacar, por lo tanto, que el mayor desarrollo se produjo principalmente en el noreste y zonas semiáridas, con la creación de las cooperativas impulsadas por el mercado de biodiesel. En 2008 había solamente 1 cooperativa parti-

cipante del PNPB, e ya en 2011 había una participación de más de 10 cooperativas.

Los datos reportados por las empresas de biodiesel y polos de biodiesel apuntan a un horizonte aún más promisorio para el Noreste semiárido y en 2012, con la ejecución de los contratos de mayor cooperación con las empresas de biodiesel en el noreste y el norte de Minas Gerais. Por lo tanto, el número de cooperativas en estas regiones es probable que supere el número de 2011, lo que demuestra que el PNPB ha sido un importante inductor de la organización de los agricultores familiares en las regiones donde el sistema cooperativo no es tradicional y siempre se ha encontrado una gran resistencia por parte de los agricultores en general.

Desde 2009, el desarrollo de las cooperativas se ha intensificado en el MDA y eligió como una de las principales líneas de trabajo del ministerio en el PNPB. El enfoque en la formación de cooperativas y el fortalecimiento de las existentes, sobre todo en el noreste y zonas semiáridas, puede proporcionar alternativas aun más cualificadas y sostenibles a los agricultores familiares del PNPB, y superar los cuellos de botella tradicionales, así como la comercialización y la gestión de estos actores.

Sin embargo, es esencial para el futuro y para la sostenibilidad de los negocios de estas cooperativas, tener un órgano rector constantemente cualificado y capacitado, para la aplicación de gestión y resultados eficientes con controles más estrictos en cuanto a la organización, económica, financiera, contable y de marketing. Se entiende que el fortalecimiento de la gestión de las cooperativas participantes del PNPB proporcionan un aumento cuantitativo y cualitativo de la producción de oleaginosas, materias primas para biodiesel, lo que facilita las iniciativas de diversificación, el aumento de la productividad en el plan agrícola y la agregación de valor en las inversiones de estos cultivos a nivel industrial.

En este sentido, el MDA ha implementado un sistema de gestión técnica de las cooperativas de agricultura familiar. Esta asistencia debe dar prioridad a una metodología que presentan soluciones y métodos probados para intervenir y asesorar al órgano del gobierno de las pequeñas y medianas cooperativas del PNPB, en relación a los problemas en términos de organización, contabilidad, finanzas y marketing.

Sin embargo, en términos más generales, se busca combinar este trabajo con la acción de financiación del programa PRONAF que destaca el mayor alcance en términos de los agricultores familiares. Por lo tanto, este año el MDA está desarrollando acciones de cooperación con la condición en el inicio de las unidades que hacen uso de extensivo del PRONAF Agroindustria[16] en la agre-

16 Para más detalles de la línea de crédito PRONAF Agroindustria ver http://

CUADRO 12:
Superficie de cultivo de semillas oleaginosas en Brasil y la participación de la agricultura familiar en 2008, 2009 y 2010

Cultivos	Área sembrada (Mil ha)				Participación de la AF
	BRASIL(1)	Agricultura Familiar (AF)			
	2009/2010 - (A)	2008	2009	2010 - (B)	(B/A)
Ricino	154	13	46	72	46,75%
Raps/Colza	31	9	13	17	54,84%
Sésamo	7	--	0,3	3,2	45,71%
Girasol	70	0,3	1,3	5,1	7,29%
Palma	90	--	--	1,5	1,67%

(1) Área sembrada total en brasil – Estimativa Conab/MAPA

gación de valor y generación de ingresos en las regiones donde se encuentran las cooperativas. Esta acción traerá beneficios directos a otras cadenas de producción y va contribuir a la creación de empleo y del desarrollo regional.

2.2.8. La diversificación de las materias primas producidas por las explotaciones familiares

Siguiendo la tendencia en el PNPB general con amplio predominio de la soja como materia prima para biodiesel, esta oleaginosa representó, en 2009, el 95% de las ventas realizadas por los agricultores familiares para las industrias de biodiesel, con una reducción alrededor de 4% en comparación con 2007 (99%). Este espacio fue ocupado por otras culturas, lo que permite que la agricultura familiar contribuya a la diversificación de las fuentes de materias primas, como el siguiente cuadro:

Destaca en el proceso de diversificación del ricino cultivado por pequeños agricultores, cuya superficie aumentó de 8.000 hectáreas en 2007 a 46.000 hectáreas en 2009 y 72.000 hectáreas en 2010. Esto representa aproximadamente el 47% de la estimativa de CONAB para Brasil (154.000 ha), después de haber sido impulsado por el ingreso de Petrobras Biocombustible en el noreste y zonas semiáridas.

comunidades.mda.gov.br/portal/saf/programas/pronaf/2258856

Ricino/Higuerrilla

La producción de aceite de ricino por los agricultores familiares tuvo un crecimiento exponencial en las cosechas 2008/2009 y 2009/2010, debido a la intensificación del Gobierno Federal y de las empresas de biodiesel en el noreste. Los datos de 2010/2011 no están aumentando como en años anteriores, el hecho de que Petrobras Biocombustibles no han hecho compras programadas para el período, sin embargo, los agricultores venden su producción a la industria ricinoquimica a muy buenos precios, obteniendo buenas ganancias.

El desafío de aumentar la producción y la productividad sigue vinculada con la creación de un sistema eficiente para la transferencia y difusión de tecnología en el campo. El MDA, en colaboración con los gobiernos estatales, planteó la construcción de tres centros de excelencia en el aceite en el noreste y semiárido y se centrará en la generación de prioridad y la transferencia de conocimientos en el ricino.

En el caso del ricino, vale la pena mencionar que, además de la representación de la superficie cultivada, en gran medida inducida por el PNPB, el programa también genera beneficios para la agricultura familiar desde el punto de vista de la organización de la cadena de producción. Esta oleaginosa cultivada durante años por los agricultores en el Noreste y semiárido, siempre tenía una cadena caracterizada por la desorganización de los agricultores, la incertidumbre del flujo de producto y el oportunismo por parte de los compradores. Con el Sello Combustible Social, los agricultores tienen ahora una mayor seguridad a los contratos realizados con la industria, los precios mínimos garantizados por el Programa de Garantía de Precio de la Agricultura Familiar (PGPAF) y la asistencia técnica y la capacitación asegurados.

Los números demuestran la adhesión de los agricultores a los contratos de compra de ricino hecho por la industria. Operaciones con ricino pasaron de R$ 3,2 millones en 2007 a R$ 5,1 millones en 2008 y R$ 26,7 millones en 2009, con una proyección para el año 2010, de R$ 50 millones de compras con mejora en los precios pagados a los agricultores. El precio de la bolsa de 60 kg de ricino en la plaza Irecê (BA), salió de R$ 40,10 (promedio 2005/2006) a R$ 62,92 en 2009 y R$ 71,18 en febrero de 2010, el crecimiento real de 77,5% en este período.

Sésamo

Sésamo, en el Centro-Oeste, es otra cultura estimulada por el Sello Combustible Social, con los agricultores familiares de la región sembrando el 55% de la superficie total cultivada en Brasil.

La propiedad familiar presenta crecimiento exponencial de la producción de sésamo en el año de cosecha 2010/2011. El aumento de la producción era principalmente por

la acción de un productor de biodiesel en la región del Centro-Oeste, que ya cultiva aproximadamente 5.000 hectáreas. Los datos presentados al MDA indican una compra de granos, realizado por empresas de biodiesel de aproximadamente R$ 4,0 millones, haciendo de este proyecto más del 50% de la superficie cultivada de sésamo en todo el territorio brasileño.

El desafío de aumentar la producción y la productividad, también está ligada en la eficiencia de la transferencia y difusión de tecnología para el campo.

Raps/Colza

Apoyado en el sur del país por grupos liderados por empresas de biodiesel, a partir de 2007, este cultivo de semillas oleaginosa ha crecido de manera exponencial en Brasil.

La producción de colza en el sur y el centro-oeste fue fuertemente influenciado en su producción con la aparición del PNPB. Actualmente, alrededor del 50% de la producción de colza en Brasil es estimulado por las empresas de biodiesel y gran parte de esta producción proviene de los agricultores familiares.

Palma Aceitera

En cuanto a la palma aceitera, al ser un cultivo perenne, los resultados todavía no aparecen en las estadísticas de manera significativa. En el norte, la participación de la agricultura familiar en el PNPB ha sido modesta, después de lo cual también se da en el número de plantas y la capacidad de producción de biodiesel instalada en la región, a pesar de su enorme potencial para el cultivo de palma aceitera en gran parte de su territorio.

El Programa para la Producción Sostenible de Aceite de Palma, puesto en marcha por el Gobierno Federal en mayo de 2010 ya muestra buenos resultados con una plantación de más de 20.000 ha en el año agrícola de 2011/2012, aunque no se centró exclusivamente por biodiesel, pero recuperación de la Amazonia con el cultivo sostenible de este palmácea, incluido el objetivo de reducir la dependencia del país, alrededor de 60% de las importaciones de aceite de palma.

Los resultados son buenos y prometedores, incluso antes ya realizado el alcance de las acciones, tales como la zonificación ecológica-económica, la creación de la línea de crédito del PRONAF Palma y regularización, incluyendo la facilitación del acceso al crédito. El trabajo del MDA en la región Norte incluye la participación de los agricultores, desde el levantamiento de los núcleos con vocación productiva de la palma, la identificación de las familias, los lugares y las condiciones en que se encuentran, a las etapas de producción y comercialización de materias primas.

En el Estado de Pará, las acciones de coordinación de biocombustibles de SAF/MDA apoyaron el Diagnóstico Participativo Rápido

(DRP), tratado a más de 6.000 explotaciones familiares, que ya están registrados y georeferenciadas. Ya terminado el trabajo en varias propiedades, incluyendo las ciudades de Igarapé-Mirim, Mocajuba, Cameta, Baião y Tailandia. En Roraima, Acre y Rondônia el trabajo se está realizando con objetivo de asignar más de 2.000 agricultores.

2.2.9. Proyecto Polos de Biodiesel SAF/MDA

El trabajo de la propiedad familiar, sobre todo en zonas con condiciones ambientales menos favorecidas y de los agricultores más pobres en términos de organización y tecnologia, como en noreste, vinculado a la inexperiencia a respecto de la producción agrícola, contribuyeron a producir algunas frustraciones de las partes involucradas, tanto agrícolas como industriales.

En las regiones donde la agricultura familiar es más organizado y desarrollada, como es el caso del sur, el sureste y el centro-oeste, los agricultores están participando en el PNPB de manera efectiva. Pueden incrementar sus ganancias sin grandes cambios en los sistemas de producción y en la manera de llevar a cabo el cultivo y responden bien a la demanda que se originó con la aplicación de las unidades industriales de biodiesel en estas regiones, ya que la mayoría de ellos son productores de soja, materia prima ya consolidada tecnológica y comercialmente y con buenos niveles de producción y productividad.

Pero a pesar de la buena respuesta de los agricultores familiares que producen soja, el PNPB se centra en la diversificación estratégica. Por lo tanto, un gran esfuerzo se ha gastado en el incentivo al trabajo y el estímulo a la otros cultivos, como los cultivos de girasol y ricino en el noreste, la colza en el Sur y Centro-Oeste, Sésamo en Sureste y Centro-Oeste y palma aceitera en el Norte.

El gran número de proyectos de unidades de biodiesel muestra la complejidad del trabajo requerido por el Gobierno para promover la inclusión de la agricultura familiar en la cadena de producción de biodiesel. El trabajo, realizado en un Gobierno Federal es gradual y sistémico y sus agentes son limitados por factores estructurales, como el estado externo de la investigación agrícola de las semillas oleaginosas en cuestión, las diferencias en la calidad del servicio prestado por regiones, la disponibilidad de suministro de insumos, los problemas de logística, capacidad de organización, movilización y cooperación entre los actores de un territorio determinado, entre otros.

Por lo tanto, teniendo en cuenta todas las dificultades mencionadas, el trabajo realizado por el MDA para fomentar la inclusión de la agricultura familiar cualificadas en la producción de otras semillas oleaginosas distintas de la soja, pretende garantizar el respeto de las condiciones culturales, sociales y económicos de los agricultores, y la

inversión antes de todo ello en estrategias para fortalecer el capital social de estos territorios, en sintonía con los conceptos más actuales de desarrollo rural y el desarrollo territorial[17].

Para este trabajo de superar las dificultades y obstáculos, la creación de sinergias entre los actores regionales relacionados con la cadena de biodiesel y de movilizar y organizar a los agricultores para la producción de semillas oleaginosas, el MDA trabaja con el Proyecto Polos de Biodiesel, lo que ha demostrado ser una herramienta poderosa para el programa de inclusión social.

Implementado desde el año 2006, la metodología para la organización de la base productiva desarrollada por el MDA, se presenta como la principal estrategia para contribuir a nivel micro-regional o territorial, promoción de la inclusión social de las familias de agricultores en la cadena de producción de biodiesel a través de la producción de semillas oleaginosas.

Los Polos de Biodiesel se puede conceptualizar como un conjunto de espacios geográficos de producción (Núcleos) en varias regiones, con la presencia de los agricultores familiares, productores o potenciales productores de materias primas para la producción de biodiesel en virtud del PNPB. Municipios con sus núcleos se agrupan en centros de producción, que tienen en cuenta en su formación la presencia de las familias de agricultores con vocación para la siembra de las semillas oleaginosas, la identidad colectiva territorial, la presencia de áreas consideradas aptas para la plantación de zonificación agrícola, el rendimiento y/o interés en las actividades de las empresas detenedoras del Sello Combustible Social, y la presencia de actores sociales interesados en el desarrollo político y económico de la cadena productiva.

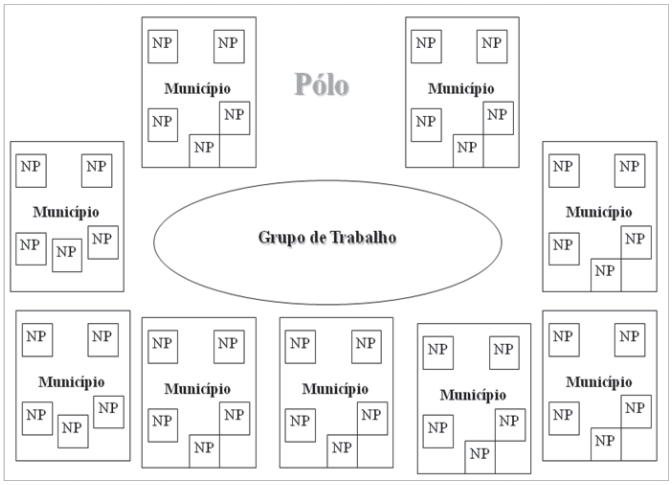
Como parte de la metodología de los polos, para la organización de los agricultores, las empresas, y de los diferentes actores involucrados, el MDA trabaja con la constitución del Grupo de Trabajo (GT), para crear un arreglo institucional a nivel territorial con la finalidad de identificar los obstáculos para el desarrollo de clusters bajo y sobre todo desarrollar e implementar acciones estratégicas para resolver los problemas encontrados. Los GTs, en su mayoría, son por lo tanto capaces de aproximar las acciones de los diversos actores relacionados con el desarrollo de la cadena de biodiesel, desarrollando las actividades que se tiene más problemas y aumentando las sinergias.

Una representación esquemática de la estructura de un polo de producción de biodiesel y el conjunto de actores que participan en los polos del proyecto GTs de biodiesel se puede ver en las figuras abajo.

17 Para más detalles de la importancia del fortalecimiento del capital social de los territorios para el desarrollo rural, ver Kageyama (2008) e Abramovay (2009).

FIGURA 6:

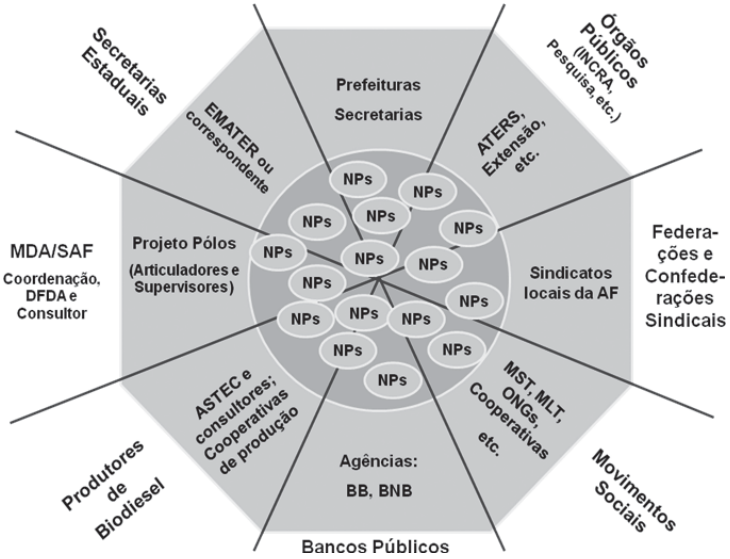
La estructura del modelo de producción de polos de Biodiesel



Fuente: SAF/MDA. NP = Nucleo de Producción

FIGURA 7:

Actores participantes de los GTs del Proyecto Polos de Biodiesel



Fuente: SAF/MDA

Por lo tanto, para el proyecto de los polos en curso, MDA y las instituciones asociadas son responsables de movilizar a los actores clave de cada polo (agricultores, cooperativas de agricultores, sindicatos de trabajadores rurales, municipios, EMATER's, organismos de investigación estatales, EMBRAPA's, empresas, instituciones financieras, universidades, ONG, etc.) para constituir GTs que permitan fortalecer el capital social de estos territorios y también organizar los intereses de los actores regionales involucrados con biodiesel.

Se puede decir que la organización de la base productiva a través de los polos y los GTs permitió desencadenar una secuencia de impactos, que son esenciales para el éxito del PNPB, como las zonas de mayor densidad de la producción de oleaginosas, menor costo logístico en la fase agrícola, una mayor diversificación de oleaginosas, mayor calidad e intensidad de los servicios, aumentar la productividad, aumentar los ingresos de los agricultores, una mayor participación de los agricultores en el PNPB.

Sin embargo, es de destacar que todos los avances son logros de un proceso de aprendizaje, y que la metodología utilizada para la nucleación de los agricultores familiares y la formación de racimos se ajustó durante el proceso de puesta en marcha. Inicialmente, la organización de los centros adoptan una configuración en base que la ubicación geográfica de la producción de biodiesel, es decir, se centra en los productores que trabajaron en una región en particular. Así, se formaron los polos y trabajaron desde la ubicación de las plantas industriales y sus arreglos de producción.

Desde el año 2008 hubo una metodología de reajuste que incorpora el conocimiento y la experiencia en la organización de la producción, especialmente en el noreste. La organización lógica de la base se convirtió centrada en la identificación de las regiones con un gran número de agricultores con el potencial de producir materia prima para el biodiesel e ya no se centró en la localización de las plantas industriales para la producción de biodiesel. Se invitó a las regiones potenciales identificadas y agricultores nucleados, las empresas que tenían interés en la adquisición de materias primas procedentes de los centros de producción a participar de los GTs.

El cuadro abajo muestra la evolución del número de polos y el número de sus municipios, por estado, 2006-2010.

El MDA con el proyecto polos de biodiesel, ha diseñado y mejorado sobre la base de experiencias y aprendizajes en el noreste, naturalmente, tenía la carga de ser un pionero y "aprender haciendo". A pesar de la carga de los pioneros en el trabajo que ya se ha implementado dando el resultado esperado y se puede medir en términos de una mayor experiencia en el trabajo de mapeo y de nucleación de los agri-

CUADRO 13:

Evolución del número de polos y municipios - 2006-2010

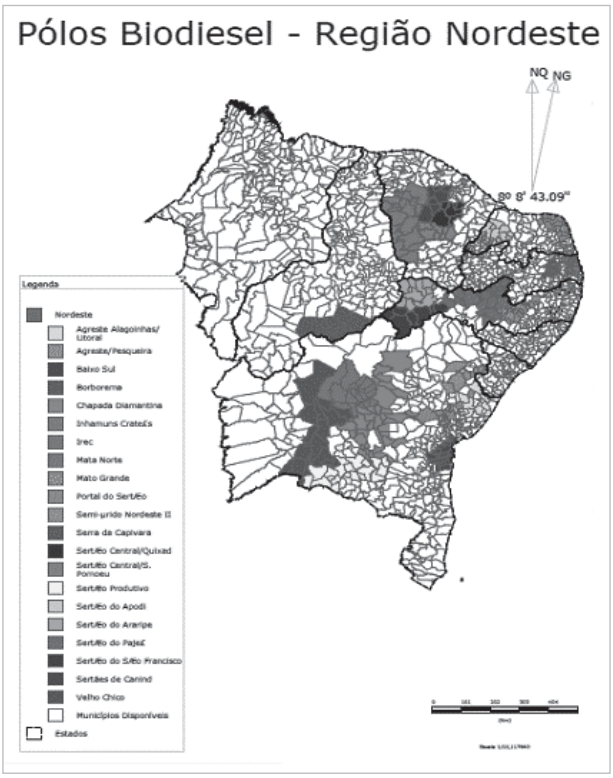
	2006		2007		2008		2009		2010	
UF	**Polos**	**Muni-cipios**	**Polos**	**Muni-cipios**	**Polos**	**Muni-cipios**	**Polos**	**Muni-cipios**	**Polos**	**Muni-cipios**
RS	3	140	4	96	4	210	4	210	6	248
SC	1	9	1	3	1	1	1	1	1	38
PR	1	3	3	9	3	9	3	9	1	39
Total Sur	***5***	***152***	***8***	***108***	***8***	***220***	***8***	***220***	***8***	***325***
SP	0	0	1	9	1	9	1	9	3	25
MG	1	25	0	0	4	76	4	76	6	122
Total Sureste	***1***	***25***	***1***	***9***	***5***	***85***	***5***	***85***	***9***	***147***
GO	5	-	4	35	4	71	6	65	6	65
MT	4	-	2	9	2	20	3	24	3	24
MS	5	-	2	16	2	24	4	31	4	31
Total Centro Oeste	***14***	***0***	***8***	***60***	***8***	***115***	***13***	***120***	***13***	***120***
PA	-	-	1	34	1	34	1	37	1	37
Total Norte	***0***	***0***	***1***	***34***	***1***	***34***	***1***	***37***	***1***	***37***
BA	3	55	8	143	8	143	8	143	8	131
CE	2	16	4	38	4	38	4	38	8	89
PB	0	0	0	0	2	35	2	35	4	65
PE	2	28	4	54	4	54	4	54	6	70
PI	3	37	2	19	1	14	1	14	2	27
RN	-	-	2	35	2	35	2	35	4	80
Total Nor-este	***10***	***136***	***20***	***289***	***21***	***319***	***21***	***319***	***32***	***462***
Brasil	***30***	***313***	***38***	***500***	***43***	***773***	***48***	***781***	***63***	***1091***

Fuente: SAF/MDA

cultores familiares, la movilización de los actores locales y el desarrollo de GTs organizados y activos.

La región noreste, al representar el modelo para el trabajo del proyecto en el resto del país, y de la tierra asociada a las características de propiedad familiar, cuenta con un mayor número de polos y agricultores nucleados en comparación con otras regiones.

FIGURA 8:
Polos de producción de biodiesel en la Región Noreste

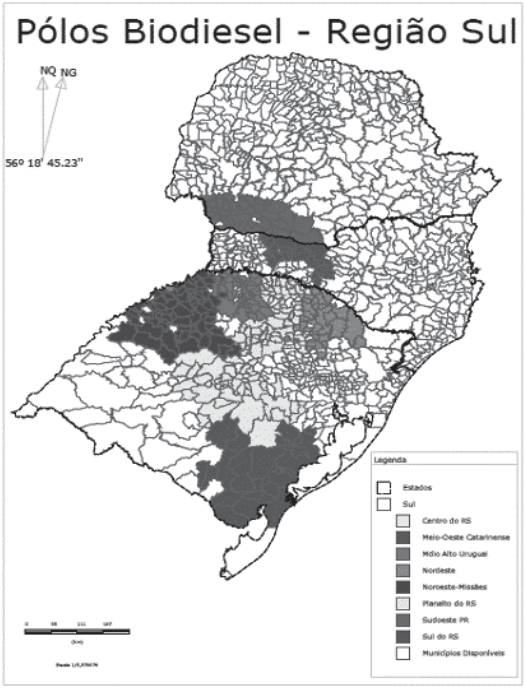


Fuente: SAF/MDA

Sin embargo, a pesar de un gran número de polos y agricultores nucleados, es importante diferenciar los agricultores nucleados y los agricultores que actualmente participan del PNPB y que proporcionan la materia prima para la industria. En el noreste, los problemas de la agricultura familiar son estructurales, el gran número de polos muestra que existe una mano de obra intensiva aun en "incubación" de los potenciales participantes del PNPB.

En la región sur también tiene una gran cantidad de polos de producción de biodiesel. Ayudados por las características históricas de la fuerza y la solidez de la agricultura familiar, especialmente en el estado de Rio Grande do Sul, los polos siempre han trabajado con un gran número de agricultores en esta región. Sin embargo, la metodología implementada en esta región es ligeramente diferente de otras regiones de la federación, teniendo en cuenta que tradicionalmente los

FIGURA 9:
Polos de producción de biodiesel en la Región Sur



Fuente: SAF/MDA

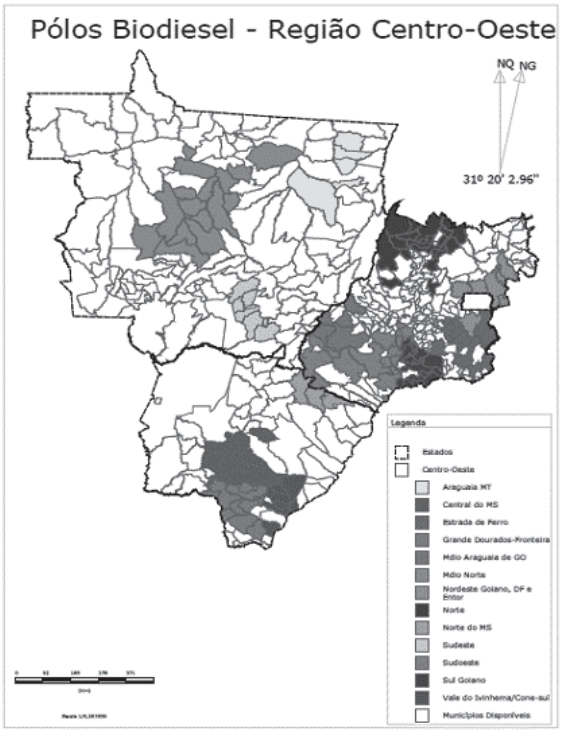
agricultores ya estaban nucleados en la lógica de sus cooperativas y trabajaron en el mercado consolidado de la soja y sus derivados.

Por el contrario, hay que destacar que el cambio constante de la selección nacional de los polos, alentado y promovido por el MDA, siempre tuvo como principio las experiencias globales y las ideas de la región Sur de cooperación para las regiones donde las cooperativas aun no está muy extendida, como el noreste, el norte de Minas Gerais y Centro-Oeste.

El Centro-Oeste es el mayor productor de biodiesel y tiene un número razonable de polos dispuestos. Sus estados, que se caracteriza por la fuerza de la tradición de la agricultura y de los empleadores orientadas a la exportación, naturalmente, tienen una menor organización comparativa de la agricultura familiar, así como el número de familias clasificadas en el PRONAF es menor que en otras regiones, como el sur y el noreste.

Sin embargo, algunas cooperativas agrícolas familiares comienzan a

FIGURA 10:
Polos de producción de biodiesel en la Región Centro-Oeste



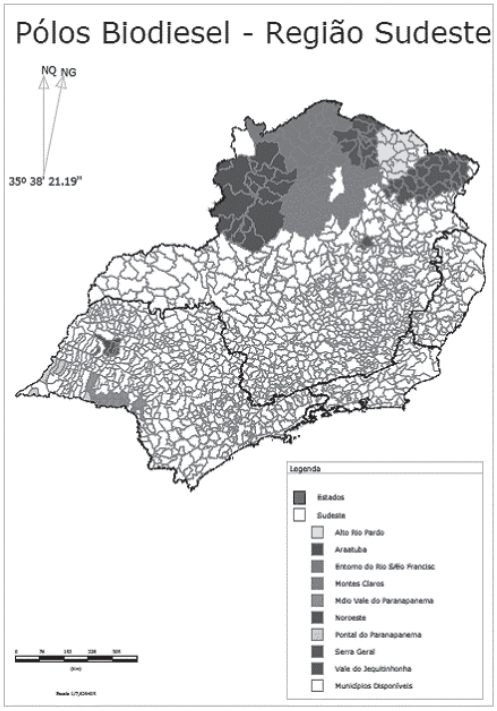
Fuente: SAF/MDA

consolidar en la búsqueda de satisfacer las demandas de las empresas productoras de biodiesel, debido la escala y el desempeño de seguridad de los contratos. Otras iniciativas pertinentes están se desarrollando en algunas empresas, principalmente en promover la diversificación, como la producción de sésamo en el estado de Goiás y Mato Grosso y colza en el estado de Mato Grosso do Sul.

En el sureste, hay una baja participación en el número de polos dispuestos, en primer lugar porque São Paulo tiene pocas áreas libres para la producción agrícola de oleaginosas, dejando solo la región de Pontal como de mayor concentración de pobladores de reforma agraria y de agricultores, y segundo, porque en Minas Gerais solo se puso en marcha una planta de biodiesel a mediados de 2009, para crearse la demanda de materias primas.

Por último, la región norte tenía hasta el momento solo uno de los polos organizado en el Estado de Pará y caracterizado como un centro de palma de aceite.

FIGURA 11:
Polos de producción de biodiesel en la Región Sureste



Fuente: SAF/MDA

A partir de 2009, impulsado por el potencial de la cultura del aceite de palma, se señaló la entrada de varias empresas en la región, especialmente en los estados de Pará y Roraima. Por lo tanto, el trabajo que ya se está haciendo y el Diagnóstico Rápido Participativo (DPR) y la creación de núcleos en estos estados siguiendo la metodología de los polos de biodiesel, son innovadores, y cabe destacar, el uso de técnicas de georeferenciación y la creación de una importante base de datos de organización.

En 2010, el potencial de la región norte para la producción de aceite de palma se ha convertido en aún más atractivo con la publicación por parte del Gobierno Federal, del Programa Nacional de Aceite de Palma Sostenible, que establece una serie de medidas para impulsar la producción de este combinando el respeto por el medio ambiente, la tenencia de la tierra y la inclusión social. Debido al gran atractivo del aceite de palma para la producción de biodiesel junto con el lanzamiento de este programa en favor de la cultura, hay un enorme

FIGURA 12:
Polos de producción de biodiesel en la Región Norte

Fuente: SAF/MDA

potencial en polos para aumento de la producción de biodiesel en la región norte.

Sin embargo, entre las diversas obras de MDA desarrolladas en la región norte cabe subrayar también otras iniciativas para el diseño de Polos paralelos y la necesidad de suministrar materias primas para las empresas con SCS. Como también los proyectos de generación de energía para las comunidades aisladas, que a pesar de puntual, siempre se produjeron en la región desde el comienzo del programa.

3. CONCLUSIÓN

El panorama del sector del alcohol-etanol indica una sostenibilidad prometedora debido a la necesidad de reducir la dependencia del uso de combustibles fósiles para la generación de energía, la tendencia de la escasez de este producto y el nivel actual de los precios internacionales. Mucho menos ha sido importante la dependencia externa, presentado por la disminución de las importaciones y la influencia

de la diversificación de la matriz energética brasileña.

Recientemente, con la apreciación de las cuestiones ambientales, el interés por el bioetanol se ha tenido, no solo en Brasil sino también en otros países como los Estados Unidos y Suecia. Además de estos, otros países han puesto en marcha programas para la inserción del bioetanol en sus matrices energéticas, tales como Australia, Canadá, China, Costa Rica, Colombia, India y Suecia.

El mercado exterior tiene grandes perspectivas y oportunidades de exportación, con mercados atractivos y tendencia de aumento por encima del nivel de 2,6 millones de litros, pero no se puede decir que ya hay un mercado extranjero consolidado para el bioetanol brasileño. El desarrollo de los acuerdos comerciales, la Organización Mundial del Comercio - OMC, tratados de agricultura no se presentaron prometedor en el pasado reciente, y la cuestión del mercado de los biocombustibles promete ser uno de los principales temas de negociación, especialmente en relación la reducción de las barreras arancelarias traído por los europeos y por los estadounidenses contra el producto brasileño.

En el mercado interno, la producción de bioetanol actual es equivalente a alrededor de 200.000 barriles de petróleo, casi totalmente consumidos por el mercado interno, lo que representa el 40% del mercado de gasolina. La flota brasileña de vehículos (18 millones de vehículos) utiliza la mezcla de bioetanol en la gasolina, de los cuales 3,5 millones hacen uso del bioetanol hidratado puro, incluso a través de la tecnología “flexfuel”.

En su conjunto, la industria del bioetanol y azúcar en Brasil cada año agrega $ 8.3 billones a la economía brasileña (1,6% del PIB) y genera 3,6 millones de empleos directos. En la cosecha 2005/2006, la producción de caña de azúcar ocupa 5,4 millones de hectáreas, de las cuales alrededor de 2,7 millones se destinaron a la producción de etanol.

En Brasil, la superficie agrícola total es de 353 millones de hectáreas. El área de cultivo de caña de azúcar cubre 6,2 millones de hectáreas, o el 1,7% de la tierra cultivable y el 18,3% de la superficie dedicada a cultivos anuales.

En 17 estados de Brasil hay la producción de caña de azúcar, pero solamente en 8 estados la cosecha es de más de 6 millones de toneladas. La producción en estos 8 estados representan más del 90% del total de caña de azúcar de Brasil. El rendimiento promedio nacional es de 138 kg de azúcar por tonelada de caña, y el rendimiento promedio de bioetanol es de 82 litros por tonelada de caña.

El proceso de modernización del SAG plantea transformar los molinos de caña de azúcar y destilerías en unidades totalmente automatizadas. Ha habido una transición de la lógica extensiva a intensiva con resultados crecientes de indicado-

res de productividad, aunque afectada por razones edafoclimáticas que reflejan el desarrollo tecnológico agronómico e industrial logrado.

La modernización de la agricultura y la tendencia creciente de los procesos de mecanización han modificado el perfil de cualificación de la fuerza de trabajo y la forma en negativo de aumento del desempleo. En consecuencia, el sector tiene una fuerte influencia en la transformación de la estructura social establecida por la relación de trabajo, lo que genera una tensión estructural del problema social en las zonas rurales, la dimensión social. Por otro lado, la puesta en marcha de nuevas plantas provoca una presión sobre la economía territorial en el uso de uso de la tierra, la estructura de propiedad de la tierra, diversificación de la producción, la utilización de los factores productivos producidos y comercializados en la demanda y la oferta de puestos de trabajo.

La producción y el procesamiento de la caña de azúcar se encuentran exclusivamente en manos del sector privado. Entre los años 1997-2001 hubo 24 fusiones, incluyendo la compra de 7 empresas brasileñas por los inversionistas extranjeros.

En este contexto, el Estado de São Paulo se presenta como un centro de producción e industrialización y generador de puestos de trabajo. Por su proximidad a São Paulo e por influir en el Triangulo Mineiro, al sur de Goiás, Mato Grosso do Sul, en el sur y el norte de Paraná, son el segundo polo más importante, seguido del Nordeste y Río de Janeiro, que tienen tasas de expansión y rendimiento considerables. La región Centro-Sur presentó en 2005/06, 90% de la producción y fue seguido por la región noreste con 9%.

Las perspectivas para la inversión, la consolidación del sistema de transporte en la lógica del mercado de bioetanol indica la región central del país como uno de los más prometedores, donde el futuro de la construcción del ducto de bioetanol que dará forma al terminal de exportación en Santos (SP), en el Centro-Oeste, se presenta como una condición de viabilidad para el establecimiento de plantas en muchas áreas de su entorno. Del mismo modo, la construcción del ducto de bioetanol que une la región productora de Mato Grosso do Sul, en el puerto de Paranaguá, sin duda generará los mismos resultados.

Vale la pena señalar que estas inversiones son el resultado de una política de gobierno que a través del desarrollo del programa de producción y venta de contratos de opción a favor de la exportación. Por otra parte, las líneas de crédito con tasas de interés fijas, como las Notas del Producto Rural (CPR), diseñados para productos agroindustriales industrializados, constituyen de cambio de divisas en las negociaciones con las empresas transnacionales.

El comercio de compra y venta de bioetanol se produce a través de diferentes partes de este sector. Las negociaciones se caracterizan por las operaciones en el mercado de combustibles. El uso de contratos con cantidades fijas y los precios fijados por los indexadores está evolucionando rápidamente, como los indicadores de precios de anhidro e hidratado.

Proyecciones de bioetanol para la producción, el consumo y las exportaciones reflejan un fuerte crecimiento debido principalmente al crecimiento del consumo interno (la expansión del sector de la automoción y el creciente uso de vehículos) y las exportaciones de etanol. Las proyecciones para 2015 son 36,8 billones de litros (más del doble de la producción de 2005), para el consumo interno 28.400 millones de litros y las exportaciones en 8,5 billones de dólares.

Dependiendo de la cosecha en el Centro-Oeste, cuya expansión en el estado de Goiás ha logrado un crecimiento del 81% de la superficie entre los cultivos 1999/2000 y 2003/2004 y ahora representa el 6.6% de la producción de caña de azúcar en Brasil y en ver que el bioma predominante es el cerrado cuenta con instalaciones para la mecanización, la presión sobre la tierra es cada vez mayor como la pendiente del terreno y la disponibilidad de mano de obra calificada facilitan enormemente la mecanización. Más allá del estado de Mato Grosso do Sul y el oeste del estado de Minas Gerais, se espera avanzar en la expansión de los cultivos de caña de azúcar en Maranhão, en la región fronteriza entre el Cerrado y la Amazonia, dadas las condiciones geográficas y de infraestructura estructura favorable para la exportación.

En el mapa del potencial de la plantación de caña de azúcar sin zonas de riego se destacan las siguientes por su alto y medio potencial: Al norte de Paraná, Centro-Oeste, al noroeste y al oeste de São Paulo, oeste de Minas Gerais, el este de Mato Grosso do Sul , el noroeste y el sur de Río Grande do Sul, sur de Goiás y algunas partes cerca de la costa del estado de Rio de Janeiro a Rio Grande do Norte.

Con riego, destacan áreas con potencial de siembra de caña de azúcar, especialmente: Norte Paraná, Centro-Oeste, Noroeste, Oeste y Norte de São Paulo, Oeste de Minas Gerais, en el este de Mato Grosso do Sul, noreste y el sur de Rio Grande do Sul, sur de Goiás, algunas zonas situadas cerca de la costa, en el estado de Rio de Janeiro a Rio Grande del Norte, Oeste y Sur de Bahía, Semiárido, en el sur Tocantins, parte sur de Rondônia y Mato Grosso puntos aislados.

Teniendo en cuenta estos escenarios marcados por el crecimiento de la expansión de la producción de la superficie, las inversiones en el sector del transporte, los avances tecnológicos, el aumento de las tasas de las perspectivas de exportación son los puntos más optimistas para el sistema de la caña de azúcar

agro-industrial, pero el sector tiene que evaluar los efectos negativos en la tierra, del medio ambiente y la producción de alimentos tal como se presenta tienen que ser discutidos e investigados. En este contexto, el enfoque debe estar dirigido a agricultura familiar, que a pesar de su gran contribución a la producción de alimentos y la generación de puestos de trabajo en el campo, no ha recibido la misma atención.

En el caso de este sector se observa que el modelo de la producción es predominantemente concentrador, que no es consistente con las características de la agricultura familiar. Por el contrario, los agricultores familiares han sido víctimas, incluido del proceso de concentración de la tierra, que opera como mano de obra barata, entre otras consecuencias. Las condiciones actuales de la participación en este sistema no los beneficia. La evidencia más fuerte es que mientras que el 76% de los pequeños agricultores producen caña de azúcar, solo el 8% de la producción total de caña de azúcar son de las propiedades familiares.

En la práctica de los monocultivos a gran escala, sobre todo en la exploración de la caña de azúcar, representan gran parte de las desigualdades en el campo, los cambios en los estándares de producción agrícola, crea serias barreras para el desarrollo de policultivos, especialmente de los productos alimenticios. Por no hablar de los problemas ambientales causados por la deforestación, para la generación de energía adicional para el riego y la posibilidad de cambiar las fronteras para la plantación de caña en el estado de Amazonas.

Por otro lado, el valor de los activos involucrados en la actividad constituye un factor relevante para un análisis preciso tener en cuenta que las inversiones en el sector generan impactos inmediatos como la expansión de la producción, el aumento de los precios de la tierra para comprar o alquilar, a las plantas de producción de bioetanol.

Si de alguna manera este aumento de precios es positivo para estas, otras condiciones limitan el alcance de los que no pueden acceder o producir tales circunstancias, a pesar de la vocación y del valor.

Pensando en la inserción de la agricultura familiar requeriría la adopción de políticas públicas a favor de estos productores, basados en modelos descentralizados de producción de caña de azúcar y bioetanol articulados por los policultivos y micro-destilerías, que a pesar del análisis microeconómico, este modelo es considerado como el más capaces de promover: el desarrollo territorial y regional, una mayor distribución de la renta entre los agricultores, el desarrollo de la tecnología industrial y aumentar la escala de fabricación de este tipo de equipos.

Por otra parte, otras sugerencias son en este trabajo, así como otros modelos deben ser analizados, especialmente los basados en los principios de la agroecología, como que

se adaptan a suelos planos o de pendientes. Todas estas posibilidades están en espera de una política de Estado que involucre a los tres niveles (federal, estatal y municipal) articulados con los productores, centrándose en cuestiones económicas, fiscales, legales y sociales contemplando la producción del bioetanol a pequeña escala, más allá de la correcta elección de los lugares estratégicos que permitan garantizar la sostenibilidad de estos agricultores que enfrentan a una perspectiva de un mercado altamente competitivo.

Aunque el biodiesel, el análisis de los resultados obtenidos hasta el momento, se puede ver que se han producido importantes avances en la inclusión social, la generación de empleo y distribución del ingreso en PNPB.

El análisis de los resultados obtenidos hasta el momento, es evidente que ha habido grandes avances en el Programa Brasileño de Producción y Uso de Biodiesel tanto en la generación de ingresos para la agricultura familiar y para la producción de la generación de energía renovable y las exportaciones de Brasil.

Brasil ha sido tradicionalmente un importante productor de petróleo, sin embargo, con el aumento de la cantidad de aceite vegetal que hasta entonces era un subproducto de la soja, ahora se considera un co-producto, generando más ingresos para la cadena de producción. Cabe señalar los agricultores familiares productores de semillas oleaginosas en el Noreste y Semiárido, que hasta entonces carecía de expresión con una cadena de producción desorganizada, ahora tiene visibilidad, posibilidad de se organizar, crear puestos de trabajo cualificados y de generar ingresos y oportunidades para los actores excluidos de las relaciones del agronegocio brasileño.

La producción de oleaginosas, los agricultores de la Región Norte, hasta que a principios de este año, se limitó a los acuerdos de una sola empresa. Sin embargo, las perspectivas de aumento de la participación y capacitación de la agricultura familiar en la región PNPB son muy prometedores, con un programa específico para el cultivo de palma de aceite y una serie de herramientas de apoyo a la inclusión social.

En el sur, los agricultores familiares participan de modo más organizados en el PNPB, dando bonificación de intereses para adaptar su cultura a otras regiones de cooperación y colaborando con el esfuerzo por diversificar las experiencias con otras materias primas sino soja. En el Sureste y Centro-Oeste, la participación también es significativa, con las iniciativas de diversificación (sésamo, cacahuete, girasol y colza) y un número creciente de agricultores y de cooperativas.

Se mejoraron las normas para la concesión y el mantenimiento del Sello Combustible Social, incluyendo el fomento de la inclusión social

en las regiones más pobres del país a través de la Instrucción N º 01, de 19/02/2009, se promovió la mejora de porcentaje adquisición mínima requerida de la agricultura familiar de acuerdo a la realidad regional y entró en vigencia el 15% en el Norte y Centro-Oeste y el 30% para otras regiones. Para el cálculo de estos porcentajes, permite que las plantas de biodiesel incluyen los gastos de análisis de suelos, asistencia técnica y donación de suministros y servicios directos en la propiedad del agricultor familiar hasta el límite del 100% del precio de compra de la materia prima en sí, para las compras en el Norte, Noreste y semiárido, y el 50% para las otras regiones del país

Brasil creó un programa para generar ingresos para los agricultores familiares que puede ser replicado en diferentes países del mundo, especialmente en los países en desarrollo

4. BIBLIOGRAFÍA

Abramovay, Ricardo e Magalhães, Reginaldo. O acesso dos agricultores familiares aos mercados de biodiesel: parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais. 2007.

Abramovay, Ricardo. O capital social dos territórios: repensando o desenvolvimento rural. In: ABRAMOVAY, R. O futuro das regiões rurais. Porto Alegre: editora da UFRGS, 2009.

Agência CNA. Seminário estuda alternativa para pequena produção de álcool. 18/05/2007

Agência CNA. Modelo alternativo para pequena produção deve ser construído, diz especialista. 16/05/2007.

Balanço nacional de cana-de-açúcar e agroenergia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento / Secretaria de Produção e Agroenergia – Brasília: MAPA / SPAE, 2007.

Bialoskorski Neto, S. Agronegócio Cooperativo. In: Batalha, M. O. (coord.). Gestão Agroindustrial. Atlas: São Paulo, 2001.

BRASIL. Lula lança programa de biodiesel com imposto zero para agricultor familiar do Norte e Nordeste. Notícias. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/consea/exec/noticias_antigas.cfm?cod=1682&ano=2004>. Acesso em: 23 de novembro de 2009.

CGEE. Biocombustíveis. Nota técnica. Preparado por Macedo, I.C. e Horta Nogueira, L.A. CGEE - Centro de Gestão de Estudos Estratégicos, Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Brasília, 2006.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: nono levantamento, junho 2010. Brasília: CONAB, 2010.

Crispim, Jack Eliseu e Vieira, Simião Alano. Cana-de-açúcar: boa alternativa agrícola e energética

para a agricultura nacional. Estação Experimental de Urussanga. Santa Catarina.

Diretrizes de Política de Agroenergia. Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia. 2. ed. rev. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.

E. Santo, Benedito Rosa do. BIOCOMBUSTÍVEIS, A EXPANSÃO DA ÁREA CULTIVADA COM CANA DE AÇÚCAR E IMPLICAÇÕES.

Holanda, A. Biodiesel e Inclusão Social. Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 200 p. (Série Cadernos de Altos Estudos, n. 1). Brasília-DF, 2004.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/agri_familiar_2006/familia_censoagro2006.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2009.

Informe Nacional de Situação e Perspectivas da Agricultura 2007, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Representação no Brasil. Novembro 2006.

KAGEYAMA. A. A. Desenvolvimento rural: conceitos e aplicações ao caso brasileiro. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

KAWAMURA, Yumi; FAVARETO, Arilson; ABRAMOVAY, Ricardo (no prelo). As estruturas sociais do mercado de matérias-primas para o biodiesel no semi-árido brasileiro.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário Estatístico da Agroenergia. 160 p. Brasília: MAPA/ACS, 2009

MME - Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Energias Renováveis. Departamento de Combustíveis Renováveis. Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis. Nº 33 – setembro/2010. Brasília-DF, 2010.

Marjotta-Maistro, Marta Cristina. Ajustes nos mercados de álcool e gasolina no processo de desregulamentação. Tese. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2002.

Ometto, Aldo Roberto; Mangabeira, J. Alfredo de Carvalho & Hott, Marcos Cicarini. Mapeamento de potenciais de impactos ambientais da queima de cana de açúcar no Brasil. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2297-2299.

Peres, José Roberto Rodrigues e Freitas Junior, Elias de. Biocombustíveis - Uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. 1. Revista Política Agrícola. Décio Luis Gazzoni. Ano XIV - Nº 1 - Jan./Fev./31/Mar. 2005.

Secretaria de Produção e Agroenergia. Departamento da Cana-de-Açúcar e Agroenergia Relação

das Unidades Produtoras Cadastradas no Departamento da Cana-de-açúcar e Agroenergia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.. Posição 05/11/2007. Cadastro Final / ativas.

Relatório da Subcomissão da cana de açúcar, do álcool e do etanol. Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo. Câmara dos Deputados. Relator: Deputado Heitor Schuch. Porto Alegre, 2007.

Rodrigues, Délcio & Ortiz, Lúcia. Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana de açúcar no Brasil. Amigos da Terra – Brasil. Vitae Civilis – Desenvolvimento, Meio Ambiente e Paz. Outubro, 2006.

SEBRAE, O Novo Ciclo da Cana - Estudo sobre a competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar e prospecção de novos empreendimentos. Volume 1. Competitividade do Sistema Agroindustrial Canavieiro. Brasília, 2005.

Valor Online, Cana avança no sudoeste de São Paulo. 30/08/2006.

Jornal Correio Brasiliense, Notícia de 26/8/2006.

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA Bioenergia EN CHILE

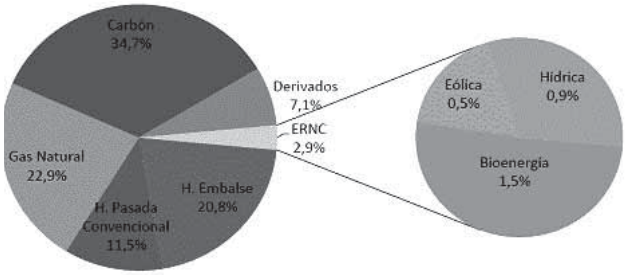
Autor: Manuel Paneque

1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS

La generación bruta de energía en Chile del SING y SIC[18] para el año 2011 ascendió a 61.934 GWh, y dentro de las ERNC (2,9% del total), la Bioenergia[19] tuvo una participación mayoritaria y creciente (CER, 2012.i). (Gráficos 1 y 2).

GRÁFICO 1:

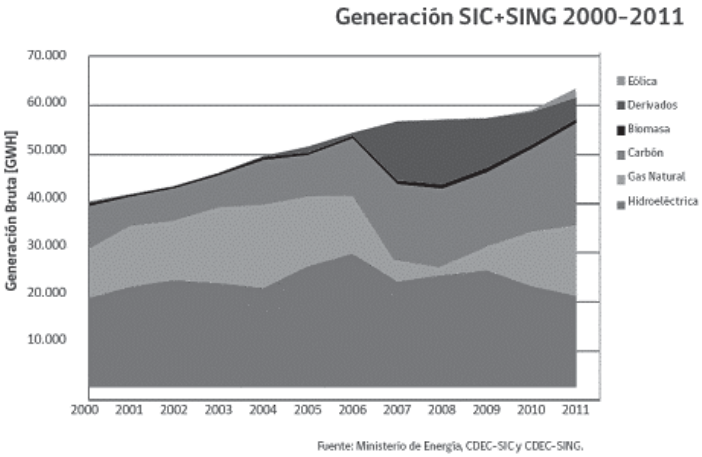
Total Generacion Bruta de Energía, Chile, 2011



Total Generación Bruta: 62 TWh
Potencia Instalada : 17 GW

GRÁFICO 2:

Evolución de la demanda eléctrica SING y SIC en Chile 2000-2011 (CER, 2012.i; Ministerio de Energía, 2012.iii)



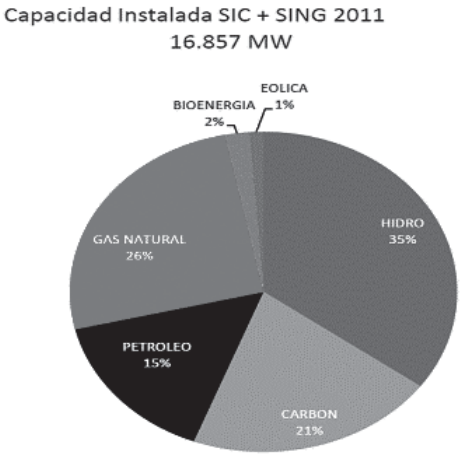
18 Corresponde a los dos sistemas eléctricos que agrupan el 99% de la capacidad instalada de energía en Chile (los otros dos, minoritarios, son Aysén y Magallanes).

19 Biomasa: aplicaciones con recursos forestales & Biocombustibles: biodiésel, bioetanol, biogás.

La capacidad instalada en Chile en el SING y SIC al 2011 fue de 16.857 MW, siendo aquella derivada de biomasa el 2% del total anual (Ministerio de Energía, 2012.i) (Fig. 3), y la demanda para ese mismo año de 6.881 MW en el SIC y 2.162 MW en el SING.

GRÁFICO 3:

Capacidad instalada SING y SIC en Chile 2011



Fuente: Ministerio de Energía, 2012.i-ii.

CUADRO 1:

Capacidad instalada SING y SIC en Chile 2011

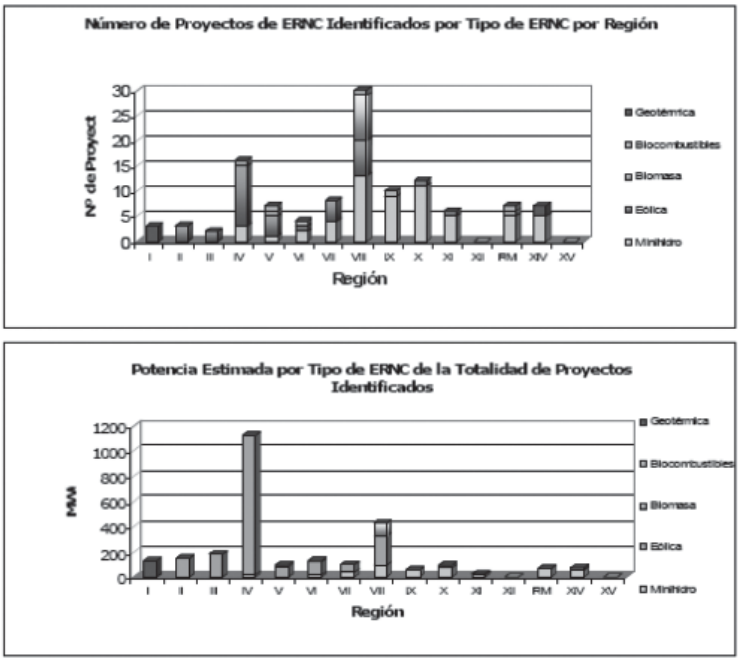
Fuente	SIC	SING	Magallanes	Aysén	Total
Hidráulica > 20MW	5.633	0	0	0	5.633
Comb. Fósiles	6.079	3.949	100	29	10.157
Total convencional	**11.712**	**3.949**	**100**	**29**	**15.790**
Hidráulica < 20MW	225	15	0	20	261
Biomasa	256	0	0	0	256
Biogás	15	0	0	0	15
Eólica	197	0	2,6	2	201
Total ERNC	**693**	**15**	**2,6**	**22**	**733**
Total Nacional	**12.405**	**3.964**	**102**	**52**	**16.523**
ERNC %	**5,6%**	**0,4%**	**2,5%**	**43,3%**	**4,44%**

Fuente: Ministerio de Energía, 2012.i-ii.

Lo anterior se ve reflejado en la capacidad instalada de ERNC en Chile, donde actualmente existen 732 MW conectados a los sistemas eléctricos del país (CER, 2012.ii-iii). (Gráficos 4, 5 y 6).

GRÁFICO 4:

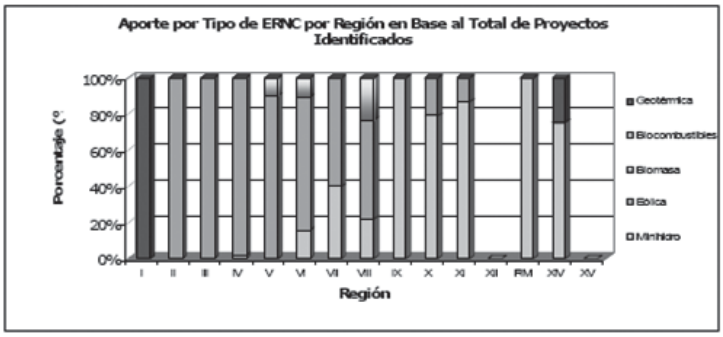
Número de proyectos de ERNC Identificados por Región y Potencia Estimada por Región (en MW)



Fuente: INNOVACHILE-CORFO, 2009

GRÁFICO 5:

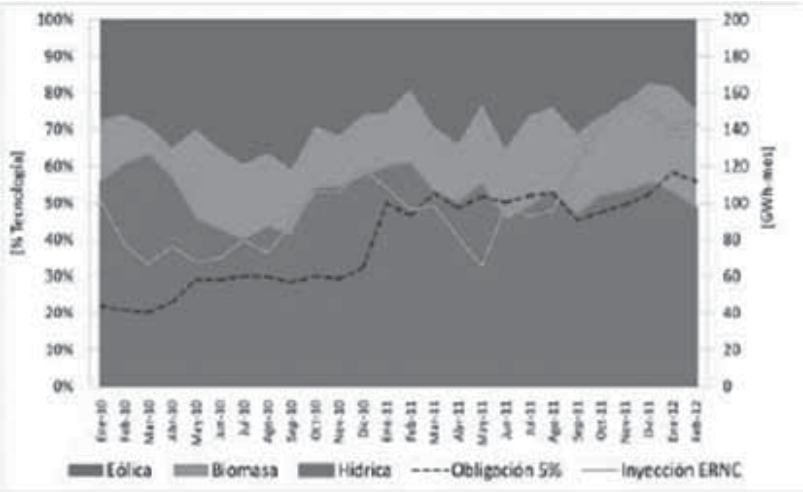
Aporte por tipo de ERNC por Región según Proyectos Identificados



Fuente: INNOVACHILE-CORFO, 2009

GRÁFICO 6:

Capacidad instalada ERNC Chile, Abr. 2012

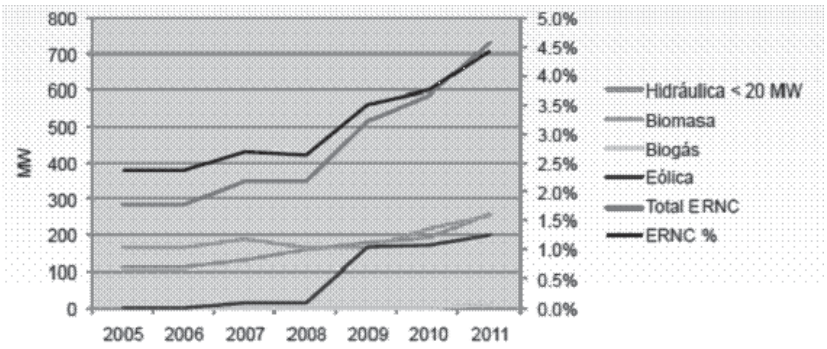


Fuente: CER, 2012 ii-iii

De esta forma se aprecia un alza sostenida en la participación de las ERNC dentro de la matriz energética, con una progresión sistemática del componente Bioenergía en el periodo 2005-2011 (Ministerio de Energía, 2012.ii) (Gráfico 7).

GRÁFICO 7:

Capacidad instalada ERNC y % de participación 2005-2011, Chile

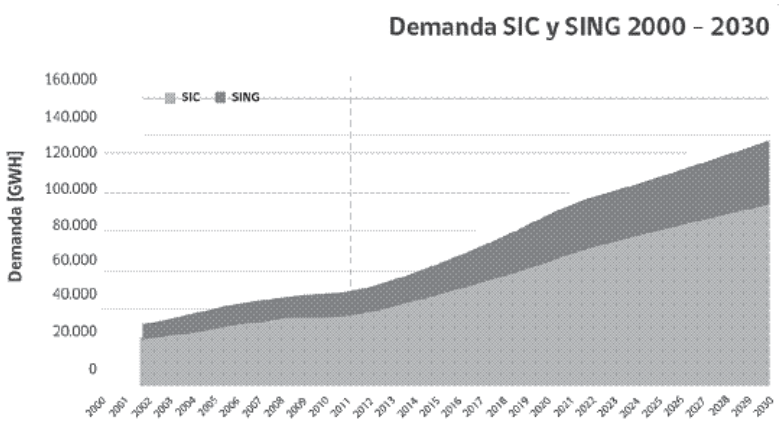


Fuente: Ministerio de Energía, 2012.ii.

En relación a la demanda de energía proyectada del país se plantea un requerimiento creciente. Al año 2020 se proyectan tasas de crecimiento del consumo eléctrico en torno al 6 a 7%, lo que significa cerca de 100.000 GWh de demanda total de energía eléctrica a dicho año, lo que requerirá aumentar la oferta, sólo en dicho período, en más de 8.000 MW en nuevos proyectos de generación (CER, 2012.i; Ministerio de Energía, 2012.i-iii) (Gráfico 8)

Al momento, y si se considera la exigencia global vigente de inyección de ERNC del 5% a los sistemas eléctricos (Ley 20.257), se ha cumplido con un aporte del 5,65% a mayo de 2012 para el SING y SIC. Del total de las inyecciones citadas, la Biomasa ha representado el 29% (CER, 2012. iii).

GRÁFICO 8:
Demanda SING y SIC 2000-2030, con PIB proyectado de 4,9% media anual



Fuente: CER, 2012; Ministerio de Energía, 2012.i.

1.1. Entorno Político para el Desarrollo de ERNC

Para el impulso de la generación de ERNC, en el marco de una demanda energética creciente, en Chile se han procurado una serie de mecanismos en esa dirección por parte de los organismos de Estado, no obstante la dificultad en alcanzar la meta inicial del Gobierno actual y lo propuesto en un Proyecto de Ley ad hoc de fijar la incorporación de un 20% de ERCN en la matriz energética nacional al año 2020 (situación expuesta por el Ministerio de Energía ante el Senado en septiembre de 2012, donde se señala que

se podría lograr sólo la mitad de esa cifra al año 2024, tal como contempla la legislación vigente).

El Gobierno de Chile presentó en febrero de 2012 la Estrategia Nacional de Energía (ENE) 2012-2030, que define los lineamientos que seguirá el país en materia energética los próximos años (Ministerio de Energía, 2012.iii).

Chile es un país importador de recursos energéticos, cuyos altos precios han incrementado los costos marginales de generación de energía y el precio de la electricidad (el país tiene uno de los precios de electricidad más altos de América Latina y superiores al promedio del resto de países de la OCDE). En la ENE se ha declarado que el país requiere de energías limpias y renovables como son la generación hídrica y las ERNC. De esta forma el Gobierno tendrá como objetivo acelerar la incorporación de ERNC, potenciar el desarrollo hidroeléctrico y disminuir la participación de la generación termoeléctrica.

Por el momento se descarta la utilización de energía nuclear para la generación de electricidad, aunque se continuará estudiando y analizando la experiencia internacional para contar con la información suficiente para que los próximos gobiernos puedan tomar una decisión al respecto.

Con miras de orientar la matriz eléctrica de la forma descrita, la ENE se basa en 6 pilares fundamentales, uno de los cuales corresponde al desarrollo de ERNC.

Actualmente el desarrollo de las ERNC enfrenta una serie de dificultades como el alto costo de la inversión inicial, las limitadas posibilidades de financiamiento, dificultades en el acceso y conexión a líneas de transmisión y suscripción de contratos a largo plazo.

Dentro de las medidas comprometidas para su impulso figuran:

- Mecanismos de licitación para incentivar su Desarrollo: se realizarán licitaciones abiertas por bloques de ERNC en la que los generadores podrán adjudicarse un subsidio del Estado que mejore sus condiciones de venta de energía.
- Plataforma geo-referenciada: reunirá información dinámica para la evaluación de la viabilidad de un proyecto de ERNC para identificar la disponibilidad de terrenos compatibles. Así es posible brindar certidumbre sobre la viabilidad de desarrollar proyectos de ERNC y fortalecer el aprovechamiento de los terrenos fiscales.
- Fomento y Financiamiento: se crearán instrumentos efectivos de cobertura, seguros, nuevas líneas de crédito con financiamiento internacional y otras medidas de incentivo económico.
- Nueva institucionalidad: se propondrá una nueva institucionalidad de carácter público para promover el establecimiento de las ERNC.

- Estrategias por tecnología: se llevará a cabo una estrategia de largo plazo diferenciada para cada una de las energías: solar, eólica, bioenergia, biomasa, geotermia, mini hidro y mareomotriz. Se contempla I + D + i, prospección del recurso, instrumentos de fomento, financiamiento y marco regulatorio. Además, se implementará un nuevo plan de subsidios e incentivos para proyectos piloto de ERNC que permitan recoger experiencia y generar conocimiento en esta industria.

1.2. Entorno Legal para el Desarrollo de ERNC

Marco Legal General

Las siguientes normativas de carácter general son aplicables a proyectos que posean una connotación energética con foco en el impulso de las ERNC.

Decreto Con Fuerza De Ley N° 1 (DFL 1, 1982) Ministerio de Minería

Llamada Ley General de Servicios Eléctricos; aprueba modificaciones al DFL. Nº 4 de 1959, en materia de Energía Eléctrica. Regula las actividades del sector, así como las obligaciones de los organismos de regulación del mercado, entre ellas, la CNE, la SEC, etc. Además define las obligaciones de cada sector que participa en el sistema eléctrico, junto con los mecanismos de remuneración, tanto para las transacciones entre privados, como la referida a los clientes regulados y los no sometidos a regulación.

Ley Nº 19.940

Regula sistemas de transporte de energía eléctrica, establece un nuevo régimen de tarifas para sistemas eléctricos medianos e introduce las adecuaciones que indica a la Ley General de Servicios Eléctricos. Además, libera total o parcialmente el pago de peajes a las ERNC cuya potencia sea inferior a los 20 MW, junto con normar el pago de servicios adicionales a la entrega de energía en el sistema (servicios como regulación de frecuencia, control de tensión, seguridad de suministro, partida o reinicio de sistema, etc.). Es conocida también como la “Ley Corta I”. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Publicado en el Diario Oficial del 13 de Marzo del 2004.

Ley Nº 20.018

Modifica el marco normativo del sector eléctrico. Establece los mecanismos de participación en el mercado de las fuentes de ERNC, los precios a los que vende energía y potencia a las empresas de distribución, establece el mecanismo de licitaciones para suministrar energía y potencia a las empresas de distribución, garantiza el uso de instalaciones eléctricas con objeto de vender energía directamente a clientes no sometidos a regulación de precios y modifica la manera de traspasar los costos de generación a los clientes regulados de manera más fluida. También se le conoce

como la "Ley Corta II". Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Publicado en el Diario Oficial del 19 de Mayo de 2005.

Ley Nº 20.257

Introduce modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos respecto de la generación de energía con fuentes de energía renovable no convencional. Define el tipo de fuentes de energía consideradas como renovables no convencionales y obliga a las empresas con capacidad superior a 200 MW a que el 10% de sus retiros de energía provengan de fuentes renovables no convencionales (meta al año 2024). Así mismo determina un sistema de sanciones a las empresas que no cumplan con lo indicado en la Ley. También es denominada como "Ley de Energías Renovables". Publicada el 8 de marzo de 2008.

Entre los años 2010 y 2014 la obligación de suministrar energía con medios renovables no convencionales será de 5%. A partir de 2015, este porcentaje se incrementará en 0,5% anual, hasta llegar al 10% en el año 2024. Este aumento progresivo se aplicará de tal manera que los retiros afectos a la obligación el año 2015 deberán cumplir con un 5,5%, los del año 2016 con un 6% y así sucesivamente, hasta alcanzar el año 2024 el 10% provisto

De acuerdo a esta exigencia y con las medidas que se definieron en la ENE, se buscará más que duplicar en la próxima década la actual participación de las ERNC en la matriz energética (Ministerio de Energía, 2012.iii).

Ley Nº 20.571

Regula el Pago de las Tarifas Eléctricas de las Generadoras Residenciales. Este cuerpo legal habilita la inyección de excedentes de energía de medios de generación de pequeña escala en redes de distribución. Establece el sistema de incentivo a los pequeños medios de generación distribuidos en base a energías renovables no convencionales (ERNC), conocido como Net Metering (NM).

Un Reglamento determinará los requisitos que deberán cumplirse para conectar el medio de generación a las redes de distribución e inyectar los excedentes de energía a éstas.

La energía que los clientes finales inyecten por medios de generación de ERNC podrá ser considerada por las empresas eléctricas que efectúen retiros de energía desde los sistemas eléctricos con capacidad instalada superior a 200 MW, para dar cumplimiento de la obligación establecida en la Ley 20.257. Ministerio de Energía, 2012.

Decreto Supremo N° 327 de 1998

Fija reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos. Regula las actividades del sistema eléctrico, entre ellas, el pago entre generadores, los pagos por uso de líneas de transmisión y subtransmisión, así como los sistemas adicionales, establece las condiciones de servicio en cuanto a continuidad y calidad

de suministro, etc. Ministerio de Minería. Publicado en el Diario Oficial del 10 de Septiembre de 1998.

Decreto Supremo N° 158 de 2003

Modifica decreto Nº 327, de 12 de diciembre de 1997, de Minería, que aprueba el Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos". Establece mecanismos de medición y pago de los peajes por uso de líneas. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Publicado en el Diario Oficial del 9 de Octubre de 2003.

Decreto Supremo N° 181 de 2004

Aprueba reglamento del Panel de Expertos establecido en el título VI de la Ley General de Servicios Eléctricos. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Publicado en el Diario Oficial del 16 de Septiembre de 2004.

Resolución Exenta Nº 9 de 2005

Dicta norma técnica con exigencias de seguridad y calidad de servicio para el SING y SIC. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Publicado en el Diario Oficial del 21 de Marzo de 2005.

Resolución Exenta Nº 40 de 2005

Modifica norma técnica con exigencias de seguridad y calidad de servicio para el SING y SIC. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Publicado en el Diario Oficial del 28 de Mayo de 2005.

Resolución Exenta Nº472/05

Dispone publicación del listado de subestaciones de distribución primarias consideradas en el proceso de determinación de los precios de nudos de abril de 2005, aplicables a clientes regulados en zonas de concesión de empresas distribuidoras y su comunicación a las empresas distribuidoras, vía correo electrónico.

Decreto Nº 244 del 02 de septiembre de 2005

Aprueba Reglamento para Medios de Generación establecidos en los artículos 71º-7 a 91º de la Ley General de Servicios Eléctricos. Indica las condiciones que deben tener las unidades de generación que deseen calificar como Pequeños Medios de Generación o Pequeños Medios de Generación Distribuida, así como las actividades necesarias para realizar la conexión de los medios de generación a sistemas de distribución o sistemas interconectados, además de indicar los mecanismos de remuneración a los que pueden acogerse los propietarios de dichos medios de generación (Establece las condiciones necesarias para considerar a un medio de generación eléctrica por biomasa como no convencional).

Decreto Nº 62 del 01 de febrero de 2006

Aprueba Reglamento de Transferencias de Potencia entre empresas Generadoras establecidas en la Ley General de Servicios Eléctricos. Establece las disposiciones para determinar la potencia firme y los mecanismos de remuneración.

Decreto Nº 99

Fija peajes de distribución aplicable al servicio de transporte que pres-

ten los concesionarios de servicio público de distribución que señala. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Publicado en el Diario Oficial del 12 de Mayo de 2005.

Decreto Nº 152

Fija precios de nudo para suministros de electricidad. Ministerio Economía, Fomento y Reconstrucción. Publicado en el Diario Oficial del 20 de Mayo de 2005.

Decreto Nº 164

Ajusta los precios de nudo para suministros de electricidad, reemplazando las fórmulas que se indican y los factores N, R y K, fijados por el decreto Nº 152 de 28 de abril de 2005. Ministerio Economía, Fomento y Reconstrucción. Publicado en el Diario Oficial del 11 de Junio de 2005.

Marco Legal Específico

Se presenta a continuación la normativa en trámite y aquella vigente atañe de forma directa la producción de Bioenergia en Chile.

Ley 5.238-08

Proyecto de Ley que Crea el Fondo Nacional de Investigación y Desarrollo de Biocombustibles. Moción planteada por el Senador Antonio Horvath el año 2007, quién propone la creación de un fondo que se use de manera exclusiva en investigación y desarrollo de biocombustibles. Busca otorgar los recursos necesarios para que universidades, institutos y centros de investigación puedan desarrollar investigaciones y explorar las opciones de producir biocombustibles en Chile. Aún se encuentra en proceso de tramitación, habiéndose desarchivándose en marzo de 2011 a petición del Senador Carlos Bianchi.

Ley 4.873-08

Proyecto de Ley Sobre Fomento de las Energías Renovables y Combustibles Líquidos. Moción planteada por el Senador A. Chadwick, J.A. Coloma, J.A. Gómez, J. Orpis y V. Pérez Varela el año 2007, quienes proponen que el combustible diesel y gasolina empleada en el rubro del transporte y que se expenda a público, obligatoriamente debe contener 5% de biodiesel o etanol, respectivamente. Busca la diversificación de la matriz energética del país y la sustitución del uso de combustibles fósiles por biocombustibles. Aún se encuentra en proceso de tramitación, desarchivándose en marzo de 2011 a petición del Senador José Antonio Gómez.

Decreto Supremo N° 11/08

Decreto del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Aprueba Definiciones y Especificaciones de Calidad para la Producción, Importación, Transporte, Almacenamiento, Distribución y Comercialización, de Bioetanol y Biodiesel. Da a conocer las especificaciones de calidad que deben poseer los biocombustibles líquidos – biodiesel y bioetanol – que se comercialicen en el país. Además, autoriza las mezclas de bioetanol y biodiesel con gasolina y diesel, respectiva-

mente, para uso vehicular en 2 a 5% del volumen de la mezcla.

Circular N° 30 del año 2007.

Impuestos Combustibles. La Comisión Nacional de Energía (CNE) establece que los biocombustibles no se ven afectos por los impuestos específicos a los combustibles ni por el fondo de estabilización del petróleo. En caso de que se utilicen en mezclas, sólo se verían afectos al impuesto o fondo la parte fósil de la mezcla, sin gravar a los biocombustibles.

1.3 Entorno Económico para el Desarrollo de las ERNC

Instrumentos de Fomento y Financiamiento

En Chile se han promovido fundamentalmente 4 líneas de fomento y financiamiento a partir del Ministerio de Economía-CORFO:

- Programas de INNOVACHILE-CORFO para la Innovación y recientemente línea de crédito tributario: Líneas de Apoyo (Emprendimiento, Innovación Empresarial, Transferencia Tecnológica, Interés Público y Pre-Competitivo)
- Programas de apoyo CORFO para proyectos de ERNC desde etapas de preinversión y recientemente de estudios avanzados: Co-financiamiento para Estudios de Pre-inversión en ERNC (etapas iniciales); Co-financiamiento para Estudios de Pre-inversión en ERNC (etapas avanzadas); Línea de Crédito CORFO Medio-Ambiental Aplicable a ERNC; Línea de Créditos CORFO para proyectos de ERNC.
- Líneas de financiamiento CORFO para otorgamiento de créditos CORFO.
- Programas de fomento a la Investigación, como los impulsados por el Comité Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT) mediante las líneas FONDEF y FONDECYT y el Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología.

Se aprecia en la Fig. 10 la predominancia de los proyectos de Biocombustibles, con mayor impacto en los proyectos aprobados por FONDECYT, en igual condición que la tendencia de los proyectos aprobados por INNOVACHILE en relación al grado de investigación que se está dando en éste tipo de energía.

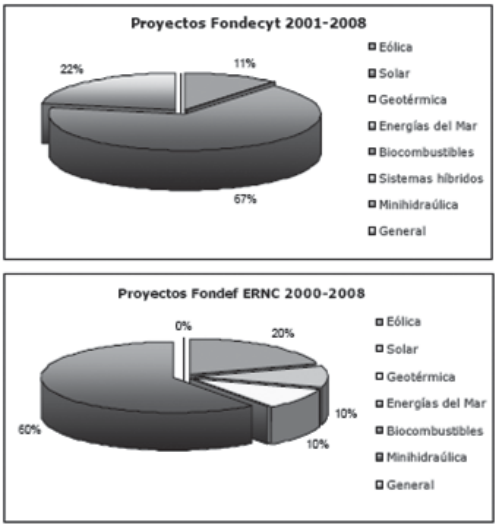
Otros instrumentos, tanto públicos como privados, de carácter nacional o extranjero, se pueden analizar de forma resumida en el Anexo 1 (CER, 2012.v).

Prestación de Servicios

Son alrededor de 38 las principales empresas[20] en Chile relacionadas

20 Empresas prestadoras de servicios que abarcan el desarrollo de estudios e ingeniería, no incluyendo a empresas del área solar dedicadas a venta e instalación de equipos.

GRÁFICO 9:
Proyectos aprobados FONDECYT y FONDEF



Fuente: INNOVACHILE-CORFO, 2009

al área de la consultoría en ERNC en las áreas de energía eólica, solar, mini-hidráulica, de los mares, geotérmica y de biocombustibles (Fuente: INNOVACHILE-CORFO, 2009) (Gráfico 9).

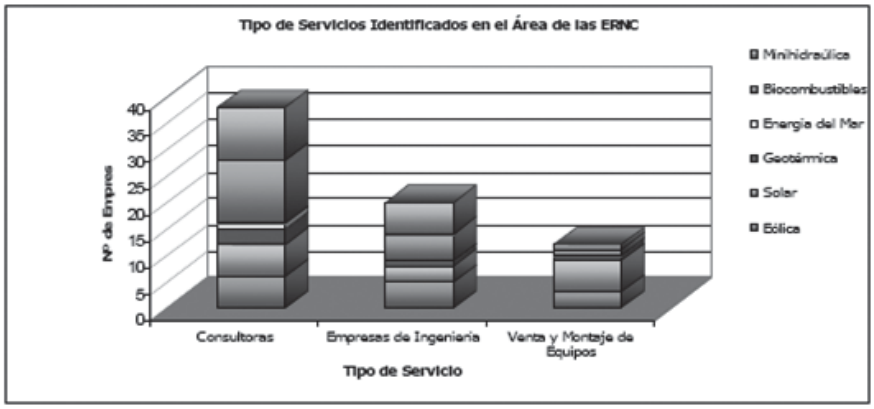
Existe una gran variedad de empresas dedicadas al desarrollo de estudios a nivel de pre-inversión para proyectos de biomasa para generación de energía a partir de quema y biodigestión (biogás). En el caso del biogás la oferta aborda dos ámbitos: empresas del rubro ambiental que han entrado al rubro energético mediante el estudio de la valorización de residuos de diversos orígenes, y empresas extranjeras con tecnología y conocimiento en aplicaciones energéticas de biogás que buscan entrar al mercado ya sea por sí mismas o bien con asociación con empresas chilenas.

En el caso de la biomasa de origen forestal, la oferta también está orientada hacia la realización de estudios de pre-inversión.

En el área de los biocombustibles existe amplia oferta para el desarrollo de proyectos de biogás y en menor medida de biocombustibles líquidos (biodiesel y nula oferta de bioetanol).

En el área de biocombustibles líquidos la tendencia ha ido orientada a la generación de empresas desarrolladoras de proyectos fundamentalmente de pequeña escala para la generación de biodiesel de primera generación. Esto se debe a que la generación de biocombustibles de segunda generación está

GRÁFICO 10:
Prestación de servicios ERNC en Chile



Fuente: INNOVA CHILE-CORFO, 2009

aún en etapas de investigación y desarrollo.

En el área de la ingeniería de detalle, la oferta es más reducida, especialmente dedicadas a ingeniería de proyectos para sistemas de biomasa.

Si bien fue posible identificar empresas que realizan labores de seguimiento a la puesta en marcha y operación, estas no prestan servicios post venta relacionados a la mantención de equipos u operación de proyectos.

1.4. Entorno Cultural Para el Desarrollo de las ERNC

Capacidades en I+D

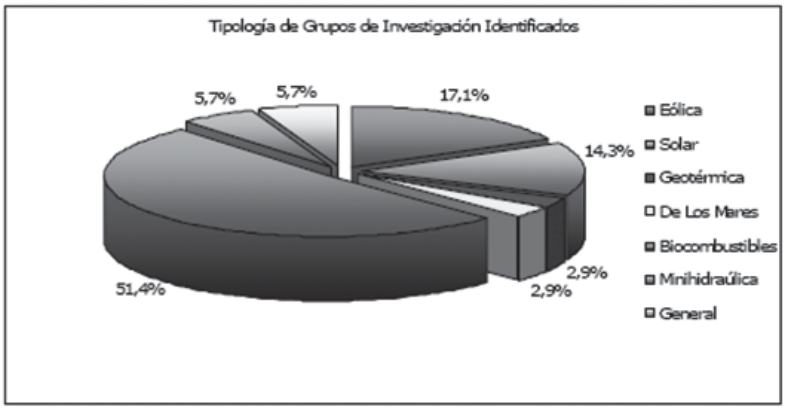
A nivel mundial, la investigación y desarrollo se ha identificado como el primer paso necesario para el desarrollo tecnológico y productivo en una determinada área. En el caso de las ERNC en Chile, a la fecha existen numerosas líneas de investigación trabajando en diversos temas, fundamentalmente a nivel de Universidades, de manera independiente y en muchos casos de manera anónima.

En Chile existen al menos 34 grupos de investigación dentro de entidades educacionales, de los cuales más del 50% corresponden a grupos en el área de los biocombustibles (Gráfico 11), donde las líneas identificadas han optado por investigar sobre los potenciales o condiciones adecuadas (como edafoclimáticas) para su desarrollo.

El foco se concentra actualmente en la generación de biocombustibles de segunda generación a partir de material lignocelulósico y a partir de microalgas.

La predominancia en el área de los biocombustibles a nivel de investigación en universidades se estima

GRÁFICO 11:
Grupos de Investigación ERNC en Chile



Fuente: INNOVACHILE-CORFO, 2009

que obedece a que su desarrollo no requiere de la realización de grandes inversiones en construcción de infraestructuras adicionales, ya que la mayoría de estas instituciones ya tienen (como parte de escuelas en el área de la ingeniería química, bioquímica, biotecnología, ambiental, forestal y ciencias básicas). No obstante aquello, los grupos en el área de los biocombustibles que hoy están dedicados al desarrollo de procesos escalables han tenido que pasar a etapas de ensayos piloto, con la consecuente inversión y adaptación que ello requiere (Fuente: INNOVACHILE-CORFO, 2009).

En el ámbito de la innovación se destaca iniciativas en el área de los biocombustibles por parte de la Universidad de Concepción (a través del Centro de Biotecnología y del Programa de Energías Renovables).

Capacidades Técnico-Profesionales

En el ámbito de la educación existen carreras de pre-grado o post-grado con enfoque hacia la formación de técnicos y profesionales en el área energética o más específicamente en ERNC.

Estas carreras están fundamentalmente ligadas a ramas de la ingeniería eléctrica, mecánica, y en menor medida en el área de la ingeniería industrial. En el caso de los biocombustibles y biomasa de origen forestal los cambios se han materializado a través de la generación de líneas de investigación a la cual los alumnos acceden a través del desarrollo de tesis, lo que les genera cierto nivel de especialización para continuar estudios de post-grado.

2. CADENAS PRODUCTIVAS

2.1. Biodiesel

1. Insumo

El biodiesel a utilizar en el país podrá ser de origen nacional o importado. Es un carburante para motores ciclo Diesel que se obtiene en un proceso químico llamado transesterificación de triglicéridos o aceites.

Se puede obtener del aceite vegetal proveniente de cultivos oleaginosos, y también mediante el reciclaje de aceites comestibles ya usados en fritura y otros procesos culinarios.

Sus características lo hacen similar al petróleo diesel obtenido a partir del petróleo y puede usarse directamente en casi la totalidad de los motores de ciclo diesel, aunque en algunos tipos de motores es necesario realizar modificaciones. Mayoritariamente se utiliza en mezclas de biodiesel con diesel de origen fósil.

2. Procesamiento

El biodiesel puro o B100 es posible utilizarlo sin procesar. El proceso de mezclado se puede realizar en las plantas de almacenamiento o de distribución, y en los puntos de expendio, y consiste básicamente en mezclarlo con petróleo diesel de origen fósil, para obtener el tipo de biodiesel a comercializar como carburante para motores ciclo diesel.

3. Producto Final

Biodiesel a utilizar en mezclas como carburante. Las mezclas de biodiesel puro con petróleo diesel de origen fósil utilizadas como carburante para motores ciclo Diesel, se denominan según el porcentaje de biodiesel puro contenido en la mezcla. Ej.: B 5 es un biodiesel que contiene un 5% de biodiesel puro.

4. Transporte

Desde las plantas de producción de los biocombustibles o desde los terminales marítimos, los biocombustibles (Biodiesel B100) son transportados a las plantas de almacenamiento y de distribución, mediante oleoductos dedicados, camiones tanque, carros tanque de FFCC, y buques tanque.

Transporte Terrestre:

- Oleoductos dedicados

Consiste en tuberías de acero diseñadas para altas presiones de trabajo, utilizadas para conducir exclusivamente biodiesel (y/o bioetanol). Al igual que los oleoductos para combustibles fósiles, pueden construirse enterrados o sobre la superficie, conforme a las condiciones locales de población y topografía.

- Camiones tanque

Los camiones tanque consisten en vehículos de carga especialmente adaptados para el transporte de biocombustibles, diferenciándose por el tipo de combustible, como biodiesel (o bioetanol).

• Ferrocarriles

El transporte ferroviario de biocombustibles se efectúa en carros tanque, que están especialmente adaptados para el transporte de biocombustibles, y los tanques tienen la misma diferenciación que en los camiones.

• Transporte marítimo

El transporte marítimo internacional y nacional de biocombustibles, es posible realizarlo en buques tanque preparados para resistir los efectos sobre los materiales estándar para combustibles fósiles. Los buques tanque se diferencian fundamentalmente según el tipo de combustible a transportar. El biodiesel se transporta en buques con tanques a presión atmosférica y de grandes capacidades.

5. Almacenamiento

Los biocombustibles líquidos como el biodiesel es posible almacenarlos en plantas de almacenamiento y de distribución, en estado líquido, en tanques cilíndricos de superficie especialmente adaptados para biocombustibles puros o en mezclas con combustibles fósiles, a presión atmosférica y a temperatura ambiente, con instalaciones anexas destinadas al manejo interno de los biocombustibles, donde generalmente se realizarán sólo operaciones de trasiego y despacho vía oleoducto o camiones tanque.

6. Distribución y Expendio

• Biocombustibles líquidos

Se efectuará mayoritariamente desde plantas de distribución si se resuelve la ubicación del punto de mezcla en función de los menores costos globales de la instalación y operación de estanques dedicados para biodiesel (o bioetanol puros.87)

• Mezclas y adición de productos especiales

En las plantas de almacenamiento y de distribución es posible realizar las mezclas de biocombustibles con combustibles fósiles para obtener determinados productos, como por ejemplo el B-X mediante Diesel y Biodiesel en X % de mezcla.

Por condiciones de manejo interno de las plantas, al mantener tanques dedicados a biocombustibles, se prevé que será una práctica hacer estas mezclas al cargar el camión de reparto.

Desde las plantas se realiza la distribución y expendio de biocombustibles puros o en mezclas, mediante flotas de camiones tanque para productos líquidos, según dos sistemas:

• Granel a estanques del receptor

- Industrias
- Calefacción de edificios

El expendio a granel de los combustibles líquidos se efectúa mediante medidores de volumen de líquido y bombas instalados en los camiones

tanque, para abastecer instalaciones interiores de combustibles líquidos, las que constan de estanques, tuberías, accesorios, y equipos térmicos tales como calderas y hornos donde se realiza el uso final de los combustibles.

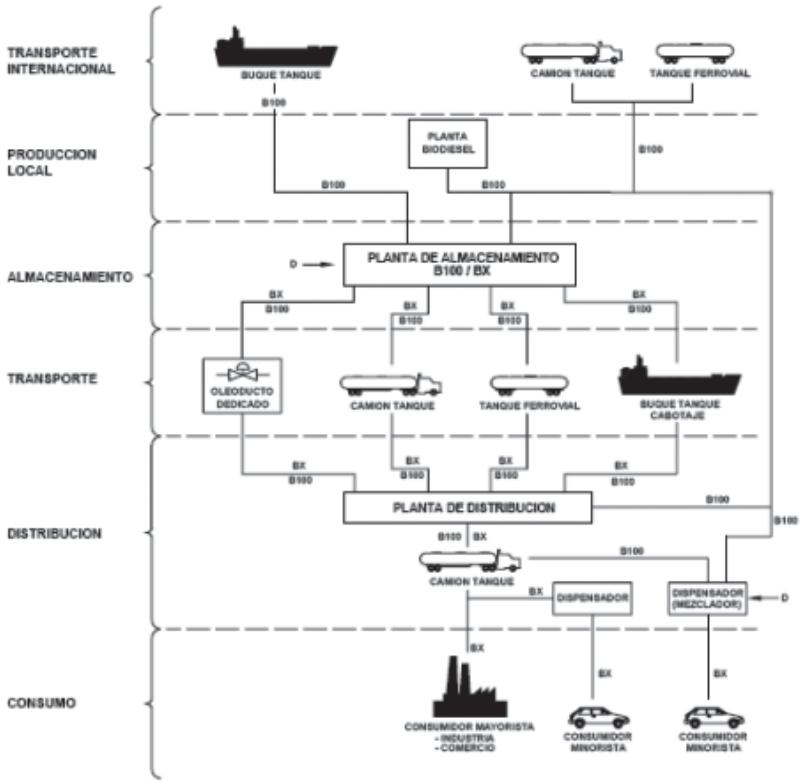
• Instalaciones de expendio (Estaciones de servicio)

El expendio de los combustibles líquidos para vehículos se efectúa en instalaciones de expendio, (comúnmente conocidas como Servicentros o Estaciones de Servicio), mediante surtidores para carga de los estanques de los vehículos.

En los surtidores de las instalaciones de expendio también es posible realizar la mezcla de biocombustibles puros con las gasolinas, para obtener los biocombustibles de uso final como carburante.

FIGURA 1:

Cadena de Producción – Consumo de Biodiesel en Chile (CNE, 2008) B100: Biodiesel puro; Bx: Biodiesel (PE de diesel adicionado en un X% con biodiesel puro); D: Petróleo diesel



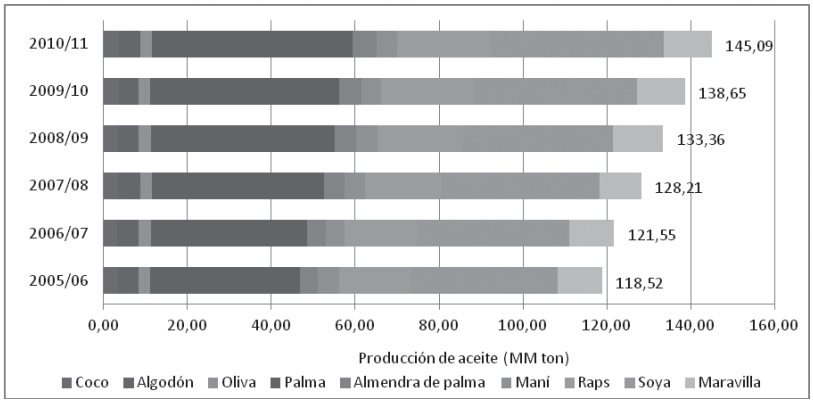
Producción de biodiesel

Los principales cultivos oleaginosos que se producen en Chile son, en orden decreciente, la uva, el palto y el olivo (Gráfico 12). En los tres casos el uso principal es alimenticio, aunque no es un alimento básico, son muy valorados en los distintos mercados. A pesar de que el contenido de aceite en las semillas de las uvas es menor, oscila entre 6 y 20% (El Bassam, 2010), tiene importancia al emplearse como aceite alimenticio el cuál posee un alto contenido de ácido Linoleico (72 - 76%) y taninos lo que lo convierte en un aceite valioso en al ámbito nutricional y medicinal (Cao e Ito, 2003).

El segundo cultivo oleaginoso de importancia en Chile es el palto, donde el fruto posee entre 12,7 y 34,8% de aceite (Román et al., 2009), además según El Bassam (2010) es una de las 10 especies oleaginosa con mayor productividad, con 2.500 L aceite/ha^{-1}. La palta (el fruto) tiene un alto contenido de tocoferol, carotenoides y esteroles, que poseen propiedades antioxidantes y reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Villa-Rodríguez, 2011), siendo un alimento muy apetecido. Debido a estas características, del fruto -y del aceite-, es que no es factible la producción de biodiesel desde esta especie.

El olivo es el tercer cultivo en importancia del país. Los frutos -la aceituna- poseen entre 20 y 30% de aceite, siendo el ácido Oleico el que se encuentra en mayor proporción (68,2 a 78,1%) (Román et al., 2009). Al igual que lo que ocurre con el palto, esta especie es un alimento muy valorado, tanto por el aceite como por sus frutos. El aceite con-

GRÁFICO 12:
Producción mundial de aceite (MM t) desde la temporada agrícola 2005-2006 a 2010-2011



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA, 2010

tiene altas cantidades de antioxidantes, además gracias a su composición de ácidos grasos, hacen que el aceite tenga buena estabilidad oxidativa y que sea nutricionalmente muy valorado (Yousfi et al., 2006: Román et al., 2009).

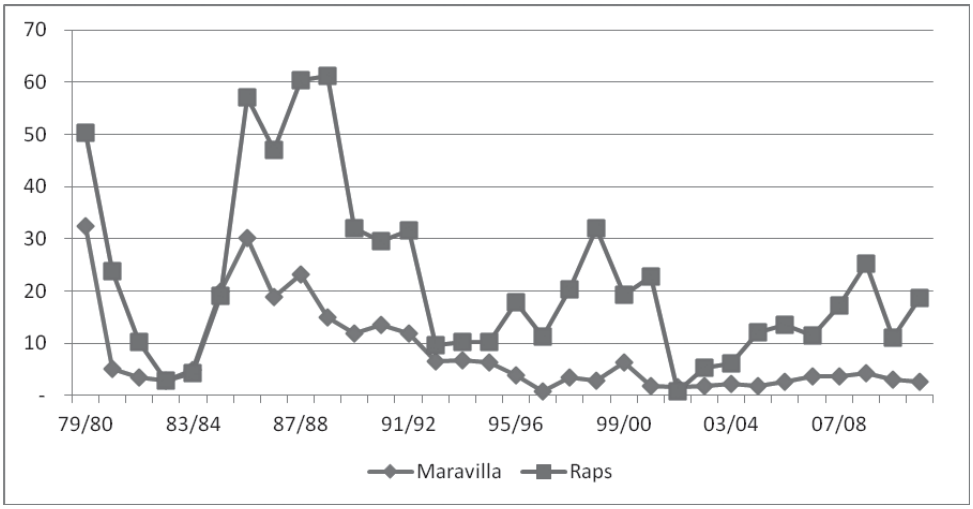
A diferencia de lo que ocurre con el etanol, donde la materia prima es la biomasa, en este caso el principal insumo en la producción de biodiesel son los aceites vegetales (también pueden emplearse grasas animales), que es un producto en sí. Durante la temporada agrícola 2010-2011, la producción mundial alcanzara hasta 145 MM t (Gráfico 12), un 4,64% mayor que en la temporada anterior.

De entre las nueve especies consideradas como las principales oleaginosas (Gráfico 12), la palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.), soya (Glycine max [L.] Merr.), raps y maravilla representan alrededor del 85% de la producción mundial (USDA, 2010). De entre estas cuatro especies, raps y maravilla son las que mayores posibilidades tienen de adaptarse a las condiciones edáficas y climáticas del país (CATA, 2007; Iriarte et al., 2010), e inclusive son las principales alternativas para la producción de biodiesel de primera generación en el país (García et al., 2011).

En el caso del raps y maravilla, la cantidad de tierra disponible para su producción es mucho mayor que en el caso del etanol, ya que durante la temporada agrícola 2010-2011 se sembró un 30,4% y 8,2% para la

GRÁFICO 13:

Evolución de la superficie sembrada (miles ha) desde la temporada agrícola 1979-1980 hasta temporada agrícola 2010-2011 para el cultivo de raps y maravilla



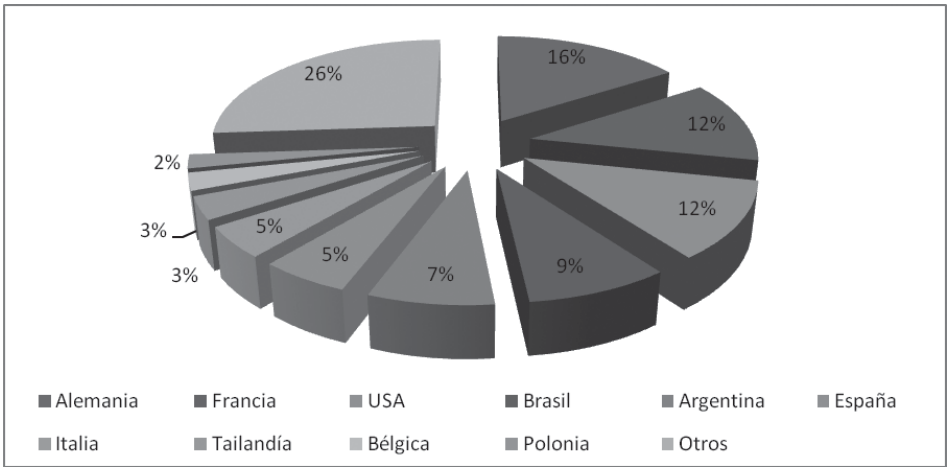
Fuente: Elaboración propia con datos de ODEPA, 2011a

producción de raps y maravilla respectivamente (ODEPA, 2011a). Por lo general la cantidad de superficie sembrada en ambas especies es muy variable existiendo varias oscilaciones entre temporada agrícola en la cantidad de hectáreas sembradas, sobretodo en el caso del raps que durante la temporada agrícola 2001-2002 se sembraron solamente 750 ha (Gráfico 13).

Las dos especies, raps y maravilla, son las principales materias primas para la producción de biodiesel, en conjunto cubren el 97% de la producción mundial de biodiesel, el resto proviene de la palma aceitera (1%), soya (1%) y de varias especies (1%). Esto se debe a que en la Unión Europea el principal insumo es el raps, el que además es subsidiado para la producción de biodiesel, de otra manera -y debido a los altos precios en los mercado- no sería viable su utilización como materia prima (Thoenes, 2007; Tan et al., 2009). La Unión Europea, y Alemania más específicamente, son los principales productores de biodiesel (Gráfico 14), a diferencia de lo que ocurre con la producción de etanol donde no hay ningún país europeo entre los más importantes, en este caso son seis los países europeos los que se encuentran entre los diez primeros productores a nivel mundial.

Tan et al. (2009) sostiene que la palma aceitera debiera ser el principal insumo para la producción de biodiesel, ya que esta especie es la que alcanza mayores productividades por hectárea. La palma puede llegar a producir hasta 5.700 L/ha, muy por sobre el raps y la maravilla, quienes alcanzan productividades de 1.140 L/ha y 910 L/ha respectivamente (El Bassam, 2010). Para Chile no es alternativa emplear la

GRÁFICO 14:
Principales países productores de biodiesel durante el año 2009



Fuente: Biofuels Platform, 2010

palma aceitera, ya que sus condiciones edáficas y climáticas difieren bastante de las existentes en nuestro territorio. Por lo que por el momento las materias primas más propicias para la producción de biodiesel siguen siendo el raps y la maravilla (García et al., 2011).

El raps y la maravilla, son opciones reales para la producción de biodiesel en Chile. El principal problema que presentan para su utilización como materia prima, es que el raps es un valioso alimento para la industria salmonícola y para ganado, mientras que la maravilla se emplea para la elaboración de aceite vegetal (para consumo humano), aunque en Chile las plantaciones se realizan para la obtención de semillas (CATA, 2007; Iriarte et al., 2010).

Según la Universidad Técnica Federico Santa María, para abastecer la demanda de biodiesel del país -considerando desde un 2% de reemplazo-, la utilización de maravilla como principal insumo es inviable, ya que la cantidad de tierra disponible para la producción del biocombustible no alcanzaría para abastecer la demanda. Con el raps la situación es similar, aunque en este caso se puede abastecer la demanda con un reemplazo del 2%, pero cuando se requiere cubrir el 5% de la cantidad de hectáreas disponibles no son suficientes (CATA, 2007).

Otro gran problema que se produce al emplear especies para la producción de biocombustibles de primera generación, es por la utilización de cultivos alimenticios (o que sean parte de la cadena alimentaria), los que pueden afectar negativamente la producción de alimentos y los precios de comercialización de estos tengan (Gui et al., 2008). Practicamente la totalidad de la producción de biodiesel a nivel mundial es con cultivos alimenticios (raps, maravilla, palma aceitera y soya), por lo que se ha abierto un gran debate sobre la pertinencia de emplear aceite comestible para ser transformado en combustible (Gui et al., 2008; Tan et al., 2009). La utilización de cultivos que no sean alimenticios -o producción de biodiesel de segunda generación- podría servir de solución ante esta problemática (Sims et al., 2010).

La única especie de segunda generación que se produce comercialmente en el país, y que puede utilizarse para la producción de biodiesel, es la jojoba, donde se emplean 93 ha para su producción, concentradas todas en la Región de Atacama (INE, 2007). Los principales usos que posee el aceite de jojoba son en la industria cosmética y en la elaboración de lubricantes, también se emplea en la industria farmacéutica, para alimentación ligera (diet), hormonas vegetales, entre otros, pero en menor medida (Franck, 2006; Shah et al., 2010). La utilización de este aceite para la producción de biodiesel es muy improbable, ya que tiene una alta valoración por la industria cosmética y de lubricantes.

La producción de biodiesel existente en Chile se basa en la utilización de aceite de cocina recicla-

da y grasas animales. Existen dos antecedentes sobre utilización de cultivos agrícolas (de primera y de segunda generación) para la producción de biodiesel. El primero es el que lleva a cabo la Universidad de La Frontera en conjunto con el Molino Gorbea, donde se pretende producir 210.000 kg biodiesel por año empleando aceite de raps para su producción (Riadi, 2009). El segundo lo ejecuta la empresa Comercial Bio-Diesel Chile Ltda. quienes pretenden producir 50 m^3 de biodiesel por mes utilizando aceite de huiguerilla como materia prima (García et al., 2011).

2.2. Bioetanol

1. Insumo

El bioetanol a utilizar en el país podrá ser de origen nacional o importado. Es alcohol etílico anhidro, obtenido a partir de biomasa, que se puede utilizar como complemento de la gasolina en los vehículos con motor de ciclo Otto.

Se produce mediante el proceso de fermentación de cultivos agrícolas tales como remolacha, papas, girasol, cebada, u otros, y también se puede obtener de los desechos forestales o agrícolas.

2. Procesamiento

El bioetanol puro se somete a un proceso de desnaturalización para producir el bioetanol a usar como carburante en motores ciclo Otto, proceso que consiste e en adicionarle una fracción de gasolinas de origen fósil, y que deberá realizarse según la reglamentación vigente para alcoholes etílicos del Servicio Agrícola y Ganadero.

3. Producto Final

Bioetanol a utilizar en mezclas como carburante. Las mezclas de etanol puro con gasolina de origen fósil, utilizadas como carburante para motores ciclo Otto, se denominan según el porcentaje de bioetanol puro contenido en la mezcla. Ej.: E 5 es un carburante que consiste en un 95% de gasolina y un 5% de bioetanol puro.

4. Transporte

Desde las plantas de producción de los biocombustibles o desde los terminales marítimos, los biocombustibles (Biodiesel B100 y bioetanol E100) son transportados a las plantas de almacenamiento y de distribución, mediante oleoductos dedicados, camiones tanque, carros tanque de FFCC, y buques tanque.

Transporte terrestre:

- Oleoductos dedicados

Consisten en tuberías de acero diseñadas para altas presiones de trabajo, utilizadas para conducir exclusivamente bioetanol (y/o biodiesel). Al igual que los oleoductos para combustibles fósiles, pueden construirse enterrados o sobre la superficie, conforme a las condiciones locales de población y topografía.

• Camiones tanque

Los camiones tanque consisten en vehículos de carga especialmente adaptados para el transporte de biocombustibles, diferenciándose por el tipo de combustible, como biodiesel o bioetanol.

• Ferrocarriles

El transporte ferroviario de biocombustibles se efectúa en carros tanque, que están especialmente adaptados para el transporte de biocombustibles, y los tanques tienen la misma diferenciación que en los camiones.

• Transporte marítimo

El transporte marítimo internacional y nacional de biocombustibles, es posible realizarlo en buques tanque preparados para resistir los efectos sobre los materiales estándar para combustibles fósiles. Los buques tanque se diferencian fundamentalmente según el tipo de combustible a transportar.

El bietanol se transporta en buques con tanques a presión atmosférica y de grandes capacidades. Los tanques para combustibles fósiles y sus accesorios, como también las bombas de trasiego, no son adecuados para operar con bioetanol, principalmente porque éste deteriora los componentes de gomas, como sellos, empaquetaduras y mangueras.

5. Almacenamiento

Los biocombustibles líquidos como el bioetanol, es posible almacenarlos en plantas de almacenamiento y de distribución, en estado líquido, en tanques cilíndricos de superficie especialmente adaptados para biocombustibles puros o en mezclas con combustibles fósiles, a presión atmosférica y a temperatura ambiente, con instalaciones anexas destinadas al manejo interno de los biocombustibles, donde generalmente se realizarán sólo operaciones de trasiego y despacho vía oleoducto o camiones tanque.

Como los tanques para combustibles fósiles y sus accesorios, y las bombas de trasiego, no son adecuados para operar con bioetanol, esta condición determina el uso de estanques dedicados a biocombustibles. El empleo de tanques dedicados para biocombustibles, origina una cadena paralela a los combustibles fósiles, desde el almacenamiento hasta el expendio.

6. Distribución y Expendio

• Biocombustibles líquidos

La distribución de los biocombustibles líquidos se estima que se efectuará mayoritariamente desde plantas de distribución, si se resuelve la ubicación del punto de mezcla en función de los menores costos globales de la instalación y operación de estanques dedicados para bioetanol puros.87 (o biodiesel).

• Mezclas y adición de productos especiales

En las plantas de almacenamiento y de distribución es posible realizar

las mezclas de biocombustibles con combustibles fósiles para obtener determinados productos.

Por condiciones de manejo interno de las plantas, al mantener tanques dedicados a biocombustibles, se prevé que será una práctica hacer estas mezclas al cargar el camión de reparto. Desde las plantas se realiza la distribución y expendio de biocombustibles puros o en mezclas, mediante flotas de camiones tanque para productos líquidos, según dos sistemas:

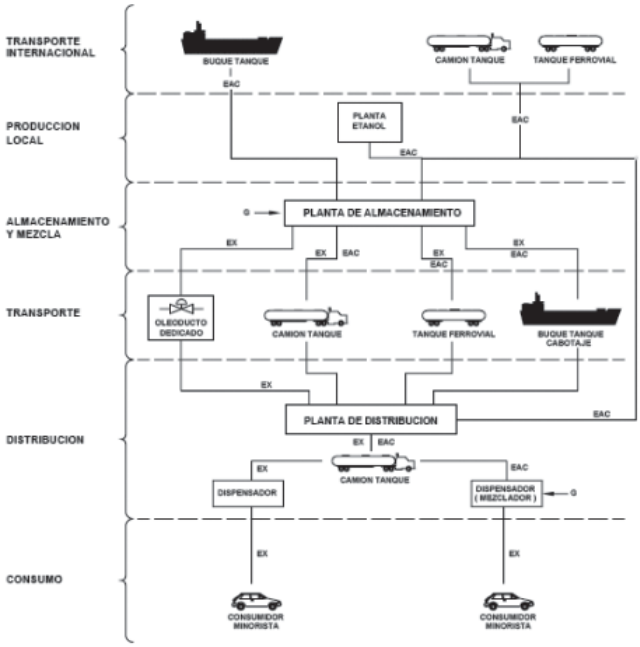
- Granel a estanques del receptor
- Industrias
- Calefacción de edificios

El expendio a granel de los combustibles líquidos se efectúa mediante medidores de volumen de líquido y bombas instalados en los camiones tanque, para abastecer instalaciones interiores de combustibles líquidos, las que constan de estanques, tuberías, accesorios, y equipos térmicos tales como calderas y hornos donde se realiza el uso final de los combustibles.

- Instalaciones de expendio (Estaciones de servicio)

FIGURA 2:

Cadena de Producción – Consumo de Bioetanol en Chile (CNE, 2008)
EAC: Etanol anhidro, carburante (desnaturalizado); Ex: Gasolina adicionada en un X% con EAC); G: Gasolina



El expendio de los combustibles líquidos para vehículos se efectúa en instalaciones de expendio, (comúnmente conocidas como Servicentros o Estaciones de Servicio), mediante surtidores para carga de los estanques de los vehículos.

• Mezclas

En los surtidores de las instalaciones de expendio también es posible realizar la mezcla de biocombustibles puros con las gasolinas, para obtener los biocombustibles de uso final como carburante.

Producción de etanol

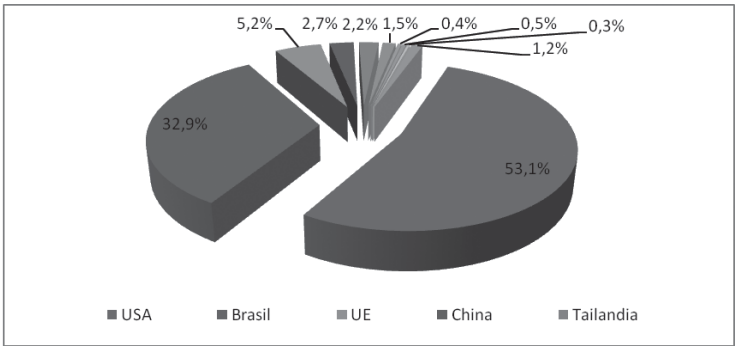
Las principales especies que se cultivan en el país, y que poseen el potencial para ser convertidas en energía, son el trigo y el maíz. Los granos del trigo poseen alrededor de 71% de azúcares en su composición, mientras que los granos de maíz contienen 85% de azúcares (Román et al., 2009), siendo materias primas de excelente calidad para la producción de etanol. El maíz y el trigo -en ese orden-, son las principales materias primas para la producción de etanol en Estados Unidos y Canadá (Mabee et al., 2011). En el año 2009 Estados Unidos fue el principal productor de etanol en el mundo con 40.125 MM de litros, seguido por Brasil con 24.900 MM de litros (RFA, 2011). Desde el año 2005 Estados Unidos, paso a ser el principal productor de etanol a nivel mundial, superando a Brasil, país que por muchos años fue el principal y más importante productor de etanol (Crago et al., 2010). En la actualidad Estados Unidos supera en más de 20% la producción de Brasil (Gráfico 15), aumentando drásticamente en relación al año 2006, donde la diferencia entre ambos países era sólo de 2% a favor de Estados Unidos (BNDES y CGEE, 2008).

Según el VII Censo Agropecuario y Forestal (INE, 2007), en Chile se siembran 228.324 ha de trigo y 102.955 ha de maíz (Cuadro 2), pero ninguna se emplea con fines energéticos. Según Cavieres (2006), nuestro país debiera comenzar a evaluar la producción de etanol empleando maíz como principal insumo, ya que los rendimientos por hectárea que alcanza sobrepasan los obtenidos por Estados Unidos, además la torta de maíz tiene un alto valor proteico, pudiendo emplearse como un subproducto de la producción de etanol, ya que sirve para la alimentación de ganado y de aves. Algo similar ocurre en Brasil con la producción de biodiesel empleando soya, ya que la torta de molienda genera mayor ingresos que el aceite (Nascimiento et al., 2011).

La Universidad Técnica Federico Santa María, al igual que Cavieres (2006) determinó que el maíz es la opción más viable para la producción etanol, por sobre el trigo y el arroz, ya que sería la de menor costo energético y de producción (CATA, 2007). García et al. (2011), también sostiene que es factible la obtención de etanol desde cultivos agrícolas tradicionales, principalmente desde trigo, maíz, remola-

GRÁFICO 15:

Principales países productores de etanol durante el año 2009



Fuente: RFA. 2011

CUADRO 2:

Principales cultivos agrícolas con potencial para ser convertidos en energías que se producen en Chile, durante la temporada agrícola 2006-2007

Especie Nombre Científico	Nombre Vulgar	Superficie Hectárea
Alcoholigeno		
Oryza sativa L.	Arroz	21.579
Avena sativa L.	Avena	81.480
Hordeum vulgare L.	Cebada	17.091
Zea mays L.	Maíz	102.955
Manihot esculenta Crantz	Mandioca o yuca	5
Solanum tuberosum L.	Papa	53.732
Triticum aestivum L.	Trigo	228.324
Cichorium intybus L.	Achicoria	1.073
Beta vulgaris L.	Remolacha	19.515
Medicago sativa L.	Alfalfa	59.521
Oleaginosas		
Carthamus tinctorius L.	Cártamo	55
Simmondsia chinensis (Link) C.K. Schneid.	Jojoba	93
Arachis hypogea L.	Maní	14
Helianthus annus L.	Maravilla	503
Brassica napus L.	Raps o canola	10.545
Cucurbita pepo L.	Zapallo italiano	1.078
Brassica rapa L.	Rábano o nabo	40
Olea europaea L.	Olivo	15.450
Persea americana Mill.	Palto	39.255
Vitis vinifera L.	Uva	61.278

Fuente: INE, 2007.

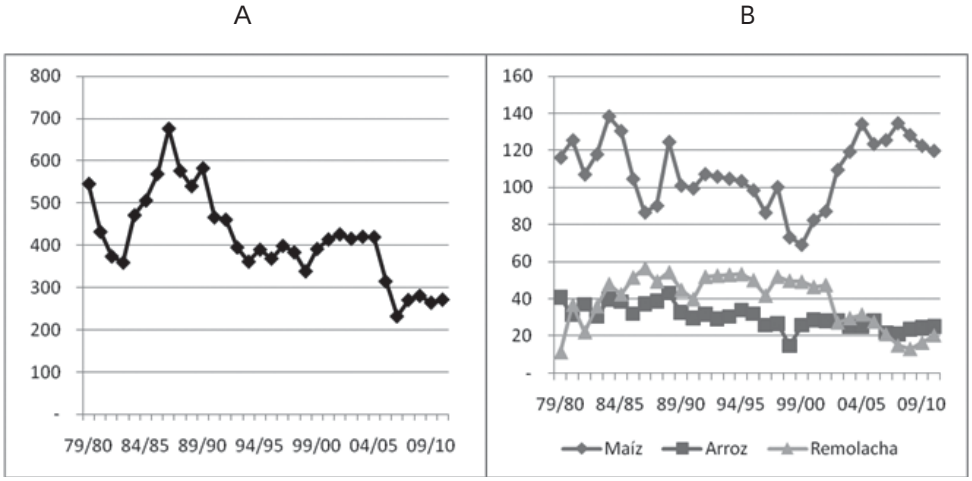
cha y arroz, ya que la cantidad de terreno que actualmente se utiliza para estos cultivos es menor a la cantidad máxima de terreno que se ha empleado. Aún así, es difícil una expansión mayor de las hectáreas cultivadas, ya que la cantidad de suelo disponible en Chile para la producción agrícola es mucho más acotada que en otros países.

En la actualidad el cultivo tradicional que representa mayor posibilidad de expansión para la producción de etanol es el trigo, ya que durante la temporada agrícola 2010-2011 se sembró el 40,1% del máximo de tierra - 676.560 ha - (Gráfico 16), con el arroz y remolacha ocurre lo mismo, sembrándose el 58,4% y 35,7% de los máximos histórico - 42.990 y 56.618 ha, respectivamente- (Gráfico 16). Similar comportamiento tiene el cultivo de maíz aunque con menor margen de expansión, hoy en día se utiliza el 86,6% del máximo de tierras que se han empleado para su producción - 138.370 ha -, aunque en la temporada agrícola 1999-2000 se registró el mínimo de tierras cultivadas con el 50% del máximo (ODEPA, 2011a).

Si se observa el Cuadro 2, se aprecia que en los resultados del VII Censo Agropecuario y Forestal aparece el cultivo de Mandioca, aunque con una cantidad de hectáreas muy reducidas (sólo 5). Esta especie es mencionada como una potencial

GRÁFICO 16:

Evolución de la superficie sembrada (miles ha) desde la temporada agrícola 1979/1980 hasta temporada agrícola 2010/2011, a) con trigo y b) con maíz, arroz y remolacha



Fuente: Elaboración propia con datos de ODEPA, 2011a

fuente para la producción de etanol, la raíz tubular posee entre 73,7% y 95,5% (base seca) de almidón (Román et al., 2009), ya que a pesar de ser empleada como alimento, es un cultivo de subsistencia por lo que las productividades que alcanzaría al mejorar los manejos serían muy superiores a los que actualmente se alcanzan (Ziska et al., 2009). Las condiciones climáticas existentes en Chile continental no son las óptimas para producir esta especie, es por esta razón que las cinco hectáreas cultivadas se encuentran en la Isla de Pascua, pudiendo ser una alternativa para abastecer de biocombustible a los habitantes de la isla.

El único antecedente que existe sobre el uso de cultivos agrícolas para la producción de etanol en Chile, es un proyecto de "The South Pacific Inc." quienes por medio de un consorcio denominado Ethanol pretenden producir etanol empleando maíz como materia prima, en la comuna de Las Cabras, Región de O'Higgins. Este consorcio contará con la participación de 150 agricultores medianos que en conjunto suman alrededor de 8.000 ha. En total se producirían 110.000 m^3 de etanol empleando 90.000.000 kg de maíz (García et al., 2011). Si se considera la información de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, la Región de O'Higgins alcanzó un rendimiento promedio de 123,5 qqm/ha - 12.3500 kg/ha-, en la temporada 2009-2010 (ODEPA, 2011b), por lo que este proyecto podría producir alrededor de 98.800.000 kg de maíz en las 8.000 ha. Según la Universidad Técnica Federico Santa María el factor de conversión del maíz es de 0,37 m^3/t de materia prima (CATA, 2007), por lo que la producción de etanol se encontraría alrededor de 36.556 m^3 de etanol, muy por debajo de lo expresado por García et al. (2011).

Es importa evaluar la factibilidad de producir etanol desde fuentes alternativas y que no sean cultivos alimenticios (segunda generación), empleando algunos pastos perennes u otras especies agrícolas que puedan contribuir al desarrollo rural. En la actualidad los únicos cultivos susceptibles de ser transformados en etanol que se producen son parte importante de la cadena alimentaria (salvo la mandioca, en la Isla de Pascua), lo que resta posibilidades para el desarrollo de este biocombustible.

2.3. Biogás

1. Insumos

El biogás a utilizar en el país podrá ser de origen nacional o importado. El biogás se produce como resultado de la fermentación anaeróbica de los residuos orgánicos y está compuesto principalmente de metano y dióxido de carbono, con cantidades muy pequeñas de otros compuestos orgánicos, más algunos contaminantes sulfurados y atmosféricos.

El biogás se obtiene principalmente de:

- Los rellenos sanitarios, a partir de la fracción orgánica de los residuos domiciliarios,
- Las plantas de tratamiento de aguas servidas, a partir de la fermentación en digestores de los lodos del tratamiento de aguas servidas, y
- Las plantas de tratamiento anaerobio de residuos animales.

Además existe potencial para instalar generadores de biogás a partir de otros tipos de biomasa.

2. Procesamiento

El biogás obtenido será necesario procesarlo en distintos niveles, según sea su composición y uso final, no siendo obligadamente secuenciales estos niveles de tratamiento.

El primer nivel de purificación, se aplica cuando el biogás contiene compuestos de silicio y se destina al uso directo en motores de grupos generadores o cogeneradores. Consiste en extraerle los compuestos de silicio, para hacerlo adecuado a este uso. Es posible omitir este tratamiento de primer nivel cuando el biogás, con o sin compuestos de silicio, se destina al uso directo en equipos térmicos especialmente adaptados, como insumo en las fábricas de gas ciudad, o se mezcla directamente con gas natural en muy bajo porcentaje para mantener la mezcla conforme a los requisitos establecidos en la norma chilena de gas natural.

El segundo nivel de tratamiento, o metanización, se aplica cuando el biogás se destina a la mezcla directa con gas natural, permitiendo así hacerlo en porcentajes superiores de biogás, manteniendo la mezcla conforme a los requisitos establecidos en la norma chilena de gas natural, NCh72. de 1999. Consiste en extraerle el dióxido de carbono, y otros gases inertes, para aumentar la concentración de metano (CH_4), haciéndolo compatible para usarlo en mezcla con el gas natural, e inyectarlo a las redes de distribución de gas existentes, para su uso final en los consumidores tradicionales, incluso en vehículos a gas natural.

Si el biogás en origen contenía compuestos de silicio, este segundo nivel de tratamiento debe ser precedido por el tratamiento de primer nivel.

3. Productos Finales

El biogás es posible utilizarlo en distintas aplicaciones similares a las del gas natural, dependiendo del grado de purificación y tratamiento aplicado. Las principales aplicaciones son las siguientes:

- Combustible para equipos térmicos, como calderas y hornos
- Carburante para generadores y cogeneradores con motores a gas de ciclo Otto.
- Complemento del gas natural, en las redes de distribución de gas.
- Materia prima para procesar y producir gas de ciudad.

4. Transporte

Gasoductos

Consisten en tuberías utilizadas para conducir gas, de acero para presiones de trabajo superiores a 10 bar, y de otros materiales para presiones iguales o inferiores a 10 bar.

Usualmente el biogás se transporta a presiones de hasta 10 bar, utilizando redes de plástico. También pueden construirse enterrados o sobre la superficie, conforme a las condiciones locales de población y topografía.

5. Almacenamiento

Es poco frecuente su almacenamiento a gran escala, a excepción del uso de los gasómetros de las fábricas de gas ciudad para este fin.

6. Distribución y Expendio

Biocombustible gaseoso o Biogás.

La distribución del biogás se efectúa mediante tres canales:

- redes locales de distribución de biogás a industrias próximas al productor.
- directamente a grupos electrógenos para biogás, instalados próximos a las plantas de producción de biogás.
- a través de las redes de distribución de gas natural, previo tratamiento de metanizado y mezcla con el gas natural, para entregar al consumidor según dos sistemas:

A través de medidores de volumen de gas, para el uso final en instalaciones interiores de gas, y Mediante surtidores de GNV, para los vehículos a gas natural.

El biogás es un combustible cuya composición lo hace no intercambiable o no equivalente con el gas de ciudad o el gas natural. Aún cuando el poder calorífico sea similar al de gas de ciudad, tanto el índice de Wobbe como otros parámetros de combustión permiten establecer que el biogás no cumple los requisitos de intercambiabilidad requeridos para que pueda ser usado directamente en los artefactos de los usuarios, ya sea que éstos hayan sido fabricados según las normas para gas de ciudad o gas natural, según corresponda.

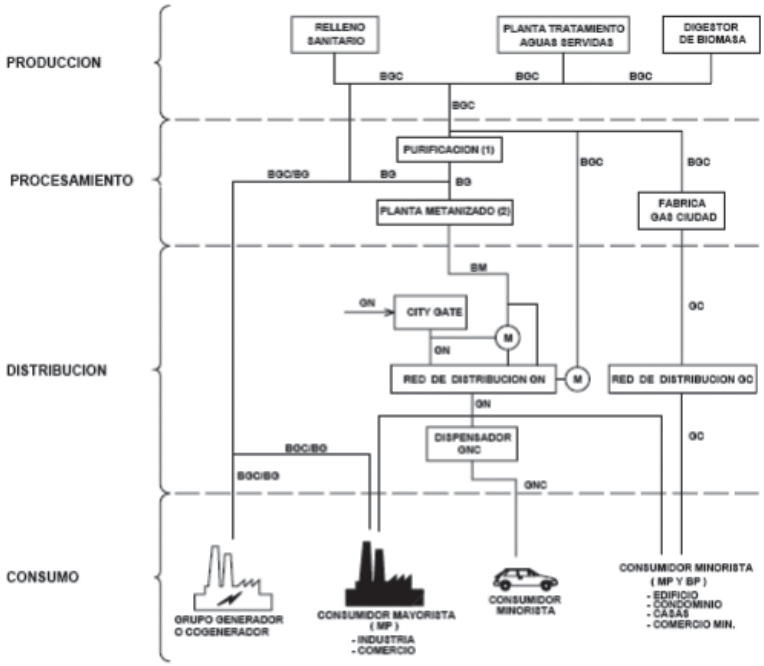
2.4. Biomasa (Leña)

Por lo general la cadena productiva de la leña considera tres actores principales, los que según el caso pueden variar dependiendo de quién sea el consumidor final. Los principales actores son los productores, intermediarios e industria de la madera, a continuación se describen los principales actores (Gómez-Lobo *et al.*, 2006).

Productores. Grupo conformado mayoritariamente por propietarios de predios, los que son el origen de la cadena de comercialización. Hay dos formas de realizar la producción, 1) el propietario se encarga de la extracción de la leña,

FIGURA 3:

Cadena de Producción – Consumo de Biogás en Chile
BGC: Biogás crudo (sin tratamiento), BG: Biogás (tratamiento nivel 1); BM: Biometano (metanizado, nivel 2); GN: Gas Natural (de pozo de gas); GNC: gas natural comprimido; GC: Gas de Ciudad



Fuente: CNE, 2008.

o bien contrata personal para que realice esta actividad y, 2) es la mediería, en la cual un tercero extrae la leña y posteriormente divide con el propietario la producción en alguna proporción previamente determinada (Gómez-Lobo *et al.*, 2006).

Intermediarios. Son tres grupos, los transportistas mayoritarios, transportistas minoristas y las leñerías, aunque los transportistas minoritarios y las leñerías son las más importantes y comunes. Los transportistas mayoritarios actúan, muchas veces, como nexo entre los productores y los transportistas minoritarios, los cuales se encuentran en grandes cantidades. Los transportistas minoritarios tienden a colocarse a orilla de los caminos, y entregan leña según los requerimientos de los usuarios, quienes se abastecen según sus requerimientos, sobretodo en la época de mayor frío. Por lo general es una forma de trabajo informal. Las leñerías son locales instalados y

especializados en la venta de leña durante todo el año y muestran un nivel mayor de formalidad. Los transportistas se abastecen de leña a través de la compra directa a los productores o la compra a otro transportista (mayoritario), las leñarías lo hacen mediante la compra directa al productor (Gómez-Lobo *et al*., 2006).

Industria de la madera. Corresponden a desechos industriales resultantes del proceso productivo, éstos suelen ser lampazos, aserrín, viruta y despuntes. Estos desechos son demandados por los estratos más bajos de la población, quienes se calientan con ellos (Gómez-Lobo *et al*., 2006).

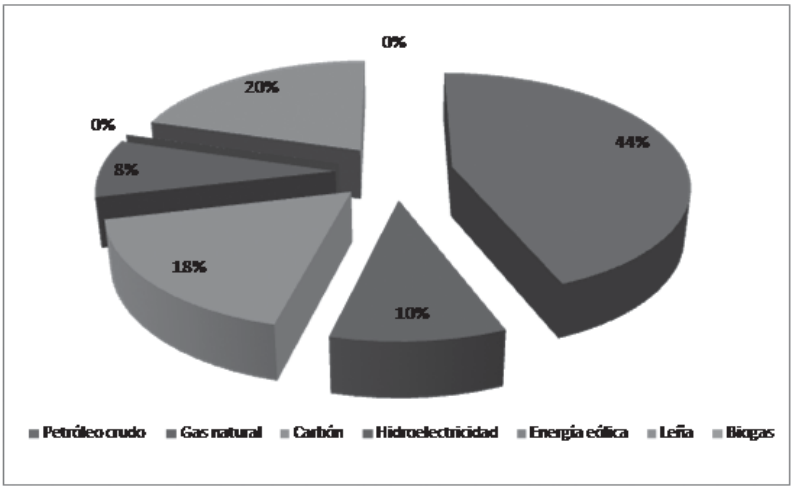
Cadena de Producción

En el año 2008, el consumo de leña en Chile alcanzó hasta las 14,6 MM ton. Siendo el segundo combustible en importancia a nivel nacional, por sobre el carbón y la hidroelectricidad, pero muy por debajo del petróleo crudo, en la matriz primaria de energía (Gráfico 17).

Los únicos sectores económicos que consumen leña en Chile son el comercial, público y residencial e industrial y minero, además de los centros de transformación. La diferencia que poseen ambos sectores, es en el papel que cumple la leña en cada uno, mientras en el sector comercial, público y residencial la leña es el principal combustibles

GRÁFICO 17:

Porcentaje de participación de los combustibles en la matriz energética primaria de Chile en el año 2008



Fuente: CNE, 2008

empleado con alrededor de 40% (Gráfico 18), en el sector industrial y minero tiene un rol secundario muy por debajo de la electricidad y de los derivados del petróleo (Gráfico 18), empleándose casi de manera exclusiva por la industria de la celulosa y el papel. De todos modos, en el sector comercial, público y residencial, el uso de la leña se da sólo en el sub sector residencial, no utilizándose en ninguna otra.

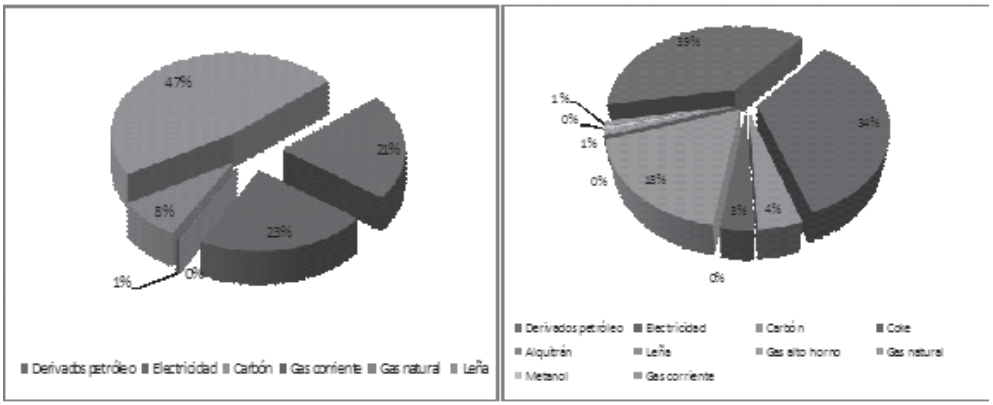
El consumo de leña se da preferentemente entre las regiones del Maule y de Los Lagos (Cuadro 3), aunque en el Maule y el Biobío el principal consumo es industrial (por la industria de la celulosa y el papel). Existe una clara diferencia entre los recursos energéticos empleados por el sector industrial y el sector residencial - principales consumidores de leña-. El consumo entre las regiones de la Araucanía y Los Lagos se abastece, principalmente, desde especies nativas, en cambio en la región del Biobío el origen de la leña son los residuos provenientes de las actividades industriales que emplean especies forestales (Bello, 2003).

Otra diferencia existente entre las fuentes de abastecimiento es en el gradiente altitudinal, mientras más cerca se encuentre de la cordillera es mayor el consumo, gracias a que existe mayor cantidad de materia prima disponible en esos lugares (Bello, 2003). La situación geográfica (latitudinal) influye de la misma manera que la altitudinal, la disponibilidad de recursos y las bajas temperaturas, hacen que en las partes más australes de las regiones se produzca un aumento en el con-

GRÁFICO 18:

Participación de la leña en la matriz energética de a) Sector Comercial, público y residencial, y b) Sector Industrial y minero

a) b)



Fuente: CNE, 2008

CUADRO 3:
Consumo nacional y regional de leña (m^3 sólido/año)

Regiones	Residencial Urbano	Rural	Comercial y público	Industrial	Total leña
Coquimbo	24.735	134.025	0	271.884	430.644
Valparaíso	13.356	55.775	10.881	289.139	369.151
O'Higgins	100.690	368.193	1.681	192.838	663.402
Maule	433.309	1.303.929	11.279	1.078.895	2.827.412
Biobío	798.465	1.542.549	66.329	1.479.555	3.886.898
Araucanía	461.674	1.023.390	67.276	654.519	2.206.859
Los Lagos	1.272.355	2.030.572	373.406	135.528	3.811.861
Aysén	356.234	103.045	83.630	3.107	546.016
Magallanes	257.738	23.740	0	0	281.478
Metropolitana	82.470	7.663	12.204	25.306	127.643
Nacional	3.801.026	6.592.881	626.686	4.130.771	15.151.364

Fuente: Gómez-Lobos et al., 2006

sumo, *e.g.* [21] En Valdivia el consumo promedio anual alcanza los 8,0 m^3 de leña, en Puerto Montt el promedio es de 10,5 m^3 y en Chiloé llega a los 11,5 m^3. También según si el consumo es urbano o rural se producen diferencias en la cantidad de leña empleada, en la región del Maule el consumo rural es 26 veces mayor que en la zona urbana, mientras que en las regiones de la Araucanía y Los Lagos el comportamiento es similar, siendo 61% y 49% mayor respectivamente. (Gómez-Lobos *et al.*, 2006).

Las tendencias demuestran que la deforestación de los bosques nativos sigue incrementándose, situación que se ve favorecida por la construcción de caminos y la mejora en la conectividad. Los caminos generan un aumento en la deforestación de los bosques hasta a 3 km de distancia, registrándose un 50% de pérdida promedio al kilómetro de distancia (Vergara y Gayoso, 2004). Para evitar o al menos disminuir este comportamiento, se ha hecho necesario legislar al respecto para evitar que las tasas de deforestación sobrepasen las tasas de renovación. La Ley N° 20.283/08 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, pretende resguardar precisamente el bosque nativo, algo que se recomienda para mantener la renovabilidad de los bosques. Según Chile Ambiente (2008) se debe explotar en promedio el 1% de los bosques nativos al año para poder mantener su reno-

21 En el momento en que se obtuvo esta información, Valdivia aún era parte de la región de Los Lagos, por este motivo se consideran dentro de la misma región.

vabilidad, la que se encuentra entre 80 a 100 años.

La utilización de la leña como combustibles no sé da exclusivamente por un carácter económico, sino que tiene un alto componente social. Muchas veces la gente que tiene la posibilidad de gastar en un combustible más limpio no lo hacen, ya que tienen arraigado históricamente el consumo de la leña para sus hogares (Bello, 2003).

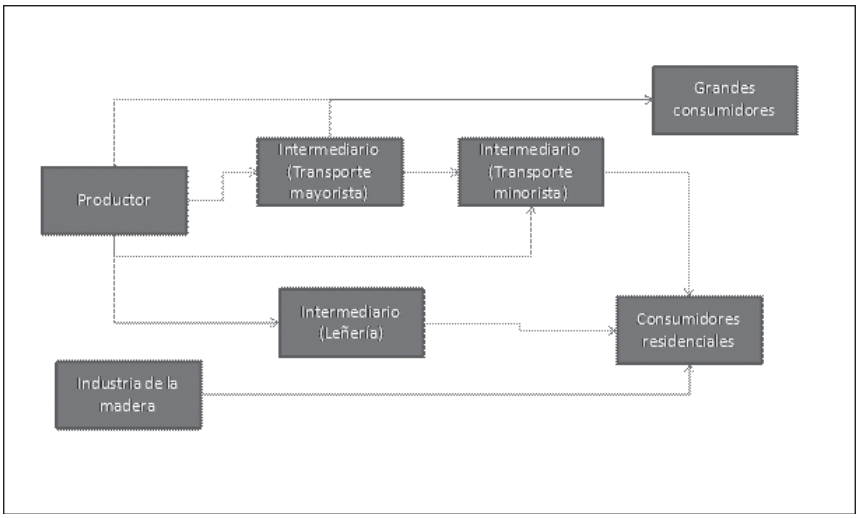
Cadena de Comercialización de la Leña

Por lo general la cadena productiva de la leña considera tres actores principales, los que según el caso pueden variar dependiendo de quién sea el consumidor final (Figura 4). Los principales actores son los productores, intermediarios e industria de la madera, a continuación se describen los principales actores (Gómez-Lobo *et al*., 2006).

Productores: Grupo conformado mayoritariamente por propietarios de predios, los que son el origen de la cadena de comercialización. Hay dos formas de realizar la producción, 1) el propietario se encarga de la extracción de la leña, o bien contrata personal para que realice esta actividad y, 2) es la mediería, en la cual un tercero extrae la leña y posteriormente divide con el propietario la producción en alguna proporción previamente determinada (Gómez-Lobo *et al*., 2006).

Intermediarios: Son tres grupos, los transportistas mayoritarios, transportistas minoristas y las leñerías, aunque los transportistas minoritarios y las leñerías son las más importantes

FIGURA 4:
Cadena de comercialización de la leña



Fuente: Gómez-Lobo et al., 2006

y comunes. Los transportistas mayoritarios actúan, muchas veces, como nexo entre los productores y los transportistas minoritarios, los cuales se encuentran en grandes cantidades. Los transportistas minoritarios tienden a colocarse a orilla de los caminos, y entregan leña según los requerimientos de los usuarios, quienes se abastecen según sus requerimientos, sobretodo en la época de mayor frío. Por lo general es una forma de trabajo informal. Las leñerías son locales instalados y especializados en la venta de leña durante todo el año y muestran un nivel mayor de formalidad. Los transportistas se abastecen de leña a través de la compra directa a los productores o la compra a otro transportista (mayoritario), las leñarías lo hacen mediante la compra directa al productor (Gómez-Lobo *et al*., 2006).

Industria de la madera: Corresponden a desechos industriales resultantes del proceso productivo, éstos suelen ser lampazos, aserrín, viruta y despuntes. Estos desechos son demandados por los estratos más bajos de la población, quienes se calientan con ellos (Gómez-Lobo *et al*., 2006).

Estimaciones de potencial generación de energía a partir de biomasa

La Corporación de la Madera (CORMA, s/a), organización empresarial que reúne a los sectores silvícolas, aserrío, tableros, celulosa, entre otros; estima que la capacidad instalada para generación eléctrica a partir de biomasa forestal llega por lo menos a los 722 MW, considerando tanto las plantas que entregan sus excedentes al Sistema Interconectado Central (SIC) como las que producen para autoconsumo. Y se concluye que si las empresas entregaran toda la electricidad generada al SIC, la participación de la biomasa en la matriz eléctrica nacional subiría de un 1,2% al 5,1%, y la participación de las ERNC aumentaría del 2,7% a un 6,5% (Muñoz, 2011).

Por otro lado Pontt (2008) afirma que manejando el bosque nativo se tendría el mayor potencial para generar energía (4.723 MW brutos), mientras que con el manejo de plantaciones y residuos de la industria forestal y maderera, el potencial bruto es de 1435 MW. Llama la atención que la VII región no posea el principal potencial, pero esto se debe a la inclusión del manejo del bosque nativo, si se excluyese ese ítem, la VIII región sería la primera en potencial (Cuadro 4).

Finalmente Bertrán y Morales (2008) realizan una estimación en base al período 2006-2007 (Cuadro 5), y señalan que: la Región del Bío-Bío es seguida de sus regiones aledañas al sur y al norte la que aportaría el potencial más alto de generación eléctrica con biomasa forestal (entre 133 a 199 MW). La Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, de entre las regiones seleccionadas, es la que menor contribución hace al potencial de generación (entre 13 y 19 MW). Si

CUADRO 4:
Resumen de potencial bruto por tipo de desechos

Región	Manejo Forestal MW		Residuos Industria		Manejo Nativo	Bosque	Total		%
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
IV	1	1	0	0	0	0	1	1	0%
V	37	49	2	6	17	33	55	87	1%
VI	17	23	10	30	21	41	48	94	2%
VII	68	91	52	151	65	130	185	372	6%
VIII	152	203	181	528	138	276	472	1.007	16%
IX	76	101	36	103	159	319	271	523	8%
X	42	56	32	94	634	1.268	709	1.419	23%
RM	-		0	0			0	0	0%
Otras	-	-	-	1.327	2.655	1.327	2.655	43%	
TOTAL	393	523	313	912	2.361	4.723	3.067	6.158	100%
%		9%		15%		77%		100%	

Fuente: Pontt, 2008.

bien la Región del Bío-Bío es la que posee el mayor potencial energético, es también aquella donde prevalece y se ubican las mayores extensiones de bosques y donde las grandes compañías tienen instaladas sus plantas de pulpa, papel, aserraderos o tableros haciéndola en algo más de 71% una región preeminentemente de influencia industrial, lo cual en cierta forma se considera como una limitación al emprendimiento de proyectos de generación eléctrica independientes. Finalmente estiman un total de entre 313 a 469 MW, para la potencia instalada total mínima y máxima respectivamente.

Realidad Nacional

Respecto de la literatura de generación de energía por medio de biomasa forestal en Chile muchos autores (González et al. 2007; Bertrán y Morales, 2008; Pontt, 2008; Programa Chile Sustentable, 2008; Dalberg, 2008; Delgado, 2010) señalan que la opción más viable actualmente para el país es la de usar desechos forestales. De hecho actualmente en el país existen algunas plantas de energía en base a biomasa, y que según el CNE (2007) corresponden al 2,11% de la capacidad instalada de generación de energía del país. Según el Centro de Despacho Económico de Carga-Sistema Interconectado Central (CDEC-SIC, 2010) y la Comisión Nacional de Energía

CUADRO 5:

Potencia instalable factible por regiones

Región	Potencia instalada factible (MW)	
	Mínima	Máxima
VI	13	19
VII	63	95
VIII	133	199
IX	68	103
X*	36	53
Total	313	469

*Fuente: (Bertrán y Morales, 2008.). *Representa a las regiones X y XIV*

(CNE, 2011), las plantas existentes se pueden apreciar en los Cuadros 6 y 7, respectivamente. Además en el Cuadro 8 se puede ver una lista parcial de proyectos aprobados por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, 2011) de generación de energía con biomasa en Chile. De lo anterior es importante señalar que la mayoría de estas plantas utilizan recursos dendroenergéticos ya sea directa o indirectamente.

CUADRO 6:

Plantas generadores de energía eléctrica en base a biomasa y biogás al 2010

Nombre	Propietario	Fuente de energía primaria	Potencia máxima instalada [MW]	Región
Constitución	Energía Verde S.A.	Biomasa	11,05	7
Laja	Energía Verde S.A.	Biomasa	12,69	8
Escuadrón (Ex Fpc)	Eléctrica Nueva Energía S.A.	Biomasa	15	8
Nueva Aldea III	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	Biomasa	37	8
Loma Los Colorados	KDM Energía y Servicios S.A.	Biogas	2	13
Masisa	Masisa	Biomasa	11,1	
Total			88,84	

Fuente: CDEC-SIC, 2010.

CUADRO 7:

Unidades generadoras Sistema Interconectado Central de Chile, en base a Biomasa o biomasa-petróleo

Propietario	Nombre Central	Año puesta en servicio	Tipo de combustible primario	N° unid.	Potencia bruta Total MW	Potencia neta Total MW
Celulosa Arauco y Constitución S.A.	Arauco	1996	Biomasa-Petróleo N°6	1	30,1	30,1
	Licanten	2004	Biomasa-Petróleo N°6	1	27	4
	Valdivia	2004	Biomasa-Petróleo N°6	1	70	61
	Nueva Aldea III	2008	Biomasa	1	65	37
	Constitución	1995 - 2007	Biomasa	1	20	8
Energía Verde	Constitución	1995 - 2007	Biomasa	2	10,856	10,1
	Laja	1995 - 2007	Biomasa	2	12,5	11,7
Paneles Arauca S.A.	Cholguán	2003	Biomasa-Petróleo N°6	1	29	13
	Nueva Aldea I	2005	Biomasa	1	29,3	14
Masisa Ecoenergía	MASISA	2010	Biomasa	1	11	10,5
Arauco Energía	TG6 (excedentes al SIC)	En pruebas de conexión	Desechos Forestales	1	23	23
Total Generado					352,8	247,3

Fuente: CNE, 2011.

Además las plantas se concentran en la Octava región, lo que tiene relación con el nivel de explotación forestal de la región. También resulta de suma importancia señalar la creciente cantidad de plantas que usan bioamasa través del tiempo en Chile, lo que ha ido generando un aumento sostenido de la energía por este medio.

En general la electricidad generada por biomasa en Chile es usada principalmente por la industria del papel y la celulosa (Pontt, 2008), sin embargo, haciendo una estimación de la población para el año 2011 (INE y CEPAL, 2005) de 17.248.450 habitantes, y asumiendo una distribución uniforme de esa electricidad a los habitantes del país, estaría beneficiando eventualmente a 363.942 personas del país. Lo cual puede ser considerable si se considera personas que habitan en zonas remotas del país sin acceso a electricidad.

CUADRO 8:
Lista parcial de Proyectos Aprobados Biomasa SEA, Chile

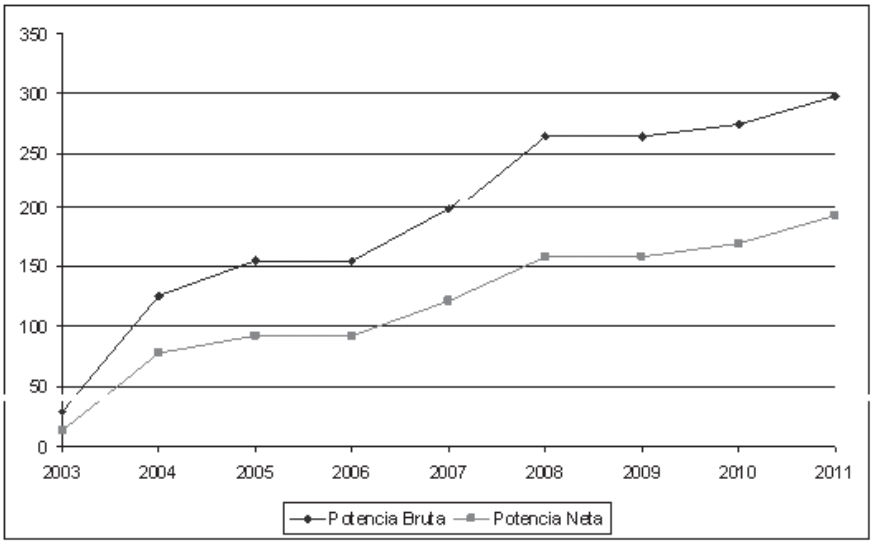
Nombre	Región	Titular	Inversión (MMU$)	Año
Planta de cogeneración con biomeasa en Norske Skog Biobío	Octava	Papeles Norske Skog Biobío Ltda.	60	2010
Reemplazo de Caldera de Petróleo por Generación de Energía Térmica por Biomasa	Quinta	Energías Industriales S.A.	5	2009
Embarcadero, Uso de Biomasa y Depósito de Cenizas Central Térmica Andino	Segunda	Central Termoeléctrica Andina S.A.	5,25	2009
Planta de Cogeneración de Energía Eléctrica y Vapor con Biomasa en CFI Horcones Caldera de Biomasa CFI Horcones	Octava	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	73	2007
Sistema de Cogeneración de Energía con Biomasa Vegetal Cogeneración MASISA Cabrero	Octava	MASISA S.A.	17	2007
Cogeneración de Energía con Biomasa Vegetal	Octava	Allan Lomas Redón	10	2005
Modificación Proyecto Caldera a Biomasa en Planta Pacífico MININCO	Novena	CMPC Celulosa S.A.	35	2005
Caldera a Biomasa en Planta Pacífico, Mininco	Novena	CMPC Celulosa S.A.	25	2004
Caldera a Biomasa	RM	Vapores Industriales S.A.	1,2	2001

Fuente: SEA, 2011.

Otro uso que está dentro de la biomasa forestal corresponde a la leña, la cual una fuerte presencia dentro de la matriz energética nacional, llegando el año 2006 a representar cerca del 16% de las energías primarias y el 17,5% a nivel de energías secundarias, mientras que el 2010 un 20,5% y un 18% respectivamente (CNE, 2010). El sector industrial y minero junto al comercial, público y residencial, son los consumidores de leña, siendo el subsector residencial el que consume toda esta biomasa de su sector, llegando el año 2006 a 29.212 teracalorías. Cabe destacar que se usa en especial para calefacción y cocina, y en la zona sur del país se concentra su uso, por su mayor disponibilidad. Lo negativo de este asunto es su gran impacto ambiental por la mala combustión a la cual es sometida (alto % de humedad). Por lo que se requiere de mejoras a nivel de certificación y tecnologías de uso (Pontt, 2008).

GRÁFICO 19:

Potencia Bruta y Neta (MW) de Unidades generadoras Sistema Interconectado Central de Chile, en base a Biomasa o biomasa-petróleo acumulada años 2003 a 2011



Fuente: CNE, 2011.

3. CONCLUSIÓN

Chile al entrar tarde en el mercado de los biocombustibles, tiene la posibilidad de marcar tendencias en el desarrollo de los biocombustibles de segunda generación. La utilización de los desechos agrícolas y forestales, el desarrollo de micro y macro algas y la búsqueda de especies o cultivos que no compitan con la producción de alimento, pueden permitir a nuestro país el desarrollo de un mercado nuevo con variadas alternativas para la producción de biocombustibles. Es necesario e imprescindible el compromiso del Estado para promocionar la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en la producción de biocombustibles (en toda la cadena de producción), de las casas de estudio en la investigación y en el desarrollo de nuevas tecnologías y de organismos del Estado que velen por el desarrollo (económico, social y ambiental) de este nuevo mercado.

Reconociendo el enorme potencial y las ventajas que representa la bioenergia, es claro que ella por sí sola no puede desplazar el patrón actual de producción de energía basado fundamentalmente en las energías fósiles y nucleares. Ella puede sin embargo, contribuir a desplazarlo junto con la amplia variedad de energías renovable.

El crecimiento de la bioenergia como fuente de combustible para el transporte, la electricidad y la calefacción ofrece oportunidades, aunque con la necesidad de compensaciones, para el uso sostenible de los recursos naturales, así como para la agricultura y el desarrollo rural sostenibles a escala local, nacional y mundial. Los impactos sobre los entornos natural y humano dependerán en gran medida de una buena gestión y planificación bioenergéticas, al igual que de la existencia de marcos políticos dirigidos a la maximización de las oportunidades para el desarrollo sostenible y la minimización de los impactos negativos sobre las personas pobres del medio rural y el medio ambiente.

4. BIBLIOGRAFÍA

CEPAL. 2012. Políticas sobre desarrollo institucional e innovación en biocombustibles en América Latina y el Caribe. Serie Seminarios y Conferencias. Memoria del Diálogo de Políticas realizado en CEPAL en Santiago el 28 y 29 de marzo de 2011. 55 p.

CER. Centro de Energías Renovables, Ministerio de Energía. 2012.i. Chile: Tierra Fértil para las Energías Renovables. 34 p.

CER. Centro de Energías Renovables, Ministerio de Energía. 2012. ii. Reporte Abril 2012: Estado de los Proyectos de ERNC en Chile. 2 p.

CER. Centro de Energías Renovables, Ministerio de Energía 2012. iii. Reporte Mayo 2012: Estado de los Proyectos de ERNC en Chile. 2 p.

CER. Centro de Energías Renovables, Ministerio de Energía.- 2012. iv. Reporte 1er Semestre 2012: Estado de los Proyectos de ERNC en Chile. 2 p.

CER. Centro de Energías Renovables, Ministerio de Energía. 2012.v. Fuentes de Financiamiento para Proyectos ERNC. 8 p.

CNE. Comisión Nacional de Energía. 2008. Estudio marco normativo y de los procedimientos que se debe cumplir en la cadena de producción-consumo de los biocombustibles para el inicio y desarrollo de sus actividades dentro de la República de Chile. Informe Final. Barros y Errázuriz Abogados & Gamma Ingenieros S.A. 621 p.

Gómez-Lobo, A., J.L. Lima, C. Hill y M. Meneses. 2006. Diagnóstico del mercado de la leña en Chile. Centro de Microdatos, Departamento de Economía, Universidad de Chile. 157 pp.

IEA, International Energy Agency. 2011 Key World Eneregy Statistics. 82 p.

INNOVACHILE-CORFO. 2009. Estudio de Energías Renovables No Convencionales. Informe Final. ECOFYSVALGESTA S.A.. 230 p.

Ministerio de Energía. 2012.i. Estrategia Nacional de Energía 2012-2030: Energía para el futuro. 29 p.

Ministerio de Energía. 2012.ii. Las Energías Renovables No Convencionales en el Mercado Eléctrico Chileno. Documento Complementario. 88 p.

Ministerio de Energía. 2012. iii. Estrategia Nacional de Energía 2012-2030. 38 p.

REN21. Renewable Energy Policy Network for de 21st Century. 2012. Renewables 2012: Global Status Report.172 p.

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA Bioenergia EN COLOMBIA

Autor: Alejandra Rueda

1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS

El año 2001 marcó la entrada de Colombia a la era de la bioenergia, específicamente a la de los biocombustibles.

Con la aprobación de la Ley 693 sobre uso de alcoholes carburantes, se crearon los estímulos para la fabricación, comercialización y uso del etanol mezclado con Gasolina, en los niveles indicados por el Ministerio de Minas y Energía (MME). Tres años más tarde se sumó la Ley 939 de 2004 la cual estimuló la producción y comercialización de biocombustibles no solo de origen vegetal, sino de origen animal, para su uso en motores diesel.

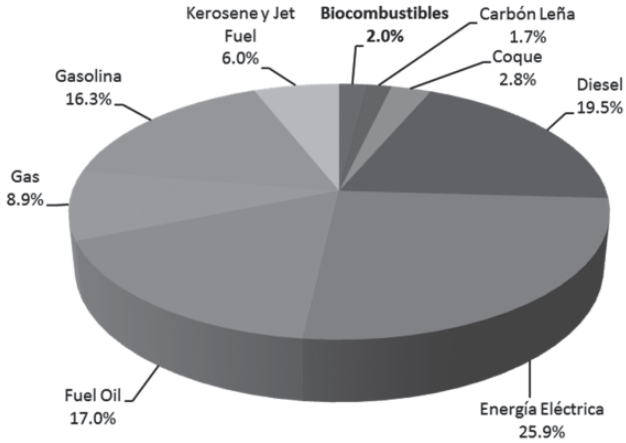
Ambas leyes se convertirían en la columna vertebral del Programa Nacional de Biocombustibles cuyos pilares radican en la diversificación de la canasta y la autosuficiencia energética, en el mejoramiento del medio ambiente y en la calidad del aire y, en la generación de empleo rural y desarrollo agroindustrial en el país.

Para aquella época, la panorámica sobre abastecimiento energético del país era bastante incierta debido a la progresiva disminución de las reservas petroleras, agravada por la ausencia de nuevos hallazgos. Por lo anterior, y aprovechando no solo la tradición agroindustrial de los cultivos de caña de azúcar y de palma de aceite – también considerados como importantes proveedores de materias primas para la producción de biocombustibles a nivel mundial gracias a su alta eficiencia energética – sino sus ventajas productivas frente a otros cultivos; el Gobierno nacional impulsó una *batería* de normas legales que formalizó, en corto tiempo, el uso de los biocombustibles en el país.

A partir de 2008, con la expedición del Documento CONPES 3510 que planteó "*una política orientada a promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia, aprovechando las oportunidades de desarrollo económico y social que ofrecen los mercados emergentes de los biocombustibles*" estas energías renovables se convirtieron en una política de Estado. Lo anterior, toda vez que también eran consideradas por el Presidente de la República como una fuente estabilizadora del campo colombiano, más aun teniendo en cuenta la historia de violencia y conflicto que por más de 60 años ha persistido en las zonas rurales de Colombia.

Después de un poco más de una década de haber iniciado, el Programa Nacional de Biocombustibles ha logrado una participación dentro de la oferta energética local del 2%; y su demanda está asociada, principalmente, a la sustitución de combustibles fósiles en el sector transporte toda vez que éste representa el 97% del consumo de gasolina y un 70% de la absorción de diesel en el país.

GRÁFICO 1:
Oferta energética en Colombia



Fuente: UPME 2010.

Colombia se ubica, hoy, como el tercer productor de biocombustibles en América Latina después de Brasil y Argentina y es considerado como el décimo productor mundial de etanol con un 0,4% del total de la oferta global.

Actualmente, toda la producción de biocombustibles se consume localmente aunque se vislumbran unas oportunidades interesantes en los mercados de Europa y Estados Unidos gracias a los recientemente firmados Tratados de Libre Comercio[22]; no sobra recordar la posición geoestratégica de Colombia en el sentido que por el océano Atlántico ofrece salida a los mercados europeos y del este americano, mientras que por el Pacifico conecta con Asia y el oeste de Estados Unidos.

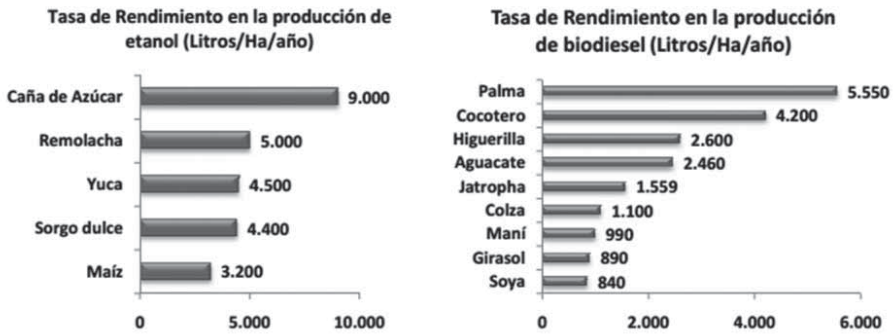
En la actualidad, cerca de 95 mil familias derivan su sustento de la agroindustria de los biocombustibles, un 75% lo hacen del biodiesel y un 25% del etanol. Lo anterior significa que son más de 370.000, principalmente en el campo, las personas beneficiadas por esta nueva industria.

De otra parte, fue también en 2001, cuando se estableció la Ley 697 mediante la cual se creó el *Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de Energía no Convencionales – PROURE;* y

22 El Tratado de Libre Comercio entre Colombia y Estados Unidos entró en vigencia en Mayo 15 de 2012. Por su parte el Tratado de Libre Comercio con Europa fue firmado por Colombia el 26 de Junio de 2012 y será ratificado por el Parlamento Europeo en el cuarto trimestre de 2012.

GRÁFICO 2:

Rendimiento de diferentes cultivos por hectárea



Fuente: Ministerio de Minas

CUADRO 1:

Empleo en la agroindustria de los biocombustibles

SECTOR	EMPLEOS DIRECTOS	EMPLEOS INDIRECTOS	TOTAL POR SECTOR	PERSONAS QUE DERIVAN SU SUSTENTO DE LA AGROINDUSTRIA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES *
Biodiésel	24.028	48.056	72.084	288.336
Etanol	7.429	14.858	22.287	89.148
TOTALES	31.457	62.914	94.371	377.484

Fuente: Fedebiocombustibles 2012.

ya para 2010, Colombia desarrolla su Plan de Acción Indicativo 2010-2015 con el objetivo de promover el Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales para con ello contribuir al abastecimiento energético pleno y oportuno, a la competitividad de la economía colombiana, a la protección al consumidor y a la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el ambiente y los recursos naturales[23].

Su meta es que al 2015 estas Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) participen con un 20% en las Zonas No Interconectadas (ZNI) y con un 3.5% en el Sistema Interconectado Nacional (SIN). Dentro de las FNCE se pueden mencionar la

23 Objetivos del PROURE

energía solar, la eólica, la geotérmica y la proveniente de la biomasa.

De hecho, tanto el sector azucarero como el sector palmero han venido incursionando en la cogeneración eléctrica, principalmente, por la disponibilidad de biomasa de estos dos cultivos. El bagazo por ejemplo, producto de la molienda de la caña de azúcar, es utilizado como combustible en las calderas de los ingenios tanto para la operación de sus procesos como para la generación eléctrica. Por su parte el sector palmero, está incursionando en el tema toda vez que con su biomasa puede producir hasta 7 veces la energía que demanda cada planta extractora.

1.1. Marco Legal e Instrumentos de los biocombustibles

Teniendo en cuenta la importancia estratégica que significan los biocombustibles para el país; no solo desde el punto de vista de seguridad energética sino también de seguridad social y calidad del aire; las ramas tanto legislativa como ejecutiva definieron una serie de normas que van desde lo legal hasta lo económico pasando por lo técnico y, que se convirtieron en el andamiaje jurídico sobre el cual se desarrolló el programa nacional. A continuación se mencionan algunas de las principales:

Marco General

LEY 693 DE 2001 (Uso de alcoholes carburantes): es la columna vertebral del uso de etanol en el país, toda vez que crea los estímulos para su fabricación, comercialización y establece la obligatoriedad de su uso en las mezclas indicadas por el Ministerio de Minas y Energía (MME).

Establece que las gasolinas que se utilicen en el país, tendrán que contener compuestos oxigenados tales como alcoholes carburantes y decretó que el uso de este alcohol recibirá un tratamiento especial en las políticas sectoriales de autosuficiencia energética, de producción agropecuaria y de generación de empleo. Esta ley fue regulada por la resolución 180687 de 2003 la cual dispuso mezclas del 10%.

LEY 939 DE 2004 (Estimula la producción y comercialización de biocombustibles para uso en motores diesel). El combustible diesel que se utilice en el país podrá contener biocombustibles que sean de origen vegetal o animal para uso en motores diesel en las calidades que establezcan el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

DECRETO 383 DEL 2007 (Zonas Francas), reglamentó la Ley 1004 de 2005 que estableció que las inversiones en las plantas para producción de biocombustibles estarán cobijadas por los beneficios de las zonas francas uniempresariales agroindustriales y estableció disposiciones especiales en materia tri-

butaria, aduanera y de comercio exterior. Este Decreto reglamentó las zonas francas individuales para proyectos agroindustriales así:

- Inversiones superiores a US$ 24 millones.
- Generación de 500 empleos directos en la cadena agro-industrial.
- Instalaciones industriales en un área mínima de 20 ha.
- Tiempo de inversión, 3 años.
- Reducción impuesto renta del 38% al 15%.
- Aranceles para equipos e insumos, 0%.

DECRETO 2629 DE 2007 amplia la mezcla obligatoria de biocombustibles al 10% a partir del año 2010 y establece que los vehículos nuevos deben ser capaces de consumir una mezcla de al menos 20%.

CONPES 3510 DE 2008 estableció los lineamientos para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia, aprovechando las oportunidades de desarrollo económico y social que ofrecen los mercados emergentes de los biocombustibles. Así las cosas, busca expandir los cultivos de biomasas conocidas en el país y diversificar la canasta energética dentro de un marco de producción económica, social y ambientalmente sostenible.

Creó, a su vez, la Comisión Intersectorial de Biocombustibles, con el ánimo de articular la política de estas energías y fortalecer la coordinación entre las entidades gubernamentales que tienen injerencia en el desarrollo de esta industria. Está Comisión está integrada por el Vicepresidente de la Nación, los Ministros de Minas, Agricultura, Medio Ambiente, Transporte y Comercio, la Directora de Planeación Nacional y el Director de la Consejería Presidencial para la Competitividad. En calidad de invitado permanente asiste el Director de COLCIENCIAS y como invitados ocasionales los funcionarios que se considerara pertinente incluir.

Es justamente en esta Comisión donde se concretan los cambios en los niveles de mezclas.

DECRETO 1135 DE 2009 modificó el Decreto 2629/2007 y determinó que en el año 2012 el 60% de los vehículos de hasta 2.000 cm^3 que se vendan en el país deben soportar mezclas de 85% de etanol y 15% de gasolina. El decreto establece que la oferta de vehículos con esa tecnología debía aumentarse en el 2014 al 80%, y en el 2016 al 100%.

Esta norma en particular generó una importante polémica entre los diferentes industriales – Cámara Automotriz, Fendipetróleos, Fedebiocombustibles y Asocaña, entre otros, esta discusión trascendió a las arenas internacionales y fue utilizada por Europa en la negociación del Tratado de Libre Comercio con Colombia toda vez que la consideraban como una amenaza a la exportación de sus vehículos a Colombia.

DECRETO 4892 DE 2011 modificó el polémico Decreto 1135/2009 espe-

cificando que a partir del 1º de enero del año 2015, la gasolina motor con una mezcla flexible de alcohol carburante entre un 25% y un 85% en base volumétrica será exclusivamente para vehículos con tecnología Flex Fuel. Con ello, el nuevo texto de la norma dio respuesta a las inquietudes de los negociadores europeos.

También establece que a partir del 1º de enero del año 2013, los Ministerios de Minas y Energía y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, previa consulta con la Comisión Intersectorial de Biocombustibles, mediante acto administrativo podrán fijar porcentajes obligatorios de alcohol carburante y/o de biocombustibles para uso en motores diesel, superiores a los señalados (10% de mezcla obligatoria para el alcohol carburante) y/o en el artículo 2º del Decreto 2629 de 2007 (10% de mezcla obligatoria para biocombustibles para uso en motores diesel).

Marco Tributario

LEY 788 DE 2002 -Etanol- (Reforma Tributaria), en su Artículo 31 declara exento del IVA al alcohol carburante con destino a la mezcla con el combustible motor; y en su Artículo 88, exoneró del pago del impuesto global y de la sobretasa al porcentaje de alcohol carburante que se mezcle con la gasolina motor.

Ley 863 de 2003 -Etanol-. Introduce la reforma tributaria requerida para eximir a los alcoholes combustibles de los impuestos: IVA (Impuesto al Valor Agregado), Global a la Gasolina y Sobretasa a la Gasolina cuando se mezclan con la gasolina.

LEY 939 DE 2004 -Biodiesel- En su Artículo 8° establece que el biocombustible de origen vegetal o animal para uso en motores diesel de producción Nacional con destino a la mezcla con ACPM estará exento del impuesto a las ventas y en su artículo 9 estable su exención al impuesto global del ACPM.

Esta misma Ley define unas exenciones para los cultivos de tardío rendimiento así: en su Artículo 1° considera exenta la renta líquida generada por el aprovechamiento de nuevos cultivos de tardío rendimiento en cacao, palma de aceite, cítricos, y frutales, los cuales serán determinados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. La vigencia de la exención se aplica dentro de los diez (10) años siguientes a la promulgación de la presente ley.

MarcoTécnico

RESOLUCIÓN 0477 DE 2003 -Etanol- regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos, calderas y automotores. Además, establece los requisitos de calidad tanto para las gasolinas en ciudades con menos de 500 mil habitantes, como para el bioetanol anhidro, y para las gasolinas y las mezclas con bioetanol en ciudades con más de 500 mil habitantes.

RESOLUCIÓN 18 0687 DE 2003, MODIFICADA POR RESOLUCIÓN 18 1069

DE 2005 -Etanol- definió la regulación técnica en relación con la producción, acopio, distribución y puntos de mezcla de los alcoholes carburantes y su uso en los combustibles nacionales e importados y se señalaron las fechas de entrada del programa de oxigenación de las gasolinas en Colombia.

RESOLUCIÓN 1289 DE 2005 - Biodiesel- mediante la cual se determinan los criterios de calidad de los biocombustibles para uso en automotores diésel y se señala al 1 de enero de 2008 como la fecha de inicio de la mezcla del 5 % de biodiesel con el diésel petrolero.

NTC 5444 DE 2006 - Biodiesel- (Norma Técnica Colombiana) Especificaciones del biodiesel para uso en motores diésel. Esta norma cubre las especificaciones para los alquilesteres de ácidos grasos para uso como combustible o como componente de mezclas con combustibles diesel.

END 49 DE 2009 Guía de sostenibilidad de la cadena de los biocombustibles en Colombia. Parte 1: producción y procesamiento de biomasa y establece los principios, criterios y recomendaciones de sostenibilidad ambientales, sociales y económicos que se deberían cumplir en las etapas de producción y procesamiento de biomasa de la cadena de biocombustibles.

Marco Económico

Los precios de los combustibles en Colombia se encuentran bajo un régimen de libertad regulada para la fijación de precios de venta al público de la gasolina motor corriente oxigenada, la gasolina motor corriente, el ACPM (diesel) y las mezclas de este último con biocombustibles para uso en motores diesel. En este sentido el Ministerio de Minas y Energías aplica sanciones a aquellas estaciones de servicio que superen los topes fijados por el Gobierno nacional.

RESOLUCIÓN 181088 de 2005, MODIFICADA POR LAS RESOLUCIONES 180222 de 2006, 181335 de 2007 Y 180120 DE 2009 – Etanol- Se definió una banda de precios que toma el mayor valor entre el precio de estabilidad definido y un precio que reconoce los costos de oportunidad de las materias primas que se utilizan en la producción del alcohol. En 2009, fue modificada por la Resolución 180120 teniendo en cuenta los planteamientos del Documento CONPES 3510. Así, el ingreso al productor del alcohol carburante será el que resulte de establecer el mayor precio entre:

- Un precio que tome como referencia el costo de oportunidad de los usos alternativos de la materia prima más eficiente utilizada para la producción de alcohol carburante (Se calcula a partir del precio de paridad exportación del azúcar blanco refinado).
- Un precio que tome como referencia los precios internacionales de la gasolina, ajustados por los cambios en las propiedades

de estos combustibles como resultado de la mezcla: i) aumento del precio por mejoras en octanaje y la disminución en el contenido de azufre; y ii) disminución del precio causado por el menor poder calorífico del alcohol carburante frente a las gasolinas.

- Un precio mínimo que permita atenuar las consecuencias de reducciones considerables en los precios (70%) y de la tasa de cambio (30%)

RESOLUCIÓN 18 1780 DE 2005, MODIFICADA POR LAS RESOLUCIONES 18 0212 DE 2007, POR LA 180134 DE 2009 y por la 181966 de 2011 –Biodiesel- en relación con la estructura de precios del ACPM y ajustando la fórmula del ingreso al productor del biocombustible de acuerdo con lo establecido en el documento Conpes 3510.

Este último determinó, entonces que el ingreso máximo al productor de biodiesel será el que resulte de establecer el mayor precio entre los siguientes tres:

- Un precio que tome como referencia el costo de oportunidad de los usos alternativos de la materia prima más eficiente utilizada para la producción del biocombustible; en este caso se calcula a partir del precio de referencia del mercado interno de aceite de palma, con sus respectivos ajustes por calidad. Adicionalmente, se tendrá en cuenta el precio internacional del metanol como insumo en su producción y el cálculo de un factor eficiente de producción.
- Un precio que tome como referencia los precios internacionales del diésel, medido sobre la base actual en la que se fijan los precios internos del ACPM nacional.
- Un precio mínimo que permita atenuar las consecuencias de reducciones considerables en los precios anteriores.

Riesgos

Son diversos los riesgos asociados con los biocombustibles y ello se presentan de diferentes maneras según las condiciones de cada país productor. A nivel mundial se han identificado, entre otros, aquellos que están relacionados con la seguridad alimentaria, con la deforestación o afectación del ecosistema y los relacionados con el balance energético y el cambio de uso del suelo.

Seguridad alimentaria

Colombia cuenta con un área sembrada cercana a los 5 millones de hectáreas en productos agrícolas y forestales. De ella, el 60% se ha venido concentrando en cultivos permanentes y el 33% corresponde a los transitorios.

Sin embargo, de acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el 90% del área sembrada

compone la canasta básica, en contraste con la superficie destinada a no alimentarios la cual tan solo representa menos del 3% del total sembrado y corresponde a cultivos como: algodón, tabaco, fique, flores, etanol y palma para biocombustibles. El potencial agrícola del país es de cerca de 22 millones de hectáreas y de allí que la FAO catalogue al país como uno con alto potencial de expansión.

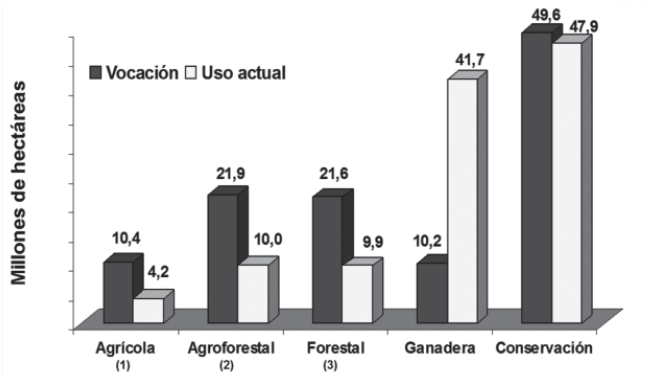
En cuanto a la ganadería, si bien son alrededor de 42 millones de hectáreas las utilizadas para esta actividad, su potencial real es de 20 millones; aunque Corpoica y el IGAC lo establecen en cerca de 10 millones. Por ello, en el Plan Estratégico de la ganadería a 2019 se plantea la posibilidad de cambiar de una actividad extensiva a una intensiva y con ello reducir el número de hectáreas utilizadas en esta actividad.

De acuerdo con la información del Gobierno Nacional, la ampliación en 200 mil hectáreas de la frontera agrícola del país en cultivos de palma de aceite y caña de azúcar para la producción de biocombustibles se ha hecho afectando tierras de ganadería extensiva o cultivos ilícitos y no las utilizadas para la producción de alimentos.

Adicional a lo anterior, cabe resaltar que el programa de biocombustibles en Colombia inició con cultivos que tenían excedentes exportables, es decir que su producción no era del todo absorbida por los mercados locales tradicionales de alimentos, toda vez que su demanda ya estaba saturada. En otras palabras, tanto en el sector palmero como en el cañicultor existía una oferta exportable que no comprometía y no compromete la seguridad alimenticia del país. Por ejemplo, en el caso del sector palmero cerca del

GRÁFICO 3:

Vocación y uso de la tierra



(1) Agrícola: suelos para cultivos transitorios y permanentes. (2) Agroforestal: suelos aptos para arreglos silvoagrícolas, silvopastoriles y agrosilvopastoriles. (3) Forestal: suelos que no admiten ningún tipo de uso agrícola o pecuario (forestal-protector, forestal-productor y forestal-protectorproductor).

Fuente: IGAC - Corpoica

50% de su producción era exportado en 2007, y su participación en el mercado internacional no llegaba a sumar ni siquiera un 0,3% del total.

En este sentido, se puede decir que en Colombia tanto la agenda de biocombustibles como la de seguridad alimentaria son perfectamente compatibles. Más aun si se tiene en cuenta que los riesgos en la seguridad alimentaria de este país tienen que ver más con la baja productividad en el sector agrícola; la deficiencia en la infraestructura de transporte; el esquema de comercialización de los alimentos; el desempleo urbano y rural, aspectos estos últimos que nada tienen que ver con el desarrollo de los biocombustibles.

Es de resaltar que tanto el sector de la palma de aceite como el de caña de azúcar no son formadores de precios sino por el contrario son tomadores de los precios internacionales; luego más que influir en su volatilidad lo que pasa es que son vulnerables a ella y de allí el incremento en su nivel de precios local.

Conservación y medio ambiente

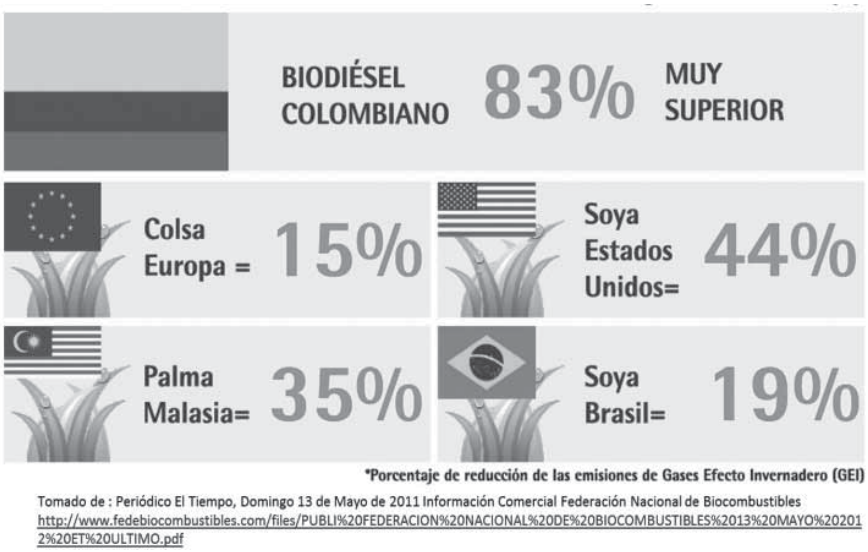
De acuerdo con un estudio recientemente contratado por el Ministerio de Minas y Energía con el apoyo del BID y elaborado por The Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA) de Suiza, el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales Medellín (CNMPL) y la Universidad Pontificia Bolivariana (sede Medellín), el biodiesel de palma colombiano puede reducir de manera directa alrededor de un 83% de las emisiones de GEI por vehículo- kilómetro, comparado con el diesel fósil.

Por su parte, la caña de azúcar tiene una reducción potencial de 70% de las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) comparado con la gasolina fósil y, si no se consideran los cambios indirectos por uso de la tierra.

Así las cosas, los biocombustibles colombianos cumplen con las reducciones exigidas por diferentes estándares internacionales como por ejemplo el RSB y el EU-RED. De hecho, este informe igualmente establece que si todas las plantas de biocombustibles existentes en Colombia operarán a plena capacidad, se podrían reducir alrededor de 1.8 millones de CO2 eq./año; lo que es equivalente a alrededor del 3% del total de emisiones colombianas de CO_2 en 2008, o al 8% de emisiones causadas por el sector de transporte en Colombia, según cálculos del PNUMA.

Particularmente, el estudio establece que uno de los potenciales de optimización para la producción de aceite de palma, en términos de GEI, recae en el tratamiento de efluentes de aguas residuales por las cantidades de metano allí emitidas. De ahí la importancia del proyecto sombrilla- MDL- del sector palmero donde 32 de las 52 plantas de beneficio existentes capturarán y miti-

FIGURA 1:
Reducción de las emisiones del biodiesel según fuente y país



Fuente: Fedebiocombustibles

garán el gas metano de las lagunas anaerobias. Este proyecto espera la emisión de cerca de 760.000 certificados de reducción de emisiones anuales durante 21 años.

En lo que respecta al etanol, la fase de cultivo es la más sensible ambientalmente y por tanto los ahorros de GEI solo pueden lograrse si se aplican las mejores prácticas agrícolas, y no se causan presiones sobre áreas naturales.

Balance energético y cambios de uso del suelo

En Colombia, Cenipalma que es el Centro de Investigación en palma de aceite adelantó un estudio sobre el balance energético del biodiesel de palma en Colombia y en Brasil[24]. Para el caso colombiano, el estudio tuvo en cuenta tres plantas de beneficio y cultivos en tres regiones diferentes.

Los resultados obtenidos para la entrada/salida[25] de energía se ubicaron en un rango entre 4,9 y 6 uni-

24 Edgar Yañez, Cenipalma, Eduardo Silva Lora, Ednildo Anrade Torres, y Roselis Ester Da Costa "Balance Energético preliminar de la producción de biodiesel de palma para las condiciones de Brasil y Colombia"

25 La relación de entrada y salida de energías se da en el ciclo de vida de producción del biodiesel, el cual tiene en consideración, entre otros, la energía utilizada en el cultivo, la requerida para su transformación en aceite, y la necesaria para su conversión en combustible.

CUADRO 2:
Balance energético del biodiesel

Biocombustible	Output/ Input	Referencias
Biodiesel de colza (Europa)	1,7	ITC, (2000)
Biodiésel de soya (EUA)	3,2 – 3,4	Sheehan, (1998)
Biodiésel de girasol (Europa)	2,4 – 5,2	Janulis, (2003)
Biodiésel de Higuerilla (Brasil)	2 – 2,9	Neto, et. al.(2004)
Biodiésel de palma	**4,9 – 6,0**	**Yáñez, E. Et al, 2008**

Fuente: Fedepalma 2011

dades producidas, lo que supone mayores eficiencias que las obtenidas por estudios similares realizados en Europa y Estados Unidos con biodiesel de soya y colza.

De otra parte y en relación con el cambio de uso de la tierra es de resaltar que los ingenios azucareros cuentan con más de 50 años de tradición en Colombia y su expansión ha sido bastante limitada en los últimos años. Ellas se encuentran en su inmensa mayoría en el Valle Geográfico del Río Cauca y al haber sido establecidos antes del 2000 – el año de referencia la para evaluación por cambio de uso de la tierra –no consideran efectos por el cambio directo de uso de la tierra.

Por su parte, la expansión de los cultivos de palma en Colombia se ha dado en una gran proporción como cultivos alternativos a la producción cocalera del país, sobre todo en regiones antes controladas por los grupos armados ilegales como es El Catatumbo.

Es decir, hectáreas sembradas de coca han sido sembradas con este cultivo que se convierte en una opción legal para miles de campesinos que quieren alejarse del conflicto armado que se vive en el campo, producto de las narco-guerras. De hecho a diciembre de 2010 eran 24 convenios los apoyados por USAID que sumaban cerca de 53,000 hectáreas beneficiando alrededor de 3,700 familias campesinas en 10 departamentos.

Planificación estratégica de los biocombustibles

El Ministerio de Minas y Energía dentro de los objetivos de su política para 2011-2014 estableció "*Diversificar la canasta energética del país a través del uso de biocombustibles con criterios de sostenibilidad ambiental, autosuficiencia energética y desarrollo agroindustrial*" para lo cual busca trabajar en los siguientes frentes:

- Consolidación del programa de mezclas de biocombustibles: Año 2012 Etanol – Biodiesel en mezclas del10% y, a partir del año 2013 aumento de mezclas según volumen de oferta de biocombustibles.
- Definición de fletes para el transporte terrestre de biocombustibles
- Reglamento técnico para el transporte de etanol
- Ajuste a la reglamentación de calidad del diesel y expedición de la reglamentación de diesel renovable
- Reglamento técnico, guías de las buenas practicas para el manejo de biodiesel y las mezclas diesel-biodiesel
- Estudio para la evaluación del ciclo de vida de la cadena de producción de biocombustibles en Colombia
- Estudio de mercado de biocombustibles y conjunto de herramientas para la exportación de biocombustibles
- Estudio para la estructuración de un programa de aseguramiento y control de calidad (QA/QC) de los biocombustibles y sus mezclas con combustibles fósiles

Cabe resaltar que en lo corrido del periodo y ya finalizando 2012 se ha avanzado en el desarrollo de los estudios gracias a la cooperación internacional, la cual contribuye a desarrollar un marco sólido de información para la toma de decisiones de inversión en proyectos de energía sostenible y biocombustibles.

Así las cosas y de acuerdo con el Ministerio de Minas y Energía, el componente de cooperación técnica en biocombustibles es, entre otros, el siguiente:

- Evaluación ciclo de vida de la cadena de producción de biocombustibles. ***Consultor Consorcio CNPML-UPB-EMPA.*** Concluido en mayo de 2012.
- Estudio de exportaciones de biocombustibles***. Consultor Consorcio MRINumark-UNC***
- Estudio para la estructuración de un programa de (QA/QC) de los biocombustibles en Colombia***. Consultor Consorcio Icontec – Ecofys***
- Lineamientos operativos para la estrategia de energía sostenible y renovable. ***Consultor Consorcio MRI-Numark-UNC***

Investigación y Desarrollo

En Colombia y con el objeto de soportar técnicamente el desarrollo del Programa Nacional de Bio-

combustibles se han desarrollado, desde 2004, una serie de investigaciones y pruebas técnicas y de ruta que posibilitaron el arranque y aun permiten la consolidación del programa nacional.

Sin lugar a dudas, durante los primeros años de desarrollo de la política, las inversiones en Investigación y Desarrollo fueron mucho más considerables que las actuales. Sin embargo, los estudios que hoy en día se están llevando a cabo se encuentran liderados principalmente por la academia y de allí que podamos, entre muchos, mencionar los siguientes;

- Estudio y caracterización de la combustión de los biocombustibles producidos con biomasa autóctona con el fin de aumentar la ecoeficiencia en los sistemas energéticos en los sectores residencial e industrial con énfasis en las zonas no interconectadas de Colombia. Este es un Proyecto financiado por COLCIENCIAS para el periodo 2012-2015 y participan: CIDES-UIS Colombia, CIEMAT Madrid, España.
- "Creación y Fortalecimiento de una Red de Transferencia de Conocimiento y Tecnología entre Estados Unidos y Colombia mediante el Desarrollo de Procesos de Biorefinería para la obtención de Biocombustibles y Productos de Alto Valor Agregado a partir de Biomasa de Microalgas". Proyecto Internacional financiado por COLCIENCIAS 2012-2014 y participan:CIDES-UIS- Colombia, Texas A&M University - Estados Unidos.
- La Universidad Nacional de Medellín por su parte se encuentra desarrollando un trabajo para transformar las hojas, los tallos y hasta raíces residuales de la floricultura en un gas combustible

Cabe mencionar en este informe, los estudios técnicos y las pruebas de ruta que le dieron soporte al uso de biodiesel de palma en Colombia, un biocombustible que en el momento de inicio del Programa Nacional aun no era comercializado a nivel mundial, a diferencia del biodiesel de colza o de soya que ya tenían una experiencia de uso tanto en Europa como en Estados Unidos. En este sentido, se podría decir que el conocimiento y experiencia desarrollada en la producción, manejo y uso del biodiesel de palma fue netamente nacional.

Fueron en total tres pruebas, en tres etapas, que iniciaron en 2005 y que fueron financiadas, en su momento, por actores tanto públicos como privados pertenecientes a la cadena de biocombustibles. En 2011, estas pruebas completaron un total de dos millones de kilómetros recorridos con mezclas biodiesel de palma- diesel por las carreteras colombianas así:

- La primera prueba, realizada conjuntamente entre Cenipalma y el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) incluyó una caracterización fisicoquímica del biodiesel de palma como com-

bustible diesel y unas pruebas de desempeño en unos motores diesel instalados en el laboratorio de motores del ICP. Terminó en 2006 y permitió percibir, por primera vez, las bondades del biodiesel de palma.

- La segunda prueba culminó en 2008 y se realizó con 12 buses de Transmilenio[26] (SI99) que recorrieron en total 1.200.000 kilómetros con mezclas del 5%, 10%, 20%, 30% y 50%, a la altura de Bogotá[27]. Todas las mezclas mostraron un buen desempeño dando confiabilidad al programa nacional que iba a iniciar y en la actualidad la flota de Transmilenio opera con mezclas B7. Esta prueba fue financiada por Fedepalma, Cenipalma, Ecopetrol-ICP y SI99.
- La tercera prueba, que culminó en 2011, recorrió más de 900 mil kilómetros[28] con nueve camiones de carga Chevrolet NKR. Estos camiones que representan el 60% del total de camiones livianos que circulan en el país. Se analizaron mezclas hasta del 30% de biodiesel y su cumplimiento fue exitoso. Cabe mencionar que a esta iniciativa fue financiada por el Ministerio de Minas y Energía, Fedepalma, Cenipalma, Ecopetrol, y GM Colmotores. Se sumaron también como colaboradores Exxonmobil con el almacenamiento y distribución del combustible, Shell lubricantes con el análisis de los aceites, y la auditoría del proyecto estuvo a cargo de la Universidad de Antioquia.

2. CADENAS PRODUCTIVAS

Como se mencionó anteriormente, la producción de biocombustibles en Colombia tiene como eje central dos cultivos de gran tradición: el cultivo de caña de azúcar y el cultivo de palma de aceite. El primero, que cuenta con una historia de más de 100 años y se entiende como un clúster agroindustrial en la medida en que existe una concentración geográfica de compañías que pertenecen a la misma cadena agroindustrial aunque se encuentren en eslabones diferentes de la misma. Este complejo se encuentra ubicado en la región del valle del Cauca.

Por su parte, la cadena agroindustrial de la palma de aceite, con más de sesenta años en el país, se encuentra más dispersa a nivel regional pues las plantaciones están ubicadas en 17 departamentos y 108 municipios a lo largo de todo el territorio nacional.

Como caso particular, fueron los agricultores colombianos quienes decidieron dar un paso más allá

26 Sistema de transporte de pasajeros en Bogotá.

27 2.650 m sobre el nivel del mar y tiene una temperatura promedio en un rango entre los 10° y los 20° centígrados.

28 En la ruta Bogotá. Villavicencio-Sogamoso durante 18 meses.

en su cadena de valor realizando las inversiones necesarias para incursionar en esta nueva agroindustria, solo hasta ahora se comienza a percibir inversiones extranjeras en el sector o de otros nacionales, que aunque no son agricultores, se encuentran interesados en este nuevo mercado.

2.1. Etanol

La producción de alcohol carburante en Colombia comenzó en octubre de 2005, y hoy 7 años después, el país cuenta con mezclas etanol-gasolina del 8% en casi todo el territorio nacional.

El alcohol carburante en Colombia, como se mencionó, proviene principalmente del procesamiento de la caña de azúcar que se cultiva en el Valle Geográfico del Río Cauca. Allí se ubican trece ingenios azucareros y cinco destilerías de etanol, las cuales proveen al país de alcohol carburante. Existe una sexta destilería cuya materia prima es la yuca amarga y cuenta con una capacidad de 25.000 litros y su producción es bastante marginal frente al total.

La capacidad instalada total de producción inició con 1.050.000 litros por día y con unas inversiones de cerca de US$150 millones. Un quinquenio más tarde los productores de etanol de caña decidieron ampliar sus destilerías, con lo cual la capacidad de producción se incrementó a 1.275.000 litros por día.

Estas destilerías se alimentan de cerca de 370.000 toneladas anuales de azúcar crudo, las cuales pro-

CUADRO 3:
Plantas productora de alcohol carburante

No.	Región	Inversionista	Capacidad (L/Día)	Absorción Azúcar Crudo (t/Año)	Área Sembrada (ha)	Empleos Directos	Empleos Indirectos
1	Miranda, Cauca	Incauca	350.000	97.690	11.942	2.171	4.342
2	Palmira, Valle	Ingenio Providencia	300.000	65.126	9.287	1.688	3.376
3	Palmira, Valle	Manuelita	250.000	81.408	8.721	1.586	3.172
4	Candelaria, Valle	Mayagüez	250.000	48.845	6.587	1.198	2.396
5	La Virginia, Risaralda	Ingenio Risaralda	100.000	32.563	3.004	546	1.092
6	Canta Claro, Puerto López	GPC	25.000	41.000 *	1.200	240	480
TOTAL en Producción			1.275.000	366.632	40.741	7.429	14.858

*Fuente: Minminas 2012. *Toneladas de yuca amarga*

FIGURA 2:
Mezclas de alcohol carburante

Fuente: Minminas 2012

vienen de 40.000 hectáreas de un total de 216.700 sembradas.

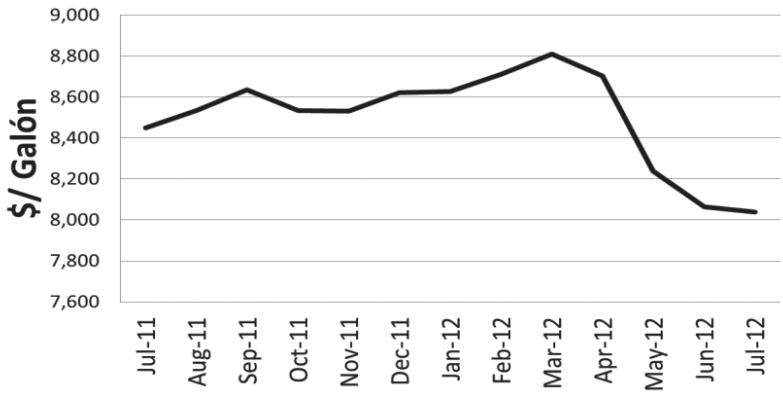
Contribuyen igualmente con la generación de 22 mil empleos entre directos e indirectos que dan subsistencia a cerca de 88 mil personas[29].

El 61% del etanol proviene de las plantas ubicadas en el departamento del Valle, 29% del Cauca y un 10% de Risaralda. Durante 2011, las cinco destilerías produjeron 337 millones de litros de alcohol carburante, 15,7% más que en 2010. Próximamente, se espera aumentar la capacidad de producción a 1.850.000 litros por día ya que entran otras destilerías[30] a este mercado, situación que le permitirá a la agroindustria incrementar sus mezclas hasta el E10.

29 En promedio una familia en el campo se compone de 4 personas.

30 Se encuentra en construcción de la destilería del ingenio Riopaila – Castilla; su capacidad de producción será de 400 mil litros por día, la de Bioenergy, en Puerto López, Meta y Agrifuels en Pivijai, en el Magdalena, por inversionistas israelíes. También existe un proyecto a partir de remolacha como materia prima.

GRÁFICO 4:
Precios del alcohol carburante



Fuente: Datos MME

Aún a pesar de que el estudio de EMPA[31], menciona la existencia de un potencial de expansión de cerca de 3.300.000 hectáreas que se encuentran en su mayoría en el piedemonte oriental, en el Meta y en el Caquetá, en los departamentos de Cesar, Córdoba y Magdalena; el sector azucarero, no espera un crecimiento significativo en el área sembrada con caña de azúcar.

La producción de alcohol acumulada a junio de 2012 fue de 167.316 millones de litros, lo que implica un aumento de 9,39% frente al mismo periodo de 2011. Por su parte las ventas durante el mismo periodo fueron de 175.161 millones de litros, lo que representó un crecimiento de 13,54% frente al mismo periodo de 2011

Los precios del etanol en Colombia son ligeramente superiores a los precios internacionales, razón por la cual en Marzo de 2012 el Ministerio de Minas y Energía realizó un ajuste a la formula de precios

Biomasa de caña

La cogeneración eléctrica en el sector cañicultor se hace a partir del bagazo de caña, subproducto que hace un par de décadas se consideraba como desecho. Anualmente, los ingenios en Colombia producen 6 millones de toneladas donde el 85% es utilizado como combustible para las calderas y un 15% en materia prima para la industria papelera.

En la región del Valle del Cauca, la capacidad de cogeneración eléctrica actual es de 1.290 MW entre térmicas e hidroeléctrica y no cubre la demanda total. De allí, que

31 "Ciclo de vida de la cadena de producción e biocombustibles en Colombia". 2012

exista una buena oportunidad para el sector azucarero de avanzar en sus proyectos de cogeneración. En la actualidad son 12 cogeneradoras de energía con una capacidad de cogeneración de cerca de 190 MW, de los cuales 53 MW son vendidos a la red eléctrica nacional. Teniendo en cuenta el potencial existente, el sector viene desarrollando 8 proyectos con los cuales busca aumentar su capacidad a 333MW y de ellos, 145 MW serán colocados en la red nacional.

Las inversiones realizadas por el sector en este frente superan los USD300 millones.

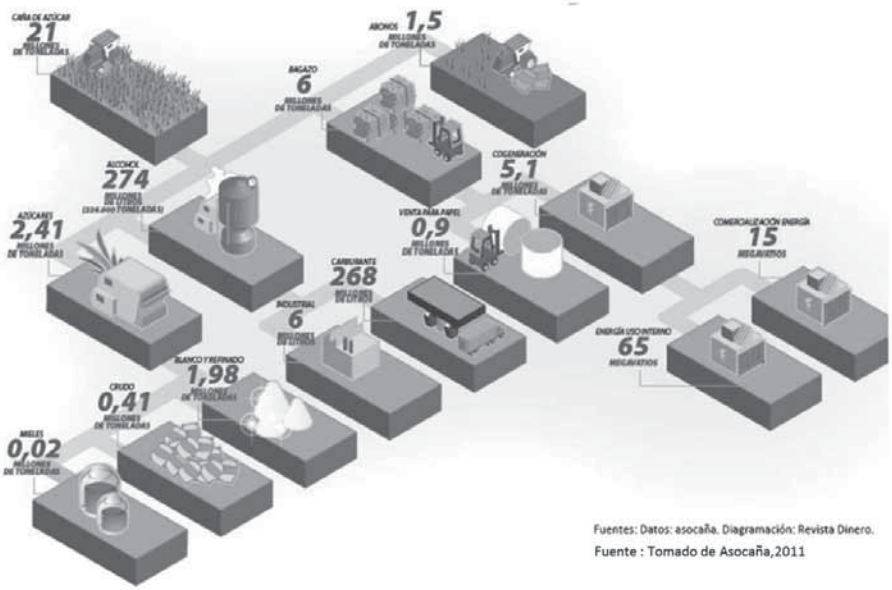
Cultivo de caña de azúcar

El azúcar en Colombia proviene principalmente de la caña de azúcar y, en su procesamiento se obtienen otros subproductos como son la miel virgen, el bagazo, la cachaza, la melaza y la miel final. La Cadena en su eslabón agroindustrial se divide en dos eslabones: el primario constituido por los productores de caña, y el Industrial por los procesadores de caña - ingenios azucareros- ; más adelante en la cadena se encuentran los procesadores de productos alimenticios o de biocombustibles, principalmente.

La producción de azúcar sumó, en 2011, 2,3 millones de toneladas registrando un aumento del 12,6% frente al año inmediatamente anterior.

FIGURA 3:

Etapas y productos de la cadena productiva del azúcar, 2010



Fuente: Datos: Asocaña. Diagramación: Revista Dinero.
Fuente: Tomado de Asocaña, 2011

Colombia goza de un rendimiento promedio de 14,6 toneladas de azúcar por hectárea por año y su productividad promedio anual está alrededor de 120 ton caña/ha en el norte del Valle del Cauca, 127 t caña/ha en el centro y 105 t caña/ha en el sur. Estas altas productividades son consecuencia de las condiciones agroclimáticas de la región que permiten cosecha y molienda todos los días del año, diferenciando este cultivo de otras regiones e incluso de otros productores internacionales de caña que cuentan con producción estacional o zafra.

Dada las restricciones en la oferta de tierras en la región del Valle, el crecimiento del sector se proyecta a través del incremento en los rendimientos y es justamente por esta razón, que en la última década no se ha registrado un importante aumento en nuevas áreas sembradas. De hecho en 2002, el área sembrada era de 205 mil hectáreas mientras que para 2012, se ubica en 224 mil. De estas, un 75% es propiedad de más de 2500 proveedores de caña y tan solo un 25% es propiedad de los ingenios; el área promedio por cultivador es de 62 hectáreas.

Anualmente se producen entre 21 y 23 millones de toneladas de caña de azúcar; que se traducen en unas ventas de azúcar de cerca de 2,3 millones de toneladas al año; y mientras el mercado doméstico absorbe 1,6 millones, el saldo se comercializa internacionalmente, siendo Colombia el noveno país exportador de azúcar.

De acuerdo con un estudio realizado por Fedesarrollo, el sector emplea 188.533 trabajadores directos e indirectos en la cadena productiva lo que significa que 755.000 personas derivan su sustento de esta actividad. De otra parte, y dentro del marco de las alianzas público-privadas, el sector ha desarrollado, entre otros, programas con las familias de los corteros de caña alcanzando una cobertura en el año 2011 de 8.211 familias en el programa denominado “Familias con Bienestar”. Igualmente, en el mismo año se atendieron 12.591 estudiantes de básica primaria, educación media, secundaria.

Durante el primer semestre de 2012, la producción de caña de azúcar fue de cerca de 2 millones de toneladas, representando un aumento del 5,36% frente a mismo periodo del año anterior. Por su parte, el volumen acumulado de caña molida fue un poco más de 10 millones de toneladas, mientras que la producción de azúcar acumulada durante el año fue de 1.050.000 de toneladas.

Los precios de los principales commodities en el mundo, y en particular el precio del azúcar, aumentaron de forma significativa entre enero de 2007 y marzo de 2012. El azúcar crudo, en 2011, (Bolsa de Nueva York) tuvo un precio promedio anual internacional de 27 centavos de dólar la libra, el más alto desde 1980. Colombia aunque tiene un rol

activo en el mercado internacional por la colocación de su azúcar no llega a ser un formador de precios, razón por la cual es un país tomador de precios internacionales

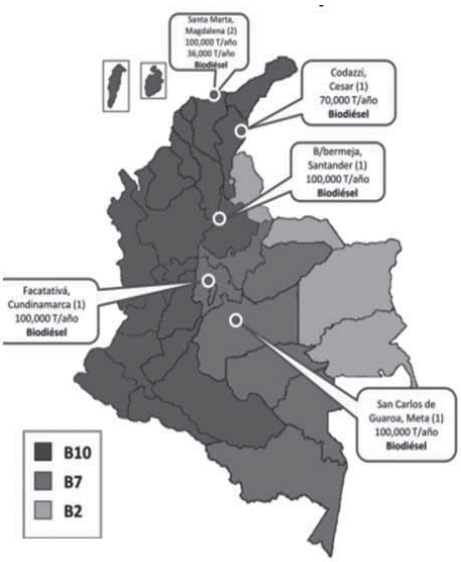
El sector azucarero ha venido trabajando desde diversos frentes hacia el desarrollo sostenible, no en vano ha venido realizando un programa de conservación de cuencas hidrográficas, del cual se benefician más de un millón de habitantes del valle geográfico del río Cauca. Son catorce cuencas hidrográficas en tres de los cinco departamentos del suroccidente colombiano, donde se desarrolla la actividad azucarera. Dichos proyectos han beneficiado a 428 familias y logrado la reforestación y protección de 3.225 hectáreas en el 2011.

También incorporó los principios de sostenibilidad del Pacto Global de las Naciones Unidas y en representación de los Ingenios Azucareros y Cultivadores afiliados; Asocaña adhirió a Bonsucro-Better Sugarcane Initiative.

2.2. Biodiesel

La producción de biodiesel de palma en Colombia comenzó en Enero de 2008, y hoy cerca de 5 años después, el país se encuentra consolidando su mezcla del 10% biodiesel-diesel en todo el país. El biodiesel en Colombia proviene del aceite crudo de palma que se produce en 7 plantas productoras que

FIGURA 4:
Plantas de biodiesel y niveles de mezcla



Fuente: Fedebiocombustibles 2012.

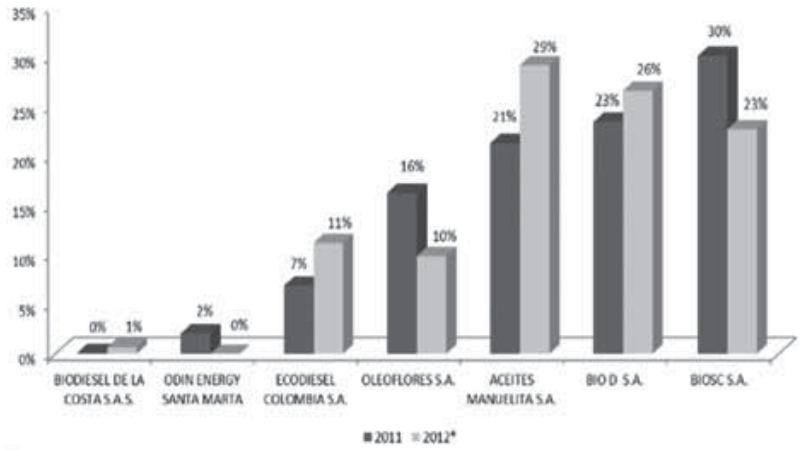
son alimentadas por un poco más del 80% de las plantas de beneficio existentes en el país.

Son siete las plantas productores de biodiesel que han sido montadas y solo dos las que no están integradas con el sector agrícola; la oferta de estas últimas al mercado nacional es bastante intermitente. En total suman una capacidad instalada de un poco más de 500.000 toneladas e involucran en su producción alrededor de 110.000 hectáreas en palma de aceite de las 427.000 sembradas en 2011. Generan con su actividad cerca de 70.000 empleos entre directos e indirectos.

No todas las plantas productoras de biodiesel tienen la misma participación en el mercado local, y a diferencia de las plantas de etanol, estas se encuentran dispersas a lo largo del territorio nacional. Es así como Ecodiesel, por ejemplo, se encuentra ubicada en el complejo petrolero de Barrancabermeja, BioD cerca a los distribuidores mayoristas en Facatativá y tanto Manuelita como Bio SC y Oleoflores cerca a la fuente de la materia prima, en sus respectivas zonas palmeras.

Así las cosas, en la Costa Atlántica se encuentran BioSC que lideró las ventas locales en 2011 con un 30% y Oleoflores que ocupó el quinto lugar, pero que se caracteriza por haber sido la primera planta en entrar en producción en 2008. Le siguen en participación Aceites Manuelita S.A y BioD S.A con un 29% y 26% respectivamente y Ecodiesel con un 11% del total de la producción proyectada para 2012. Cabe señalar que esta última tiene como uno de sus principales accionistas a Ecopetrol que es la petrolera nacional.

GRÁFICO 5:
Plantas productoras de biodiesel

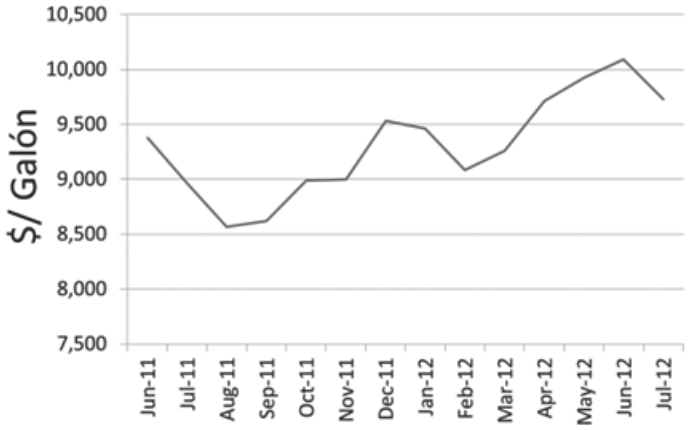


Fuente: Minminas 2012

Durante el 2011, la producción total de biodiesel de palma en el país sumó 440 mil toneladas, 33% que el año inmediatamente anterior. A junio de 2012, la acumulada sumaba 233.420 toneladas, es decir un incremento del 11%, frente al mismo mes de 2011.

Con relación a los precios del biodiesel, ellos se han visto influenciados principalmente por la volatilidad de los precios internacionales de los aceites y de la tasa de cambio a nivel nacional.

GRÁFICO 6:
Precio biodiesel de palma



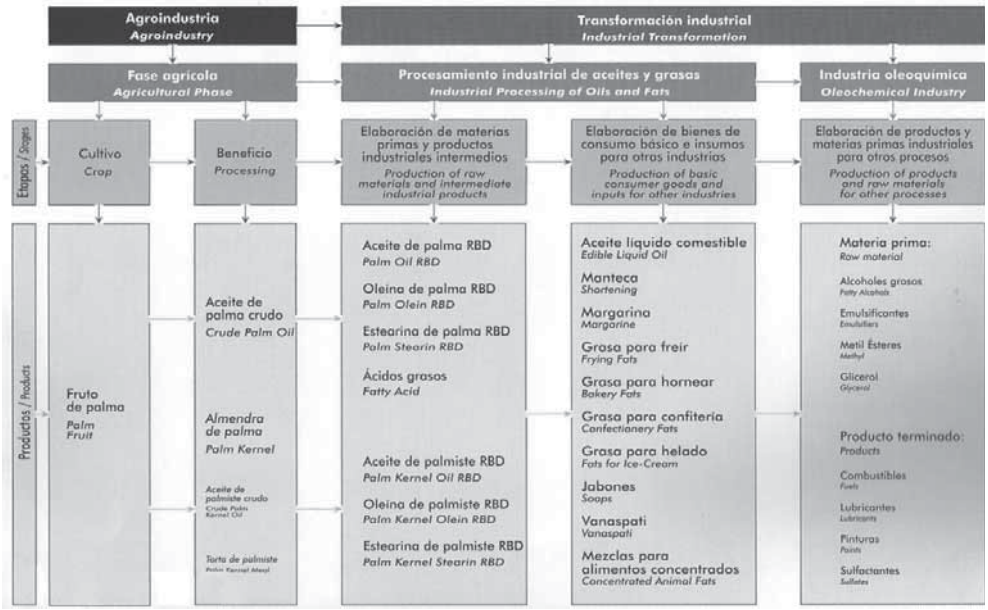
Fuente: Datos MME

Biomasa de palma

La cogeneración eléctrica a partir de biomasa de palma no ha avanzado al mismo nivel de la cogeneración a partir del bagazo de la caña de azúcar. Sin embargo, el país es consciente del gran potencial que tiene. En 2011, la producción de Racimo de Fruto Fresco sumó 4.5 millones de toneladas y los cálculos de la agremiación palmera indican que durante el proceso de beneficio del fruto se generan tres tipos de biomasa: Tusas, Fibras y Cuesco a razones de 22%, 12%, y 4% respectivamente sobre el peso total del racimo. Aunque las plantas extractoras en su inmensa mayoría aun no cuentan con sistemas de cogeneración, si consumen la fibra y parte del cuesco para generar el vapor requerido en el proceso.

Otra forma de cogeneración es la que ofrece el proyecto sombrilla MDL ya mencionado arriba. Por un lado, este proyecto busca capturar

FIGURA 5:
Etapas y productos de la cadena productiva de la palma de aceite



Fuente: Fedepalma

y mitigar el metano de aguas residuales, para en su segunda etapa cogenerar y vender a la red eléctrica un potencial de 250 MW. El proceso de transformación del gas metano en biogás produciría entre seis y siete veces más energía que la utilizada por el sector palmero.

Cultivo de palma de aceite

Colombia es el primer productor de América de aceite de palma y el cuarto del mundo. El aceite de palma y sus subproductos participan con un 6,7% del PIB de cultivos permanentes; 4% del PIB agrícola y con 2,1% del PIB Agropecuario, y se constituyen como materias primas fundamentales en la industria de alimentos, aseo y biocombustibles. En su eslabón agrícola contribuye con un poco más del 93% de la producción nacional de aceites.

Al igual que la caña de azúcar, la palma cuenta en su etapa agroindustrial con dos eslabones: uno primario que corresponde al cultivo y recolección de los racimos de fruta fresca los cuales una vez cosechados se entregan a la planta de beneficio donde comienza el segundo eslabón- el industrial- y el de la extracción de aceites crudos de palma y de palmiste. Estos últimos sirven de materia prima para diversos procesos industriales.

Son 427 mil hectáreas las sembradas con palma de aceite, locali-

zadas en cuatro zonas palmeras[32] donde la Oriental, la Norte, la Central y la Sur- occidental participan con el 39%, 30%, 28% y el 2%, respectivamente del total sembrado. Con un 65% del área en producción, el volumen de aceite crudo de palma producido en 2011 fue de 941.000 toneladas, 25% más que el año inmediatamente anterior. El rendimiento anual fue de 3.57 toneladas de aceite por hectárea con una productividad de 17 toneladas de racimo de fruta fresca por hectárea.

Del total de aceite producido un 6% tuvo como destino la exportación, mientras que el biodiesel se convirtió en su principal mercado local.

De acuerdo con Fedepalma, cerca del 18% de la producción se encuentra en productores con predios entre 1-20 hectáreas; el 13% tienen propiedades de 20-200 hectáreas y el 67% cuentan con más de 200 hectáreas. En la última década el crecimiento de la agroindustria de la palma de aceite se ha basado en un modelo inclusivo de alianzas productivas estratégicas en las que han participado más de siete mil pequeños campesinos.

El sector palmero emplea más de 120.000 trabajadores entre directos e indirectos, lo que significa unas 480.000 personas en el campo que derivan su sustento de esta actividad. De acuerdo con un informe de Fedesarrollo, estos trabajadores reciben un salario promedio 20% más alto que otros sectores agropecuarios.

La tendencia al alza en los precios internacionales de los aceites vegetales se mantuvo y al ser Colombia tomador de precios, esto se reflejó en el precio nacional el cual alcanzó a ubicarse en un promedio de 2.1 millones de pesos por tonelada de aceite crudo, 21% mas alto que en 2010. Esta tendencia continúo en el primer trimestre de 2012, principalmente por un deterioro en la producción internacional de los principales aceites.

Colombia no fue ajena a esta tendencia de reducción en sus inventarios, toda vez que la producción cayó frente al mismo periodo del año anterior en cerca de un 5%. Las ventas internas en el primer trimestre sumaron 220 mil toneladas mostrando un crecimiento del 11% frente a 2011, resultado de una mayor demanda de la industria del biodiesel la cual se ubicó en 116 mil toneladas, 21mil más que el año pasado.

El sector palmero también se encuentra comprometido con el desarrollo sostenible y de allí que Fedepalma sea miembro de la Mesa Redonda de Aceite de Palma sostenible (RSPO por sus siglas en inglés). Desde la perspectiva ambiental se encuentra, también iniciando

32 Zona Norte: Antioquia, Chocó, Magdalena, Norte del Cesar, Atlántico, Guajira, Norte de Bolívar, Córdoba, y Sucre; Zona Central: Cundinamarca, Santander, Norte de Santander, Sur del Cesar, Sur de Bolívar; Zona Oriental: Meta, Cundinamarca, Casanare; Zona Sur-Occidental: Caquetá, Cauca, y Nariño

un proyecto de conservación de los ecosistemas palmeros.

3. CONCLUSIÓN

Después de una década de haber iniciado, el Programa Nacional de Biocombustibles se encuentra en su etapa de consolidación, nivelando sus mezclas en porcentajes del 10% tanto para el etanol como para el biodiesel en todo el territorio nacional. Tal vez es por esta razón que no se ven grandes cambios o avances en la normativa como tampoco en los recursos invertidos para investigación en el último año.

A destacar, las posibilidades que en el mercado internacional pueden existir para los biocombustibles colombianos principalmente por las negociaciones realizadas en los Tratados de Libre Comercio principalmente con Estados Unidos y Europa y dados los resultados obtenidos en el estudio de Ciclo de Vida realizado por EMPA, los cuales sin lugar a dudas favorecen los biocombustibles nacionales frente a la normativa internacional de reducción de emisiones.

La coyuntura actual del país en cuanto a su autosuficiencia energética es bastante diferente a la de hace una década cuando se vislumbraba una potencial escasez de petróleo en el país. De hecho este año, Ecopetrol ha registrado cifras records en su producción de petróleo y el promedio diario del primer trimestre se ubicó en 682.200 bped[33], mientras que en 2011 las reservas se incrementaron en cerca de un 10%. Esto sin lugar a dudas, genera una menor presión en el momento de incrementar los niveles de mezclas de biocombustibles, y aunque el gobierno ha manifestado su interés en aumentar las mismas aun no ha dado unas señales claras y contundentes al respecto.

A pesar de lo anterior, los biocombustibles continúan siendo una opción real de estabilidad en el campo y una forma de incorporar a los pequeños productores en las cadenas de valor de estas industrias; más aun si se tiene en cuenta la política integral de tierras del actual gobierno que lo que busca por un lado es restituir la tierra a campesinos victimas de la violencia y mediante procesos productivos fomentar el desarrollo rural e impulsar la "locomotora agropecuaria". De hecho, el gobierno nacional plantea el acompañamiento y seguimiento a programas productivos asociativos que generen valor al campo colombiano y pensar en cultivos energéticos que no solo posibiliten su uso en alimentos sino también en bioenergia, seria una estrategia de desarrollo importante.

4. BIBLIOGRAFÍA

Asocaña. (2012). Informe Anual 2011-2012. Cali: Asocaña.

33 Barriles de petróleo equivalente por día

CEPAL. (2011). Estudio regional sobre economía de los biocombustibles 2010: temas claves para los países de America Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL.

Diario El País. (2009). Decreto que aumenta el uso de etanol prendió polémica. Diario El País.

Diario Portafolio. (2011). Palmeros se consolidan en negocio de energía. Diario Portafolio.

EMPA. (2012). Evaluación del ciclo de vida de la cadena de biocombustibles en Colombia. Bogotá: Minminas.

Fedebiocombustibles. (2012). Cifras informativas del sector bicombustibles: etanol de caña de azucar. Bogotá: Fedebiocombustibles.

Fedebiocombustibles. (2012). Cifras informativas del sector biocombustibles : biodiesel de palma de aceite. Bogotá: Fedebiocombustibles.

Fedepalma. (2011). Anuario Estadístico. Bogotá: Fedepalma.

Fedepalma. (2012). Mini anuario estadístico . Bogotá: Fedepalma.

Fedesarrollo. (2011). Caracterización del empleo en el sector palmero colombiano. Bogotá: Fedesarrollo.

IAvH. (2008). Evaluación ambiental estratégica de poíiticas, planes y programas de biocombustibles en Colombia. Bogotá: MAVDT.

Kafarov, V. (2012). Cooperación Internacional: las lecciones aprendidas. Bucaramanga: UIS.

Ortiz, J. A. (2012). Sector Biocombustibles en Colombia. Bogotá: Minminas.

Proexport (2012). Sector de Biocombustibles en Colombia. Bogotá. Proexport

Revista Dinero. (2009). Palmeros sacan provecho de cambio climatico. Bogotá: Dinero.

UPME. (2010). Programa de uso racional y Eficiente de Energía y Fuentes no convencionales - PROURE. Bogotá: UPME.

USAID. (2011). Componente agronegocios -Programa Midas-. Bogotá: Acción Social-USAID.

Vera, J. C. (2011). Politica pública y perspectivas de los biocombustibles en el actual gobierno. Bogotá: Minminas.

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA Bioenergia EN COSTA RICA

Autor: Dennis Loría

1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS

Este informe busca describir la situación actual de la bioenergia y la producción de los biocombustibles en Costa Rica. Ha sido desarrollo con el apoyo de las principales instituciones y programas relacionados con el sector de la energía, mediante la recopilación de publicaciones, documentos y comunicaciones personales con actores involucrados con el tema.

Debe quedar claro que la energía es un bien fundamental para el desarrollo económico y social, por tal razón, disponer de ella de forma oportuna y accesible, es determinante para garantizar el desarrollo sostenible.

Mediante el análisis de la situación energética nacional, pone en evidencia el fuerte crecimiento del consumo de energía, la alta dependencia de los combustibles fósiles y la necesidad de actuar sobre la demanda, para lograr un consumo más racional y eficiente en todos los sectores de la economía nacional. Además de esto, el Sector Energía deberá enfrentar en el futuro dos retos críticos: el cambio climático y el agotamiento del petróleo.

La producción de biocombustibles debe promover una discusión, en los campos económico, social, ambiental, institucional y político. Los altos e inestables precios del petróleo hacen que los países que no son autosuficientes en el suministro de combustibles fósiles inviertan parte de sus divisas en la importación de hidrocarburos.

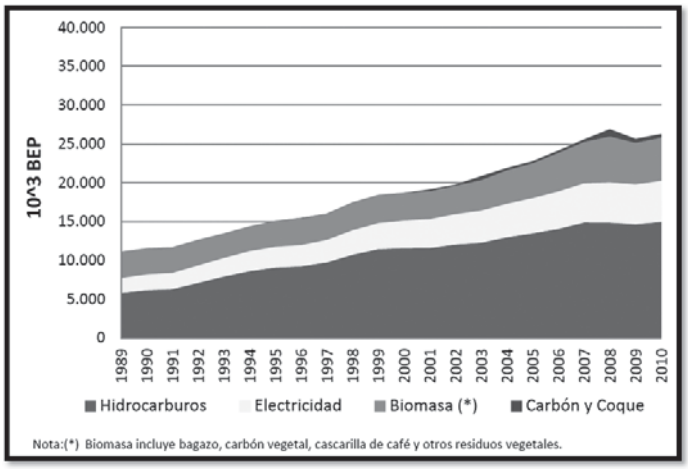
En el ámbito social, se debe de diversificar las fuentes de energía para generar recursos locales e incentivar la generación de empleos. En el aspecto ambiental, los biocombustibles parecen ser menos contaminantes y tienen menor impacto sobre el cambio climático que los combustibles fósiles.

El sector agropecuario costarricense tiene un gran potencial como proveedor de materia prima para la generación de energía. Basta mencionar la producción de combustibles sólidos (leña, carbón vegetal y residuos de procesos agroindustriales), gaseosos (biogás) y líquidos (etanol y biodiesel).

1.1. Comportamiento del consumo de energía

Según el VI Plan de Energía 2012-2030, desarrollado por la Dirección Sectorial de Energía, Costa Rica es un país rico en recursos naturales renovables que podrían utilizarse con fines energéticos; sin embargo, basa su desarrollo en el uso de los derivados del petróleo. El consumo de energía comercial se incrementa continuamente triplicándose entre 1980 y 2010 (ver Gráfico 1). El consumo de electricidad aumentó 4,2 veces, impulsado por un alto grado de electrificación que colo-

GRÁFICO 1:
Costa Rica: Evolución del consumo de energía comercial



Fuente: Dirección Sectorial de Energía

ca al país entre los primeros a nivel mundial y el incremento del consumo de los sectores residencial e industrial. El consumo de derivados de petróleo se incrementó 2,9 veces, debido fundamentalmente al aumento del parque automotor movido por gasolina y diesel.

El crecimiento promedio del consumo de hidrocarburos en los últimos 20 años fue del 4,7% anual y el de la electricidad del 5,3% anual. Con estas tasas de crecimiento, la demanda de electricidad se duplicará en 13 años y la de hidrocarburos en 15 años.

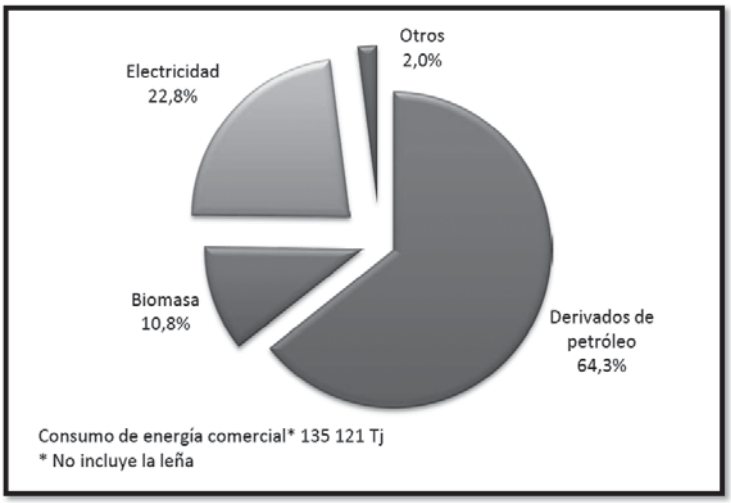
La dependencia petrolera ha aumentado hasta alcanzar, en el 2010, el 64,3% del consumo de energía comercial; la electricidad atiende el 22,8% de la demanda, la biomasa 10,8% y 2% otros productos (ver Gráfico 2).

El Gráfico 3, muestra el comportamiento del consumo de energía comercial para el 2010. Queda claro que el sector transporte es el responsable de la mayor parte del consumo (52,1%), seguido por los sectores industrial (25,2%) y residencial (10,5%). Estos tres sectores absorben el 87,8% de la energía consumida en el país.

El sector transporte no sólo es el mayor demandante de energía, sino uno de los mayores responsables del aumento sostenido de la demanda. La flotilla vehicular se incrementó en forma acelerada pasando de 507 000 vehículos en 1997 a 1 383 000 en el 2010 (ver Gráfico 4).

GRÁFICO 2:

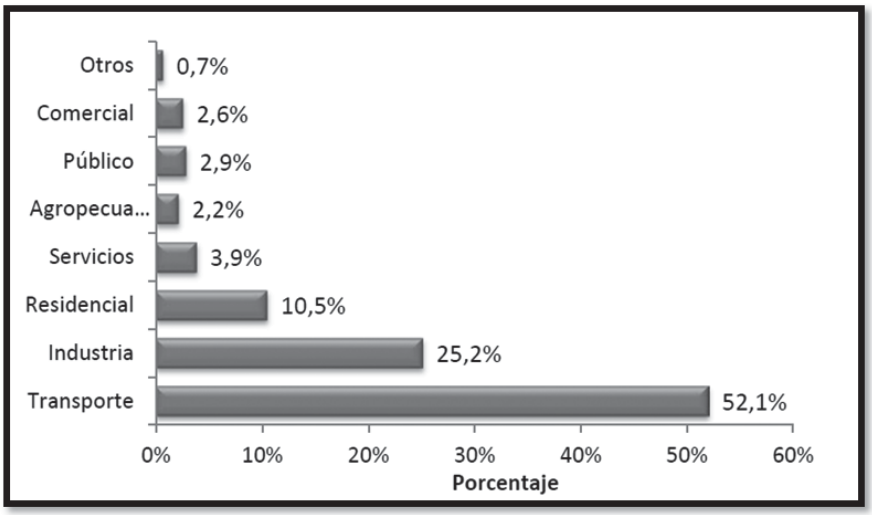
Costa Rica: Estructura del consumo final de energía comercial según fuente, Año 2010



Fuente: Dirección Sectorial de Energía.

GRÁFICO 3:

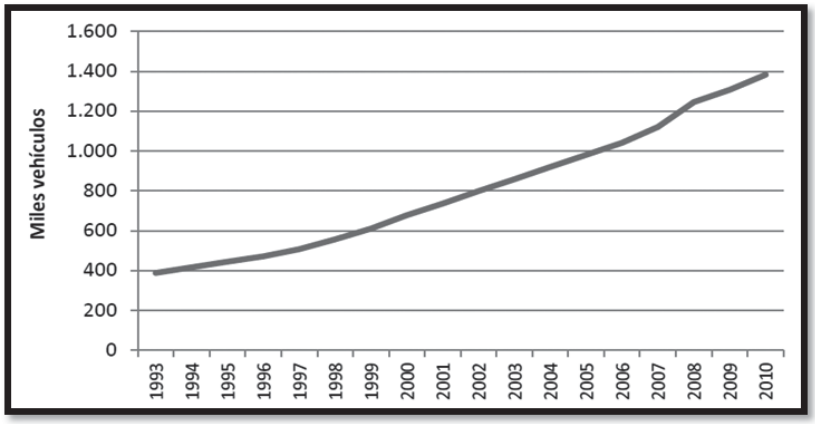
Costa Rica: Consumo de energía comercial según sector (Año 2010)



Fuente: Dirección Sectorial de Energía. Balance Nacional de Energía 2010.

GRÁFICO 4:

Costa Rica: Evolución del parque automotor en circulación de 1993 al 2010

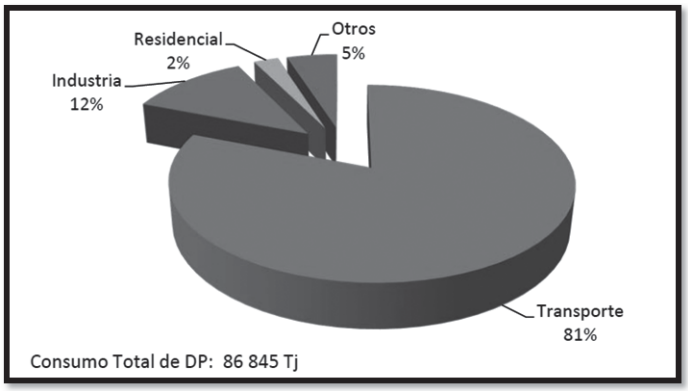


Fuente: Dirección Sectorial de Energía.

En lo que respecta a los combustibles derivados del petróleo, en el 2010, las ventas de diesel representaron el 42% del total, mientras las gasolinas alcanzaron el 35%. Ambos productos suman más de las dos terceras partes del mercado. A nivel de sectores de consumo, el sector transporte absorbió el 81% de los combustibles y el sector industrial 12%, como puede verse en el Gráfico 5.

GRÁFICO 5:

Costa Rica: Consumo de derivados de petróleo por sectores. Año 2010



Fuente: Dirección Sectorial de Energía. Balance Nacional de Energía 2010.

La alta participación del sector transporte en el consumo de derivados de petróleo es el resultado de su total dependencia de los combustibles fósiles. Todo el transporte nacional, tanto público como particular, hace uso de combustibles fósiles, con el agravante que el comportamiento del parque automotor muestra una tendencia creciente, lo que presiona aún más sobre el consumo de combustibles.

1.2. Comportamiento de la oferta de energía

Costa Rica posee gran cantidad de recursos naturales que pueden ser utilizados con fines energéticos, en especial renovables, los cuales son poco explotados, dejando un amplio potencial disponible, tal como puede verse en el Cuadro 1.

CUADRO 1:
Costa Rica: Potencial de Recursos Energéticos Comerciales

Fuente	Potencial Teórico	Identificado	Grado de utilización
Hidroeléctrico	25.500 MW	6.633 MW	21%
Geotérmico	865 MW	257 MW	64%
Eólico	600 MW	274 MW	35%
Solar	10.000 MW	0,14 MW	mínimo
Residuo Vegetal		7.953 X 103 Tm	13%
Bagazo de caña		1 290 X 103 Tm	96%
Leña	25.000 X 103 Tm	783 X 103 Tm	98%
Biogás	9.981 TJ	5 206 TJ	1%
Alcohol	32.556 X 106 lt	115 X 106 lt	0%
Biodiesel	22.851 X 106 lt	176 X 106 lt	mínimo
Carbón Mineral	27X106 TM		0%
Petróleo (*)	91,7-2.910X106 bbl		0%

Fuente: ICE, Plan de expansión 2008

En el Cuadro 2, se presenta el potencial energético bruto, que corresponde al que teóricamente se puede aprovechar y el potencial real que técnica y ambientalmente podría explotarse para la generación de electricidad. Se observa también, la capacidad instalada de generación por tipo de planta y el potencial remanente, que ac-

tualmente asciende a 5 458 MW, de los cuales el 94% corresponde a proyectos hidroeléctricos.

El desarrollo de las fuentes renovables de energía que dispone el país (solar, eólica, hidroeléctrica, geotermia, biomasa), es una opción que no se ha impulsado plenamente, a excepción de la energía hidroeléctrica, geotérmica y eólica que se utilizan para generar electricidad. En estas tres últimas fuentes de energía, las empresas del sector, han realizado una excelente labor, adicionalmente a su labor para llevar el servicio eléctrico al 99% de la población.

Los recursos biomásicos (leña, residuos vegetales, biogás) encierran un gran potencial energético bruto.

CUADRO 2:

Potencial energético de Costa Rica para generar electricidad

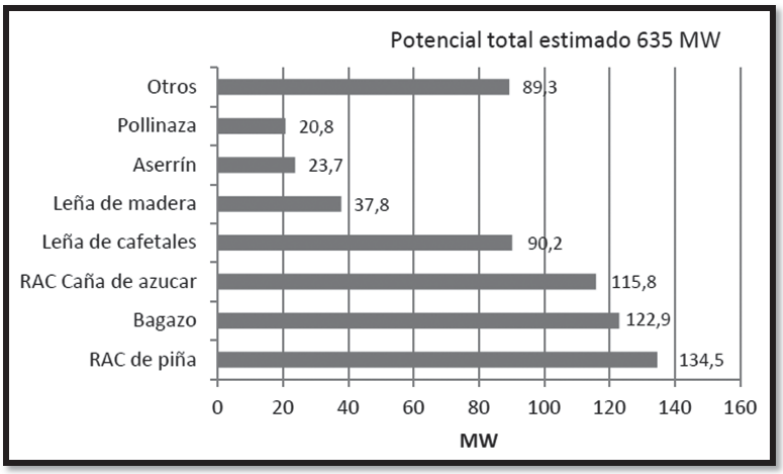
Fuente	Bruto	Total **Real**	Capacidad **Instalada**	Remanente **Total Real**	% Instalado **del Total Real**
Hidroeléctrico	25 500	6 650	1 554,1	5 096	23,30%
Geotérmico	865	260	164,7	95	63,3
Eólico	600	270	120,8	149	44,7
Biomasa	635	95	43,9	51	46,2
Total	27 600	7 275	1 883,5	5 391	25,9

Fuente: ICE

El Gráfico 6, indica un potencial energético bruto para la biomasa de 635 MW; sin embargo, estudios más recientes, estiman el potencial en 127 MW, considerando aspectos de tecnologías de generación eléctrica.

La posibilidad de producir biocombustibles, principalmente bioetanol y biodiesel, constituye una opción para el abastecimiento de energía. El país cuenta con el recurso agrícola básico para la producción de etanol, a partir de caña de azúcar, yuca industrial y sorgo. Se cuenta además, con la posibilidad de producir biodiesel a partir de palma africana, tempate ("Jatropha") y la higuerilla. Aunque existen limitaciones para la sustitución de los derivados de petróleo, los biocombustibles líquidos pueden contribuir a reducir la dependencia del petróleo y su impacto en la balanza comercial y estimular la agricultura en zonas económicamente deprimidas, produciendo impactos socia-

GRÁFICO 6:
Costa Rica: Capacidad de generación eléctrica por tipo de biomasa



RAC: Residuos agrícolas en el campo
Fuente: Dirección Sectorial de Energía. Encuesta de oferta y consumo de biomasa.

les y ambientales positivos, particularmente en las zonas rurales.

Producción nacional de energía

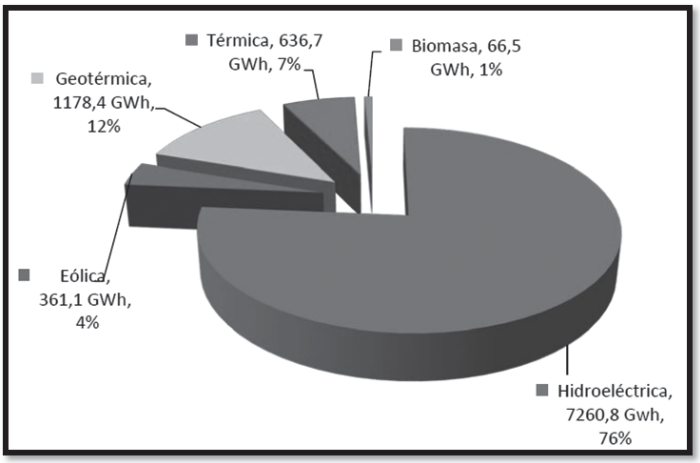
Para la producción de la energía eléctrica, el país se apoya fundamentalmente en tres fuentes autóctonas renovables: recursos hídricos, geotermia y viento, lo que genera las mejores tarifas eléctricas en la región centroamericana, mayor independencia energética y menor impacto ambiental, aspectos que se han convertido en beneficios tangibles para el país. El Gráfico 7, muestra las fuentes utilizadas para la producción de electricidad en el 2010.

1.3. Política energética nacional

Visión del Sector Energía

Al 2030 Costa Rica dispondrá de un suministro energético confiable y en armonía con la naturaleza, enfatizando en fuentes renovables autóctonas, haciendo un uso eficiente de los recursos en la oferta y como en la demanda, promoviendo el desarrollo de la infraestructura necesaria, la constante investigación e innovación de las instituciones y empresas así como la más alta productividad del capital humano del sector.

GRÁFICO 7:
Generación eléctrica por tipo de fuente, Año 2010



Fuente: ICE

Objetivo General

Asegurar el abastecimiento y uso de la energía en la cantidad, calidad y diversidad de fuentes, compatibles con el desarrollo sostenible de la sociedad costarricense.

Objetivos específicos

- Desarrollar racionalmente el potencial energético nacional, produciendo energía limpia en forma sostenible y amigable con el ambiente y la salud humana.
- Aumentar la competitividad del sector energético mediante la mejora en la eficiencia, calidad y seguridad de suministro.
- Reducir la dependencia del petróleo importado.
- Sustituir los combustibles fósiles importados por energéticos nacionales: alcohol, biodiesel, energía hidroeléctrica, geotermia, biomasa, eólica y solar.
- Implantar mecanismos para mejorar la eficiencia energética del transporte, tanto público como privado.
- Promover el uso de tecnologías eficientes para contribuir en la desaceleración del crecimiento de emisiones de gases efecto invernadero, contribuyendo a la carbono neutralidad.
- Racionalizar y utilizar eficientemente la energía en sus distintas formas, incluyendo el desarrollo de esquemas de generación distribuida de electricidad.
- Modernizar y fortalecer el marco legal e institucional del sector energético que permita el establecimiento de reglas claras para los actores del sector y re-

orientar las instituciones del sector energía para hacerlas más competitivas.

- Aprovechar los beneficios de la integración energética, apoyando proyectos energéticos de índole regional, forjados a partir de alianzas entre las empresas del sector, acuerdos de carácter internacional y convirtiendo al país en uno de los potenciales líderes de este proceso.
- Establecer una política de precios que refleje los costos reales del bien o servicio energético, otorgando un rédito para el desarrollo adecuado, fomentando las inversiones y definiendo tarifas competitivas.
- Promover mecanismos financieros para la sostenibilidad de la operación y desarrollo del sector energía según los requerimientos del país.
- Promover el desarrollo del capital humano vinculado al sector para fomentar una economía basada en el conocimiento con responsabilidad social, ambiental y económica.

Políticas y estrategias

La política energética nacional, se plasma en el VI Plan Nacional de Energía 2011-2030, que tiene como propósito asegurar, en forma responsable el desarrollo energético del país, procurando un abastecimiento con energías limpias, sostenibles y amigables con el ambiente y la salud humana, lo cual ofrece a todos la oportunidad de mejorar las condiciones de vida.

Para cumplir con los objetivos propuestos, se establecen políticas y estrategias. Para cada una de ellas, se detallan las metas, acciones generales, ejecutor, instrumentos necesarios y los actores involucrados.

Políticas para la oferta energética

Esta política tiene como propósito asegurar el abastecimiento energético del país y reducir la vulnerabilidad externa, fomentando el uso de las diversas fuentes de energías renovables y alternas de origen nacional. Este proceso se apoyará en la participación de las empresas públicas y privadas, a fin de efectuar inversiones competitivas, innovadoras, económicas, ambientalmente sostenibles y socialmente viables, para satisfacer las necesidades de los consumidores y mejorar la calidad de vida y oportunidades económicas de los ciudadanos.

La oferta energética deberá ser sostenible y para ello se generarán mercados donde se complementen las organizaciones públicas y privadas para desarrollar proyectos y ampliar y mejorar la infraestructura energética con prevención, mitigación y compensación para minimizar afectaciones ambientales y así satisfacer la demanda nacional, utilizando fuentes limpias de energía, con mayor eficiencia energética y menores costos.

Diversificación de las fuentes de energías renovables y alternativas

La estrategia procurará que el suministro de energía sea en forma económica y oportuna, para ello, buscará diversificar la oferta energética, promoviendo la investigación, tecnología y desarrollo de las fuentes de energía renovable y alternas, propiciando una mayor sostenibilidad ambiental y financiera, que coadyuve a reducir la dependencia externa y aumentar el desarrollo económico nacional y local fomentando el desarrollo de encadenamientos entre la actividad energética y el sector productivo que generen inversión y empleo en zonas de menor desarrollo relativo, así como en sectores como el de construcción, industrial, turismo, ingeniería, mantenimiento de equipos, laboratorios, universidades, proveedores locales, entre otros, a efecto de facilitar un impacto positivo de las energías alternas en la economía nacional.

Las líneas de acción de esta estrategia son las siguientes:

CUADRO 3:

Líneas de acción para el Subsector Hidrocarburos

Líneas de acción	Metas	Actividades	Responsable
Introducir progresivamente los biocombustibles en el mercado nacional, para consolidar el uso a nivel nacional, sin competir con la producción de alimentos.	Llegar a mezclas de hasta un 8% para el Etanol y un 5% para el Biodiesel, al 2030	Sustituir en forma progresiva los combustibles fósiles importados, por otras fuentes de energía renovable de origen nacional.	RECOPE-MINAET
		Preparar la infraestructura necesaria y garantizar las condiciones requeridas en las estaciones de servicio	
Identificar nuevas opciones para la sustitución de combustibles derivados del petróleo	Determinar la viabilidad de introducir el gas natural como sustituto de los derivados del petróleo.	Elaborar un estudio de prefactibilidad del gas natural	RECOPE
	Determinar la viabilidad de desarrollo de la tecnología del hidrógeno y plasma.	Elaborar un estudio de prefactibilidad sobre tecnologías del hidrógeno y plasma	RECOPE

1.4. Descripción de fuentes de energía renovables

Se ha avanzado en el país en el campo de inventariar muchas de las fuentes energéticas renovables o alternativas, sin embargo, aún queda mucho por hacer dada la variedad y dispersión de las mismas. Según el "V Plan Nacional de Energia de Costa Rica", A continuación se hace una breve descripción del estado del arte en este campo.

Biomasa

La biomasa presenta una tendencia poco clara en virtud de malas técnicas de manejo de este recurso, a la vez, con una reducción de ciertos usos de la leña. Lamentablemente se cuentan con estudios de potencial desde hace casi dos décadas, los cuales estimaban el potencial en 327.688 TJ, en tanto, en 2004 se aprovechó apenas el 3,7%. Más recientemente, la DSE en asocio con el ICE dieron a conocer una encuesta que habla de al menos 300 MW de potencial eléctrico a partir de desechos biomásicos. Se observa por lo tanto, una notable diferencia entre el potencial de oferta y lo aprovechado que dice relación con posibles rentabilidades negativas de muchas de las explotaciones en función de dificultades de acceso y elevados costos de extracción.

Según la "Encuesta sobre oferta y consumo energético nacional a partir de biomasa en Costa Rica", realizada en el 2006, los residuos biomásicos generados en el país poseen un contenido de energía de 60.354 TJ con lo que sería posible generar casi 635 MW de electricidad durante todo el año; sin embargo, el 40,3% de estos residuos no son utilizados.

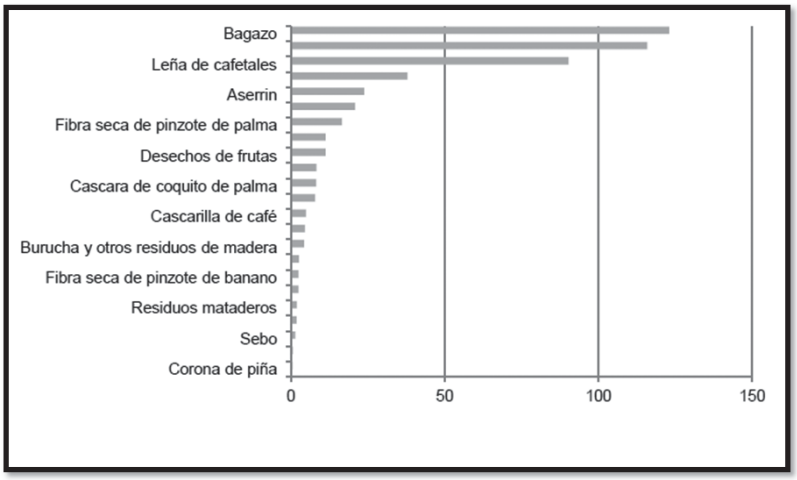
Las fuentes de biomasa con mayor potencial energético son los residuos de las cosechas de piña y de caña de azúcar (12.781 TJ y 11.002 TJ, respectivamente) con los que podrían generarse más de 440 MW. Los residuos derivados de animales así como los desechos de frutas, efluentes y lodos obtenidos de las actividades agropecuarias de Costa Rica podrían utilizarse para generar 205 millones de m^3 de biogás al año. La crianza de pollos y el procesamiento de frutas son las actividades con mayor potencial de aprovechamiento para la obtención de biogás.

En el Gráfico, se presenta el potencial de biomasa para la generación de electricidad. Si se utilizara la energía disponible en cada tipo de residuo biomásico sería posible producir alrededor de 635 MW; sin embargo, se debe considerar que la disponibilidad de muchos de estos residuos es estacionaria.

El potencial energético de los residuos biomásicos en el 2006 alcanzó los 60.354 TJ. Alrededor del 39,4% de la energía potencial es producida por los residuos agrícolas de la cosecha tanto de la caña de azúcar como de la piña (ver Gráfico 9).

GRÁFICO 8:

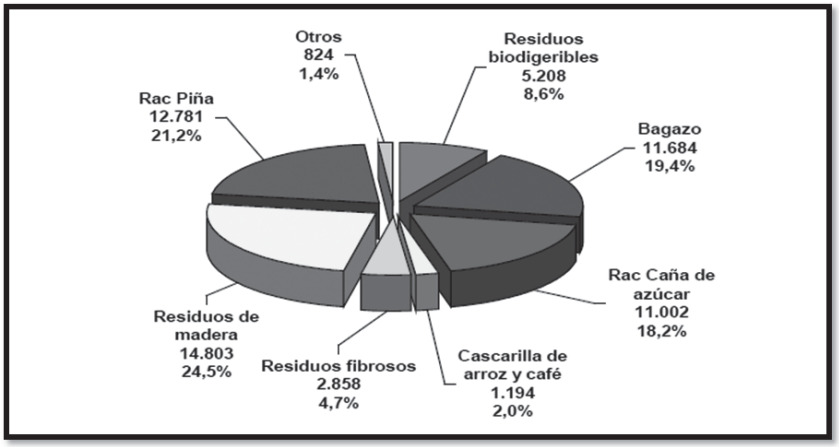
Biomasa: capacidad de generación de electricidad (MW)



Fuente: DSE, Encuesta de oferta y consumo energético nacional a partir de la biomasa en Costa Rica, año 2006.

GRÁFICO 9:

Oferta energética de residuos biomasicos año 2006 (TJ)



Fuente: DSE, Encuesta de oferta y consumo energético nacional a partir de la biomasa en Costa Rica, año 2006.

Etanol

El alcohol anhidro o etanol surge como una fuente interesante para reducir las importaciones de gasolinas. En este campo, el país posee la experiencia de más de veinte años de producción y exportaciones los cuales se han basado sobre la industria azucarera que a la Zafra 2004-2005 se componía de 10.761 agentes entre productores, entregadores y procesadores en seis regiones agrícolas, y que se rigen por la Ley de LAICA, No. 7.818 de 2 de septiembre de 1998.

Para la implementación del uso del etanol anhidro, existe la capacidad instalada, experiencia nacional al haberse implementado dos proyectos pilotos ejecutados por RECOPE S.A., estructura organizativa del sector, infraestructura, estudios realizados en el marco de la cooperación internacional que señalan la viabilidad en el uso del producto, disposiciones legales que permiten la mezcla y capacidad productiva ya que actualmente hay 52 mil hectáreas sembradas de caña, ubicadas en el Pacífico Seco, la Zona Norte, Zona Sur y Valle Central, con la posibilidad de expansión de las áreas de siembra. Actualmente, se está distribuyendo este biocombustible en las regiones Chorotega y Pacífico Central con grandes posibilidades de extender su cobertura. La industria cuenta incluso con una planta deshidratadora y un puerto especial en Punta Morales.

Biodiesel

En séptimo término, el biodiésel como combustible alternativo para el transporte público o de carga, especialmente, ya que puede utilizarse sin mayores modificaciones a los motores. Se produce a partir de aceites vegetales o grasas animales, inclusive de baja calidad. Los litros de aceite que se obtienen por hectárea (ha), dependerán del cultivo que da origen al aceite vegetal. Se han registrado 1.666 personas entre propietarios y copropietarios de fincas de palma, que generan empleo directo a 3.330 personas. Sin contar con los trabajos indirectos que se generan dado el gran número de proveedores locales de insumos y servicios que se subcontratan.

En las regiones de producción Pacífico Sur y Pacífico Central, se concentra el 65% y el 33% de la superficie total dedicada al cultivo de la palma aceitera, respectivamente. En la región del Caribe, se ha iniciado recientemente la plantación de palma aceitera, alcanzando una participación del 2% en la superficie total de cultivo, en la zona de Bataán. Según estimaciones realizadas por la Comisión de Biodiésel, la demanda de este energético para un programa de alcance nacional que adicione un 5% de este energético al diésel fósil, en el período 2006-2018, requeriría un abastecimiento entre 50 a 80 millones de litros anuales, el área requerida para suplir esa demanda de biodiésel estaría entre 9 a 14 mil hectáreas para

el período considerado. Según el MAG el área potencial de ser sembrada de palma alcanza las 670 800 hectáreas que incluye las regiones Pacífico Central (387 mil ha) y Huetar Atlántica (253 mil ha). Para la zona sur no se dispone del área potencial pero en este momento hay 30,3 mil ha sembradas.

Costa Rica goza de condiciones y recursos que hacen favorable la perspectiva de producción de biocombustibles en el futuro mediato y en el largo plazo. El desarrollo actual de la industria de la palma aceitera, la disponibilidad de hectáreas cultivables, sin afectar la base de recursos naturales protegidos, se cuenta con climas aptos para el cultivo, conocimiento y experiencia en agroindustria, la capacidad de aumentar la superficie de siembra, compañías en producción, existe un fideicomiso palmero, hay un ente nacional para el manejo la semilla de palma, un sector agroindustrial debidamente constituido y por otra parte existe en el Ministerio de la Producción un Programa de Palma, lo que hace viable en poco tiempo el uso del biodiésel.

Energía eólica

En el campo de la energía eólica, el ICE inició estudios exploratorios alrededor de 1984 y que estimaron un potencial teórico de 14.000 MW pero distintas razones, sólo sería aprovechable unos 600 MW. Los mayores potenciales se han detectado en la Cordillera Volcánica de Guanacaste y prueba de ello es que ya existen en operación tres plantas eólicas privadas y una del ICE en el sector de Tejona en Tilarán, con lo que ya se ha aprovechado alrededor de un 11% de ese potencial. Desde la inauguración de la central del ICE en septiembre de 2002 no han entrado en operación nuevas plantas generadoras de electricidad de este tipo de fuente.

Sin embargo, es importante que se realicen estudios para identificar el potencial de generación de electricidad por medio de la denominada energía eólica offshore, que produce dentro del mar o propiamente, la energía mareomotriz que se produce por medio de las olas y corrientes marinas.

Energía Solar

En tercer lugar, los estudios acerca del potencial generador de la energía solar iniciaron hacia 1981 en el ICE. Dichos estudios han estimado un potencial teórico de 10.000 MW. El problema se presenta por el elevado costo aún de las celdas fotovoltaicas, no obstante, ya se encuentran en operación desde 2005, un total de 160 sistemas por parte de COOPEGUANACASTE R. L. y 1.255 del ICE que cubren 184 comunidades y con grandes potenciales de uso en reservas indígenas, parques nacionales, puestos fronterizos y otros. Debe aprovecharse ese potencial según los usos requeridos según las modalidades, fotovoltaica o con concentradores.

Energía geotérmica

En cuarto lugar, pero no menos importante es la geotermia que ocupa el segundo lugar como fuente generadora de electricidad en el país. Se ha estimado un potencial teórico de 900 MW especialmente en las cordilleras volcánicas de Guanacaste y Central. Actualmente se ha explotado un total de 163 MW (18,1% del potencial), prácticamente concentrados en el campo geotérmico Miravalles con dos plantas del ICE y una en COT (en inglés BOT). A éstas se unen las unidades de Boca de Pozo que generan 5 MW y una unidad binaria de 19,8 MW que entró en funciones en enero de 2004. Existen otros potenciales proyectos prioritarios en este campo que se ubicarían en el volcán Tenorio (79 MW) y La Fortuna de San Carlos (61 MW).

Carbón mineral

El carbón mineral y turba del que se encuentran registros desde 1850. Entre 1914 y 1918 se dieron explotaciones en la zona de Esparza y en los años ochenta se realizan varios estudios e incluso en 1982 se le otorga a RECOPE S.A. la investigación y desarrollo de esas fuentes. Desde 1992 que la Asamblea Legislativa rechazó una concesión especial para explotar carbón en Zent, Limón por razones ecológicas el tema ha estado prácticamente archivado. (ya que estos depósitos se encuentran cercanos y dentro de la Reserva Indígena Bajo Chirripó).

1.5. Aspectos legales de los biocombustibles

Marco Legal

El Decreto Ejecutivo Nº 35091-MAG-MINAET, Reglamento de Biocombustibles publicado en publicado en La Gaceta Nº 53 del 17 de marzo de 2009, tiene por objetivo propiciar el desarrollo de una industria nacional de biocombustibles y un régimen equitativo de relaciones entre los actores o los agentes de la actividad de biocombustibles, que garantice el desarrollo sostenible de la cadena de valor del sector energético nacional, el cual incluye la producción, el transporte, el almacenamiento, la distribución y la comercialización tanto mayorista como de detalle.

El Decreto establece que a los Ministerios de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET) y Agricultura y Ganadería (MAG) les corresponde promover, organizar, implementar, asegurar y fiscalizar el desarrollo y seguimiento del Programa Nacional de Biocombustibles, en todo lo referente a su cadena de valor que incluye: producción, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización mayorista y al detalle. El MAG tiene la responsabilidad de promover la producción agroindustrial de materias primas para la elaboración de biocombustibles, bajo un esquema de sostenibilidad energética y agrícola que no comprometa la plataforma

de recursos así como la integración del sector productivo a la industria de obtención de biocarburantes. El MINAET tiene que promover la industria de los biocombustibles y sus mezclas con combustibles de origen fósil, además de ser el coordinador del Programa Nacional, incluyendo el registro de los productores industriales.

RECOPE es el responsable de la mezcla de combustibles fósiles con biocombustibles destinada a satisfacer la demanda nacional de combustibles, de conformidad con lo dispuesto en la normativa vigente.

Proyecto de ley

En la Gaceta del 14 de junio del 2005 se publicó el proyecto de ley para "promocionar la investigación, desarrollo, generación y uso de biocombustibles y derivados oleoquímicos", expediente No. 15.853 se encuentra en la Comisión Especial de Ambiente de la Asamblea Legislativa, el cual recibió observaciones por parte del MINAE en la Administración Pacheco de la Espriella. Se estuvo trabajando en replantear el texto para que reuniera las condiciones técnicas y administrativas que permitieran la implementación de los biocombustibles. La Asamblea Legislativa del período 2006-2010 deberá retomarlo y definir el rumbo a seguir.

El proyecto de ley expediente No. 15.797, Reforma de la Ley Forestal No. 7575 de 13 de febrero de 1996 para el pago de Servicios Ambientales, pretende modificar esta ley para reconocer servicios ambientales a las plantaciones forestales y la producción de combustibles de fuentes renovables y limpias, que inciden directamente en la protección, mejoramiento del medio ambiente y la salud, considerando la reducción y mitigación de emisiones de GEI, protección del recurso hídrico, biodiversidad, ecosistemas, formas de vida y belleza escénica natural para fines turísticos y científicos, así como, la conservación y uso sostenible, científico y farmacéutico, investigación y mejoramiento genético de éstos.

Los recursos provendrían de la porción porcentual destinada al pago de los servicios ambientales a favor del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), con origen en el pago del impuesto único a los combustibles, establecido en la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria No. 8114, de 4 de julio de 2001. El pago estará destinado a los productores de biodiésel y bioetanol, considerando productores de la materia prima y la transformación de la misma en combustible. Se aplicará cuando el costo de producir el biodiésel y el bioetanol sea mayor al valor en el mercado nacional del diésel y la gasolina.

El MINAE se opuso, porque implicaba un incremento adicional en el precio de los combustibles que se adicionaba a los que se traslada al FONAFIFO por servicios ambientales, considerando básicamente el

alto costo de petróleo y sus derivados.

Etanol Anhidro

En el decreto No. 31.087-MAG-MINAE, publicado en La Gaceta del martes 6 de abril del 2003, se crea una Comisión Técnica de Trabajo conformada por MAG-MINAE-RECOPELAICA, con la finalidad de formular, identificar y diseñar estrategias para el desarrollo de etanol anhidro destilado nacionalmente y producido utilizando materias primas locales, como sustituto del MTBE en la gasolina el cual es un componente utilizado para la oxigenación de los carburantes. La Comisión tiene entre sus funciones facilitar la toma de decisiones, el fomentar la investigación y ejecución de proyectos piloto, proponer un plan de acción para el uso del etanol, integrando aspectos estratégicos de impacto ambiental, socioeconómico, agropecuario y agroindustrial, estructuras de costos, expansión de siembras, inversión en infraestructura, distribución comercialización, mercado de consumidores, con el fin de que se comercialicen todas las gasolinas mezcladas con etanol anhidro. El Decreto fue cuestionado por la fracción del Movimiento Libertario en la Administración Pacheco de la Espriella, aunque fueron retiradas las objeciones posteriormente (2005), sin embargo, atrasó sustancialmente el trabajo de ésta.

Se implementaron dos proyectos pilotos, uno con 30 vehículos de la misma empresa y actualmente se ejecuta un proyecto piloto en el Plantel de Barranca, que da cobertura a Guanacaste y Puntarenas mediante el abastecimiento de gasolina con etanol que brindan 62 estaciones de servicio.

Se elaboró un informe sobre la Perspectivas del uso del etanol anhidro, en el cual se detallan conclusiones y recomendaciones, siendo importante destacar, entre éstas últimas, que en la estrategia para implementar un programa de mezcla de etanol anhidro - gasolina se debe contemplar cuestiones técnicas y formales relacionadas con la infraestructura y logística, tales como las especificación química y física, el nivel de mezcla y control de calidad; en los aspectos económicos, se debe tener claro la regularidad de la oferta y la demanda, tanques de almacenamiento, costos de producción y formación de precios, en instrumentos de regulación económica, aspectos tributarios.

Biodiésel

En Decreto No. 31.818-MAG-MINAE, publicado en La Gaceta del miércoles 9 de junio del 2004, se crea una Comisión Técnica de trabajo conformada por MAG-MINAE-RECOPE-CANAPALMA, Sector Industrial de la Palma e Industria Oleoquímica, con la finalidad de formular, identificar y diseñar estrategias para el desarrollo del biodiésel producido nacionalmente y utilizando materias primas locales, promoviendo la vin-

culación del ambiente con los sectores de energía y agropecuarios.

La comisión tiene entre sus funciones fomentar la gestión energética vinculando las fuentes renovables y limpias de energía, con la creación de oportunidades de desarrollo para el sector agropecuario, que faciliten la toma de decisiones, promover la vinculación del ambiente con los sectores de energía y agropecuarios nacionales, propiciando el uso del biodiésel si los estudios, investigaciones y evaluaciones técnicas así lo concluyen.

Además, debe fomentar la investigación y ejecución de proyectos piloto, proponer un plan de acción para el uso del biodiésel, integrando aspectos estratégicos de impacto ambiental, socioeconómico, agropecuario y agroindustrial, estructuras de costos, expansión de siembras, inversión en infraestructura, distribución comercialización, mercado de consumidores, entre otros.

La Comisión rindió un informe al Poder Ejecutivo recomendando: establecer nuevas plantaciones para atender un potencial aumento de la demanda de aceite de palma y minimizar impactos sobre la base de los recursos naturales; publicar en el menor plazo posible, la especificación técnica para el biodiésel (B100); elaborar un estudio económico que considere los aspectos socioeconómicos y ambientales del programa de biodiésel a efecto de determinar su factibilidad, así como incluir dentro de la Agenda Agro 21 del MAG, una política de fomento de cultivos utilizados para producir biocombustibles, utilizar residuos biomásicos para producir biocombustibles y mantener la comisión.

2. CADENAS PRODUCTIVAS

Las principales opciones de biomasa para el desarrollo de los biocombustibles se pueden citar las siguientes:

CUADRO 4:

Rutas y cultivos energéticos

Ruta	Cultivos
Alcoholes	Caña de azúcar
	Sorgo dulce
	Otras fuentes de Biomasa (2da y 3era generación => residuos agrícolas, orgánicos, lignocelulosicos)
Aceites	palma aceitera y otras palmáceas
	Jatropha curcas (tempate)
	Moringa oleífera
	higuerilla
	Otras (algas)

Fuente: Acuña, 2011.

2.1. Etanol

Entre las fuentes de origen biomásico, el etanol es una opción real para disminuir en un alto grado la dependencia del petróleo, una forma de reactivar el sector agroindustrial y contribuir además, con la reducción de la contaminación ambiental provocada por la emisión de gases vehiculares.

Actualmente no existen en el país otros cultivos dedicados a la producción de etanol, si bien existen iniciativas con yuca amarga, por lo que la relación que la agroindustria azucarera ha mantenido históricamente con el etanol es estrecha y directa, lo que no significa que no se pueda diversificar la producción de cultivos para tal fin.

En este sentido es importante señalar que la producción de etanol por parte del sector azucarero costarricense se remonta a 26 años y la exportación a 21 años, períodos que revelan la capacidad, recursos humanos, infraestructura y experiencia que en esta materia se ha adquirido y tiene el país.

CUADRO 5:

Condición actual de las opciones agrícolas para la producción de etanol

Opción productiva	VIABILIDAD AGRICOLA						
	Has cultivadas	Productividad Agrícola (TM/ha)	Productividad Azúcar (TM/ha)	Producción Melaza (TM)	Tecnológica	Semilla	Organización
Caña de Azúcar	53.000	76,2	7,9	1.404.843	LAICA	LAICA	LAICA
Sorgo dulce1	0		0	0	INTA/ Ingenio Taboga	INTA	ninguna
Otras fuentes de Biomasa	0	0	0	0	en desarrollo	0	ninguna

[1]Resultados de investigación preliminares demuestran que sorgo dulce tiene el potencial de ser una especie alterna a caña de azúcar. El jugo únicamente se puede destinar a producir etanol porque no cristaliza para producir azúcar.

Fuente: Acuña, 2011.

El Sector Azucarero costarricense se integra y compone actualmente (Zafra 2004-2005) de un total de 10.761 participantes directos de la actividad debidamente registrados, entre productores, entregadores y procesadores de materia prima (caña) reconocidos de acuerdo con lo establecido por la Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar No. 7818 del 22 de setiembre de 1998, la cual regula la actividad. De los 10.761 participantes el (99,6%) son productores Independientes y 44 (0,4%) reconocidos como Productores No Independientes. Desagregados en 16 ingenios (0,5%) y 28 productores mayores de 5.000 t de materia prima (caña). Dichos ingenios están distribuidos y ubicados en seis regiones agrícolas plenamente caracterizadas y diferenciadas: Guanacaste (3), Puntarenas (1), Valle Central (6), San Carlos (3), Turrialba - Jiménez (2) y Zona Sur (1); de ese total de ingenios, 4 (25%) corresponden a cooperativas.

Para la implementación del uso del etanol anhidro, existe la capacidad instalada, experiencia nacional al haberse implementado dos proyectos pilotos ejecutados por RECOPE S.A., estructura organizativa del sector, infraestructura, estudios realizados en el marco de la cooperación internacional que señalan la viabilidad en el uso del producto, marco legal que permite la mezcla y capacidad productiva ya que actualmente hay 52 mil hectáreas sembradas de caña, ubicadas en el Pacífico Seco, la Zona Norte, Zona Sur y Valle Central, con la posibilidad de expansión de las áreas de siembra en el Pacífico Sur.

Se ha mencionado que la producción de biocombustibles, tanto etanol a partir de la caña de azúcar como biodiésel a partir de la palma africana, dado requieren de la siembra de amplias áreas pueden entrar en competencia no solo con otros cultivos sino con otras actividades por el uso de la tierra, pero estudios recientes demuestran que tal presunción puede no ser cierta.

Según estimaciones realizadas (preliminares) por la Comisión Nacional de Biocombustibles la demanda de alcohol para un programa de alcance nacional que adicione un 10% de este energético a todas las gasolinas tanto súper como regular, en el periodo 2008-2026, requeriría un abastecimiento entre 90,7 a 161 millones de litros anuales.

Suponiendo un rendimiento por hectárea de caña de 80 toneladas y una producción de etanol de 70 litros por tonelada de caña, el área requerida para suplir esa demanda de etanol estaría entre 16,2 a 28,7 mil hectáreas.Según el MAG el área potencial de ser sembrada de caña alcanza las 319.800 ha.

De esta manera el área demandada para el Programa de Etanol Carburante estaría entre el 5% al 9 % de la tierra potencial para el cultivo de caña. Según el criterio de expertos en el sector cañero el área adicional de caña puede ser fácilmente ampliada en 50 mil hectáreas lo que cubriría ampliamente las ne-

CUADRO 6:
Opciones de desarrollo para la frontera agrícola para la producción de etanol

OPCIÓN	FRONTERA AGRÍCOLA	VENTAJA
Caña de azúcar	La zona Huetar norte y Brunca pueden proveer cerca de 30000 has	Ingenios subutilizados. No existen en ambas zonas destiladoras. Cultura existente.
Sorgo dulce	Todas las áreas arroceras pueden ser cultivadas	Se aumentan los rendimientos de arroz al controlar banco se demillas de arroz rojo. Opción productiva en mercados deprimidos de arroz.

Fuente: Acuña, 2011.

cesidades de etanol para el sector energía en mezclas con gasolinas.

La implementación del uso de etanol anhidro requiere solamente de la definición de los instrumentos de política económica para el apoyo a la producción y comercialización de alcohol, definición de la especificación técnica del producto y la decisión política sobre la gasolina a mezclar, porcentaje de mezcla.

De conformidad con la información contenida en el Sistema de Información Energética Nacional, el precio del MTBE, que es el compuesto oxigenante a ser sustituido por el etanol, ha tenido un comportamiento errático en su precio promedio cotizado en Costa del Golfo con US$ 86,99 por barril en 2005, bajando a US$ 77,78 por barril en 2006, pero cerrando en US$ 113,10 por barril en agosto de 2007, con cotizaciones máximas de US$ 130,43 por barril en septiembre de 2005 y mínima de US$ 60,15 por barril en enero de 2007.

Las cotizaciones del aditivo MTBE superan a la mayoría de los derivados de petróleo, además, se le atribuyen una serie de efectos secundarios que hacen necesaria su sustitución más allá de su elevado precio. El etanol surge como la opción ambientalmente más amigable, pero no es menos costosa. En la actualidad existe una fuerte demanda en los Estados Unidos (más de 300 mil barriles diarios) que ha impulsado el precio a pesar de los incrementos en la capacidad de planta recientes y previstos. El Chicago Board of Trade (CBOT) es la principal plaza de futuros de este combustible. Existe según el CBOT una correlación muy alta entre sus cotizaciones a futuro (más del 96%)

y las cotizaciones en efectivo en Chicago, Los Ángeles, Nueva York y Costa del Golfo, no así entre los futuros del etanol y lo del maíz (solamente 0,07%) cuyos aumentos de precios se han atribuido al procesamiento de etanol.

El CBOT lleva cotizaciones desde marzo de 2005 y el récord se ubicó en junio de 2006 cuando superaron los US$ 4 por galón, a futuro se estima una reducción hasta unos US$ 2 por galón hacia 2009, por incrementos de producción, fundamentalmente.

CUADRO 7:

Actores en el sector etanol

SECTOR PÚBLICO	SECTOR PRIVADO
RECOPE	LAICA
MINAET	INGENIO TABOGA S.A.
MAG	CENTRAL AZUCARERA EL TEMPISQUE S.A.
ICE	COOPERATIVA VICTORIA S.A.
SISTEMA BANCARIO NACIONAL	COOPEDOTA R.L.
MEIC	
MINISTERIO DE HACIENDA	
CONARE (Universidades)	

Fuente: Acuña, 2011.

CUADRO 8:

Destiladoras nacionales y su capacidad

TAMAÑO	NOMBRE	CAPACIDAD 1000 L/AÑO	FUENTE DE MATERIA PRIMA	MERCADO	LIMITANTE
GRANDES	LAICA	97000000[9]	Alcoholes hidratados comprados en el exterior	Principalmente EUA (alcohol carburante) Mercados nacionales (pequeñas cantidades	RECOPE tiene sus limitantes para compra en especial por el marco legal, además porque no existe un modelo para fijar precio de compra. Los pequeños en el mercado nacional están limitados a vender a intermediarios mayoristas porque el marco legal limita por las licitaciones
	TABOGA	16000000	Melaza y jugo de caña	Alemania	
	CATSA	20000000	Melaza y jugo de caña	Alemania	
PEQUEÑAS	CoopeVictoria R.L.	2000	Broza del café	Sin mercado	
	CoopeDota R.L.	2000	Broza del café	Sin mercado	

Fuente: Acuña, 2011.

CUADRO 9:

Características de las destiladoras nacionales con fuente de producción de materia prima local

Destiladora	Capacidad anual (L)	Condición actual	Calidad de etanol	Mercado	Materia prima	Limitante
CATSA	20 millones	50% de capacidad	Carburante y otros (industrial, bebidas, etc)	El alcohol carburante lo están colocando en Alemania a precio internacional + un plus.	Melaza y jugo para azúcar	No hay suficiente melaza en el país.
TABOGA	16 millones	65% de capacidad				

Fuente: Acuña, 2011.

CUADRO 10:

Opciones de mercado para pequeñas destiladoras que utilizan otras fuentes de biomasa para la producción de etanol

Pequeñas destiladoras	Productividad etanol (75%)/año	Fuente	Situación Mercado nacional este segmento productivo	Solución a la problemática
CoopeVictoria R.L.	120 estañones	Broza del café	Los volúmenes productivos son bajos. El marco legal vigente no les permite comercializarlo en el nivel nacional. El mercado local está en monopolio de FANAL, la cual, compra por licitación.	Tener en cuenta que pueden emerger destiladoras en condiciones similares. Mediar ante LAICA y/o FANAL para que reciban estos volúmenes, indiferente la fuente de materia prima que se utilice, o cambiar marco legal que rige actualmente bajo potestad de FANAL
CoopeDota R.L.	120 estañones	Broza del café		

Fuente: Acuña, 2011.

Entre las fuentes de origen biomásico, el etanol es una opción real que contribuiría a reducir la dependencia del petróleo, a reactivar el sector agroindustrial y a la reducción de la contaminación ambiental provocada por la emisión de gases vehiculares.

Si bien existen otras opciones, el etanol nacional se realiza a partir de caña de azúcar y la producción por parte del sector azucarero costarricense, se remonta a 26 años mientras que la exportación a 21 años, períodos que revelan la capacidad, recursos humanos, infraestructura y experiencia que en esta materia tiene el país.

El Sector Cañero cuenta con más de 12 mil proveedores independientes de caña de azúcar, según la base de datos del Registro de Productores e Ingenios de la Zafra 2007-08, de los cuales casi el 90% son pequeños productores que poseen unidades productivas promedio menores a 3,3 hectáreas y que en forma consolidada, producen el 45% de la caña entregada por los productores independientes. A inicios de los años noventa, la cantidad de entregadores de caña era inferior a 6 mil, lo que muestra un crecimiento importante del sector.

La Cámara de Azucareros es la organización conformada por los 15 ingenios productores de azúcar en Costa Rica. Fue instituida el 21 de noviembre de 1949, para impulsar el progreso de la industria, cooperar en la solución de sus problemas, promover las buenas relaciones entre los productores de caña, recomendar medidas para mejorar el bienestar de sus trabajadores e impulsar dentro de su actividad, las iniciativas que contribuyan al desarrollo costarricense.

Los ingenios que integran la Cámara se ubican en cuatro zonas a saber:

- Zona Pacífico: Costa Rica, El General, Porvenir, Providencia, San Ramón, Coope Victoria
- Zona Guanacaste: Ingenio Taboga, CATSA, Azucarera El Viejo, Azucarera El Palmar
- Zona San Carlos: Cutris, Quebrada Azul, Santa Fe
- Zona Turrialba: Atirro, Juan Viñas

Las zafras tienen en promedio una producción de 400,000 t que representa cerca del 14.4% del PIB Agropecuario y el 1.1% del PIB. Esta actividad comprende 48,000 hectáreas o el 10.6% del área total de cultivo en Costa Rica, produciendo ingresos que recibe LAICA para ser distribuidos en un 63% entre los productores y en un 37.5% entre los ingenios, cada año fiscal.

Para la implementación del uso del etanol anhidro como carburante, existe la capacidad instalada, la experiencia nacional al haberse implementado dos proyectos pilotos ejecutados por RECOPE, la estructura organizativa del sector, la infraestructura necesaria, el marco legal que permite la mezcla, la capacidad productiva y los estudios realizados en el marco de la cooperación internacional que señalan la viabilidad en el uso del producto.

Según estimaciones realizadas por la Comisión Nacional de Biocombustibles, la demanda de alcohol para un programa de alcance nacional que adicione un 10% de este energético a todas las gasolinas, tanto Súper como Plus 91, en el periodo 2008-2026, requeriría un abastecimiento entre 90,7 a 161 millones de litros anuales.

Suponiendo un rendimiento por hectárea de caña de 80 toneladas y una producción de etanol de 70 litros por tonelada de caña, el área requerida para suplir esa demanda de etanol estaría entre 16,2 a 28,7 mil hectáreas. Según el MAG, el área potencial para la siembra de caña alcanza las 319.800 ha. De esta manera el área demandada para el Programa de Etanol Carburante estaría entre el 5% y 9 % de la tierra potencial para el cultivo de caña.

Según el criterio de expertos en el sector cañero, el área adicional de caña puede ser fácilmente ampliada en 50 mil hectáreas lo que cubriría ampliamente las necesidades de etanol para el sector energía en mezclas con gasolinas.

El énfasis de la estrategia promovida por RECOPE, en la implementación de las mezclas de gasolina con bioetanol consiste en las siguientes mezclas: de 5% para biodiesel en diesel y de 8% de bioetanol gasolinas, lo que representaría para el periodo 2012-2014, a nivel nacional una demanda entre 51-57 millones de litros de biodiesel y entre 82-90 millones de litros de bioetanol. Para el periodo 2011-2014 se esperan los siguientes resultados esperados:

- Lograr una sustitución de 91,1 millones de litros de bioetanol en el periodo.
- Alcanzar una reducción estimada de la factura petrolera en el periodo de US$69,5 millones de dólares en el periodo 2011-2014.
- Reducir las emisiones de efecto invernadero en 230 mil toneladas de CO_2 para el periodo.
- Partiendo del hecho de que el bioetanol sea elaborado con materias primas nacionales, obtener los beneficios asociados a la producción agrícola e industrial, tanto en el empleo como en la generación y distribución de riqueza.

2.2. Biodiésel

En principio, el biodiésel puro puede ser utilizado en los motores diésel convencionales sin requerir modificaciones, pero los fabricantes de motores y bombas inyectoras típicamente recomiendan que sean empleadas mezclas con diésel convencional hasta con el 20% de biodiésel (B20). Se produce a partir de aceites vegetales o grasas animales, inclusive de baja calidad, dentro de los recursos oleaginosos, se incluyen las plantas cuyas semillas, frutos o nueces son valorizados por los aceites comestibles o industriales que se logran extraer de ellas como por ejemplo el algodón, la soja y palma aceitera. Los litros de

aceite que se obtienen por hectárea, dependerán del cultivo que da origen al aceite vegetal.

La Estrategia Nacional de Biocombustibles, plantea la opción de iniciar la producción de biodiesel a partir de la palma africana, debido a la experiencia nacional en su producción, además por los rendimientos que se obtienen. En el futuro se considera que podría obtenerse también de productos como la Jatropha o la higuerilla, para posteriormente pasar a otras opciones de segunda y tercera generación, como la producción a partir de algas.

Los estudios efectuados, muestran un amplio potencial de producción de biodiesel a partir de la palma. Según el Programa Nacional de Palma existen desarrollos asociados con el cultivo de palma en las zonas Pacífico Central, Pacífico Sur y zona del Caribe. En las dos primeras se concentra el 65% y el 33% respectivamente, de la superficie total dedicada al cultivo de la palma aceitera. En el Pacífico Sur existen 30 mil hectáreas cultivadas de las cuales 25 mil están en producción y 5 mil en fase productiva (sembradas), en tanto en el Pacífico Central existen 16 mil hectáreas de las cuales 13 mil están en producción y 3 mil sembradas.

En la región del Caribe, se ha iniciado recientemente la plantación de palma; en la zona de Batán existen 1.680 hectáreas cultivadas de las cuales 1.080 están en producción, 600 ha son siembras nuevas y 900 hectáreas más están en proceso de cultivo, según la información suministrada por CANAPALMA.

En el país se cuenta con alrededor de 52.000 ha de palma y. de acuerdo con las estimaciones de la Comisión Nacional de Biocombustibles, la demanda de este energético para un programa de alcance nacional que adicione un 5% de biodiesel al diesel fósil (período 2008-2026), requeriría entre 61,3 a 135,2 millones de litros anuales y un área sembrada de palma de 12,3 a 27 mil hectáreas, lo que representaría entre un 1% y un 2% de la tierra con potencial para este cultivo Según el MAG, el área potencial para sembrar palma es de 670.800 hectáreas, incluidas las regiones Pacífico Central (387 mil ha) y Huétar Atlántica (253 mil ha).

Actualmente el 35% de la producción nacional (53.130 t aceite crudo) se consume en el país (64% manteca, 13% margarina, 10,5% aceites y 12,5% otros) y el restante 65% se exporta en su mayoría a México y el resto a Centroamérica.

El sector agroindustrial está constituido por un conglomerado que incluye plantas extractoras, refinadoras, oleoquímica y todas las que utilizan subproductos para agregarle valor a la agro-cadena. Las plantas extractoras que existen actualmente son: Palma Tica, Coopeagropal, el Consorcio Industrial de Palma de Aceite (fuera de operación) y la planta de Oleoquímicos Quivel S.A.

Con esta capacidad instalada, es posible procesar alrededor de 1.576 toneladas métricas de fruta en un turno de trabajo de ocho horas. En la práctica, Palma Tica es la única que está en condiciones de proveer materia prima con los requisitos técnicos adecuados y en las cantidades requeridas para la industria de oleaginosas, específicamente aceite de palma.

Costa Rica goza de condiciones y recursos que hacen favorable la producción de biocombustibles en el futuro inmediato y en el largo plazo. Específicamente para la implementación del biodiesel existen una serie de factores que hacen viable su utilización, especialmente en momentos en que se reporta una escasez relativa que limita la oferta. Cabe destacar por ejemplo: el desarrollo actual de la industria de palma aceitera, la disponibilidad de hectáreas cultivables (sin afectar la base de recursos naturales protegidos), climas aptos para el cultivo, el conocimiento y experiencia en la agroindustria, la capacidad de aumentar la superficie de siembra, compañías en producción, la existencia de un fideicomiso palmero, un ente nacional para el manejo de la semilla de palma, un sector agroindustrial debidamente constituido y un Programa de Palma en el Ministerio de la Producción.

Actualmente, una empresa produce biodiésel (Energías Biodegradables) en su planta de Ochomogo, para lo cual probó dicho combustible durante dos años en un motor de bus, logrando finalmente que algunas rutas de autobuses del Este de San José en una proporción de 30% (B30). Otra empresa se encuentra en período de pruebas (Disello-Verde), Biosolar Sostenible Energy cuenta con cinco años de experiencia en experimentos que permitan diversificar las fuentes de biodiésel, así como Central Biodiésel que vende miniplantas para la elaboración del biocombustible.

Donde se han realizado más avances en cuanto a investigación se refiere es en palma africana, la Universidad de Costa Rica (UCR) enfoca sus esfuerzos en la higuerilla dado que no riñe con usos alimentarios. Según la misma fuente anterior, RECOPE S.A. dejó inconclusos dos estudios sobre biodiésel por escasez de recursos.

Ahora bien, según el Programa Nacional de Palma, actualmente existen cuatro ejes de desarrollo asociados al cultivo de palma, ubicados en el Pacífico Central, Pacífico Sur, zona del Caribe. Se han registrado 1.666 personas entre propietarios y copropietarios de fincas de palma, que generan empleo directo a 3.330 personas. Sin contar con los trabajos indirectos que se generan dado el gran número de proveedores locales de insumos y servicios que se subcontratan.

En las regiones de producción Pacífico Sur y Pacífico Central, se concentra el 65% y el 33% de la superficie total dedicada al cultivo de la palma aceitera, respectivamente. En el Pacífico Sur existen 30 mil hectáreas cultivadas de las cuales 25

mil hectáreas están en producción y 5 mil hectáreas en fase productiva (sembradas), en el Pacífico Central existen 16 mil hectáreas de las cuales 13 mil están en producción y 3 mil sembradas. Para un total de 46 mil hectáreas en el litoral del Pacífico.

En la región del Caribe, se ha iniciado recientemente la plantación de palma aceitera, alcanzando una participación del 2% en la superficie total de cultivo, en la zona de Batán existen 1.680 hectáreas cultivadas de las cuales 1.080 están en producción, 600 ha, son siembras nuevas y se están cultivando 900 hectáreas más, de conformidad con la información suministrada por CANAPALMA, para un total nacional de 52 mil hectáreas.

Según estimaciones realizadas por la Comisión Nacional de Biocombustibles (preliminares), la demanda de este energético para un programa de alcance nacional que adicione un 5% de este energético al diésel fósil, en el período 2008-2026, requeriría un abastecimiento entre 61,3 a 135,2 millones de litros anuales7, el área requerida para suplir esa demanda de biodiésel estaría entre 12,3 a 27 mil hectáreas para el período considerado.

Según el MAG el área potencial de ser sembrada de palma alcanza las 670.800 hectáreas que incluye las regiones Pacífico Central (387 mil ha) y Huetar Atlántica (253 mil ha). Para la zona sur no se dispone del área potencial pero en este momento hay 30,3 mil ha sembradas. De esta manera, el área demandada para el Programa de Biodiésel al 5% estaría entre un 1% a un 2 % de la tierra potencial para el cultivo de palma.

Actualmente el 35% de la producción nacional (53.130 t aceite crudo) se consume en el país (64% manteca, 13% margarina, 10,5% aceites y 12,5% otros) y el restante 65% se exporta en su mayoría a México y el resto a Centroamérica.

El sector agroindustrial está constituido por un conglomerado que incluye plantas extractoras, refinadoras, oleoquímica y todas las que utilizan subproductos para agregarle valor a la agrocadena. Las plantas extractoras que existen actualmente son: Palma Tica, Coopeagropal, el Consorcio Industrial de Palma de Aceite (fuera de operación) y la planta de Oleoquímicos Quivel S.A.

La convertibilidad media de extracción de aceite de fruta en planta extractora, está en un rango de 22 a 23%, siendo su potencial de extracción en laboratorio alrededor de un 28%. La semilla representa el 6% en peso del racimo de fruta, de este porcentaje 2% es cáscara y 4% es almendra a la que se le extrae un 40% en aceite de su peso, 50% se convierte en harina de coquito y el restante 10% se quema en las calderas produciendo vapor de agua.

Con esta capacidad instalada, es posible procesar alrededor de 1.576 toneladas métricas de fruta en un turno de trabajo de ocho horas. En la práctica, es el único que está en

condiciones de proveer materia prima con los requisitos técnicos adecuados y en las cantidades requeridas es la industria de oleaginosas, específicamente el de aceite de palma.

Costa Rica goza de condiciones y recursos que hacen favorable la perspectiva de producción de biocombustibles en el futuro mediato y en el largo plazo. El desarrollo actual de la industria de la palma aceitera, la disponibilidad de hectáreas cultivables, sin afectar la base de recursos naturales protegidos, se cuenta con climas aptos para el cultivo, conocimiento y experiencia en agroindustria, la capacidad de aumentar la superficie de siembra, compañías en producción, existe un fideicomiso palmero, hay un ente nacional para el manejo de la semilla de palma, un sector agroindustrial debidamente constituido y por otra parte existe en el Ministerio de la Producción un Programa de Palma, lo que hace viable el uso del biodiésel del cual hay una escasez relativa que limita la oferta.

CUADRO 11:

Actores en el sector biodiesel

SECTOR PÚBLICO	SECTOR PRIVADO	
RECOPE	Extractoras independientes	Cala y Blanco S.A.
MINAET	Productores de biodiesel	Biocombustibles H y M
MAG		Energías biodegradables S.A.
ICE		
		Grupo Innova verde S.A.
		Grupo Numar S.A. (fuera de uso)
		Quivel S.A. (fuera de uso)
SISTEMA BANCARIO NACIONAL	Asociación de agricultores	Cámara Nacional de Palma, CANAPALMA
MEIC	Grupo Numar S.A.	
MINISTERIO DE HACIENDA		
CONARE (Universidades)		

CUADRO 12:

Materias primas para la obtención de aceite para biodiesel

Fuente		Subproducto	Utilizado(t/año)
Sector Agropecuario	Animal	Grasas animales	48.000.012
	avícola	Grasas avícolas	5.000.013
	Agrícola	Aceite extraído de cultivos	0
	acuícola	Grasas de pescado	30.00.014
Sector industrial		aceites de frituras	144.000.015

CUADRO 13:

Capacidad de las plantas productoras de biodiesel

Planta	Capacidad (L/día)	Ubicación	Mercado
Grupo Innova verde S.A.	-	-	-
Biocombustibles H y M	3.500	Santa Clara, San Carlos	Flota propia de equipo pesado
Energías biodegradables S.A.	2.500	El Alto de Ochomo-go	Flota de autobuses para Sabanilla, San Pedro y Zapote
	1.500	San Joaquin de Flo-res, Heredia	Maquila principal-mente para Burger king
Grupo Numar S.A.16	20.000	Ciudad Neily, Coto 47	-
Quivel S.A.17	20.000	El Coyol, Alajuela	-

CUADRO 14:

Cultivos agroenergéticos y sus particularidades para dedicarse a producir biodiesel

Cultivos energéticos con vocación oleaginoso	Pro	Contra	Limitante	Amenaza
Palma aceitera	Alta capacidad de producir aceite. Alto nivel de tecnología de producción agrícola e industrial Por ser perenne disminuye sustancialmente los costos de producción. Es el único cultivo agrícola con vocación oleaginosa que tiene un factor energético mayor que 1 (R>1) Puede aportar al país para logar C- neutro al 2021	Es un cultivo que no es para todos los agricultores, en especial porque no todas las zonas son aptas por suelo, luminosidad, drenaje, precipitación.. La productividad va ligada a la calidad del manejo agronómico que se da al cultivo.	Actividad agroindustrial compleja, en escala y tiempo variables, y que requiere planeamiento, ejecución, acompañamiento y controles continuos, incluyendo aportes adecuados y constantes de recursos públicos y privados. Los procesos tradicionales para transformar el aceite a biodiesel tiene una baja rentabilidad y provocan mucha contaminación. RECOPE con la nueva refinadora podrá a través del proceso de hidrogenación producir un diesel verde y sin contaminantes	El aceite puede orientarse a la producción de alimento, antes que para bioenergia.

Continuación CUADRO 14

Cultivos energéticos con vocación oleaginoso	Pro	Contra	Limitante	Amenaza
Tempate (Jatropha curcas)	Es un cultivo que no participa en seguridad alimentaria. La calidad del aceite para producir bioenergia es indiscutible. Se cuenta en la Estación Fabio Baudrit con un banco de germoplasma que reúne cerca de 35 accesiones. Los co-productos derivados de la industria pueden ser utilizados para mejorar el ingreso a los agricultores. La industria de extracción no es tan pesada como la de palma aceitera.	No se cuenta con variedades comerciales de alta productividad Las accesiones muestran inestabilidad en rendimiento Producción no estacional, que induce a mucha mano de obra. Rendimiento de grano TM/ha/año es bajo las plantaciones en el país no sobrepasan los 4 años, se desconoce el verdadero potencial después de los 5 años. Muchos de los proyectos productivos en diferentes países (Guatemala, Honduras, México, Brasil, Nicaragua) han sido declarados en quiebra.	Son pocos centros de investigación que a la fecha cuenten con materiales para uso comercial, tres de ellos EMBRAPA (Brasil) e INIFAP (México), CORPOICA (Colombia). Ambos los han retirado para observación por los "contra" antes citados. Urge mantener nexos con esos centros de investigación de manera que se pueda evaluar en nuestras condiciones sus materiales, de no ser así, los derechos de uso de las variedades hará muy oneroso su uso. La academia a través de PITTA-BIOENERGIA ha generado tecnología en especial para manejo del cultivo en campo, con el germoplasma silvestre que tenemos. Por los costos en que se incurre no existe la posibilidad de que incursionen en mejora genética.	Empresarios han buscado el apoyo del MAG para contratar a agricultores de manera que les vendan el aceite. Poniendo esos empresarios germoplasma que no se ha evaluado en nuestras condiciones, ni tampoco en sus países de origen están registrados como variedades comerciales.

Continuación CUADRO 14

Cultivos energéticos con vocación oleaginoso	Pro	Contra	Limitante	Amenaza
Higuerilla	Es una nueva opción productiva que requiere ser desarrollada. El INTA podría en caso deseado desarrollar programas de mejora genética	En nuestro país no se cuenta con variedades registradas, la única que esta es una con permiso comercial de uso pero no es variedad y ha mostrado susceptibilidad a enfermedades.	Se requiere desarrollar la industria de extracción, purificación y transformación de los co productos. Se requiere conocer costos de producción agrícola e industrial.	El aceite en el peor de los casos se puede utilizar para producir bioenergia, sin embargo, los ingresos al productor serían menores.

Continuación CUADRO 14

Cultivos energéticos con vocación oleaginoso	Pro	Contra	Limitante	Amenaza
	con relativo éxito. Puede cultivarse como monocultivo o intercalado con otros como café, palma aceitera, etc. El potencial de uso del aceite de higuerilla y los co productos apoyan al desarrollo de esta nueva opción productiva. La industria de extracción no es tan pesada como la de palma aceitera. Hay variedades comerciales ya registradas y desarrolladas por centros de investigación. El nexo con centros de investigación como EMBRAPA, INIFAP y CORPOICA puede favorecer su desarrollo porque esos centros cuentan con variedades		El costo del descascarado y de la extracción requiere de maquinaria que tiene un costo relativamente importante. Para iniciar programa de producción se requiere identificar compradores a través de PROCOMER.	

Continuación CUADRO 14

Cultivos energéticos con vocación oleaginoso	Pro	Contra	Limitante	Amenaza
Coyol (Acrocomya acculeata)	Es una opción productiva para áreas con suelos marginales, en especial pensando en la Región Chorotega. Los usos de los co-productos son bastante amplios.	Es una planta muy lerda en iniciar cosecha (7 años) No hay datos in situ del potencial de rendimiento, aún en especies nativas.	De todas es la mas atrasada en cuanto a desarrollo tecnológico se refiere. El PITTA BIOENERGIA a través de la UCR esta incursionando en poder calorífico y en germinación de la semilla.	
Microorganismos (algas, bacterias, hongos)	Son opciones que deben ser exploradas con mas firmeza. Tomando en cuanta que no necesitan tierra, que la necesidad de agua cada día es mayor y que los potenciales de rendimiento pueden ser mayores.	En este tipo de actividad ronda profundamente los derechos de autor y otras más.	El InBio se ha pronunciado a través del PITTA-BIOENERGIA que cuenta con especies ya identificadas que pueden tener un potencial energético considerable. La falta de recursos ha limitado el desarrollo de un proyecto para explorar estas posibilidades.	

3. CONCLUSIÓN

Existe un mercado interno muy amplio para el desarrollo de biocombustible, ya que Costa Rica es altamente dependiente de combustibles fósiles importados.

Históricamente el sector agropecuario ha tenido un impacto muy fuerte en el desarrollo económico, social y ambiental tanto en cultivos alimenticios como en otros, lo cual se podría aprovechar esta experiencia positiva en el desarrollo de cultivos bioenergéticos.

Se debe clarificar el marco legal para el uso de los biocombustibles en Costa Rica.

Debe haber una estrecha coordinación entre las instituciones que tienen que ver con la bioenergia para la operatividad las propuestas.

Aprovechar la biodiversidad y zonas agroecológicas existentes e identificas para el desarrollo de la bioenergia en Costa Rica.

El uso de la biomasa tanto de origen animal, vegetal y microrganismos debe ser lidera por una institución del sector agropecuario particularmente por el MAG.

Es necesario fortalecer las iniciativas privadas para lograr más eficiencia en la producción de bioenergia.

Debe haber un plan de nacional desarrollo de bioenergia a mediano y largo plazo que trasciendan en el sector productivo del país.

El país tiene áreas disponibles para el desarrollo de cultivos bioenergéticas así como el uso de sus derivados, no solo para uso bioenergéticas, sino otros usos potenciales que generen un mayor valor agregado. Representando una oportunidad real para el sector agropecuario nacional.

Costa rica cuenta con una infraestructura y profesionales y técnicos capacitados para el fomento de la I+D+i en bioenergia.

Es necesario la asignación de recursos técnicos y financieros y de cooperación internacional para la capacitación, investigación y desarrollo de la bioenergia en concordancia con la seguridad alimentaria del país.

Establecer alianzas entre diferentes países de la región para el desarrollo de la bioenergia, ya que es tema de interés común.

4. BIBLIOGRAFÍA

Acuña, A. 2011. Diagnóstico para la incursión del tema de la bioenergia en el MAG. Programa de Agrobiocombustibles. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

Acuña, A. 2012. Biocombustibles y la producción de alimentos. Seminario Internacional en “Seguridad Alimentaria y Agronegocios: Retos y oportunidades para las MIPYMES Rurales”. San José, Costa Rica.

Acuña, A. 2012. Situación actual de los biocombustibles (entrevis-

ta). Ministerio de Agricultura. San José, Costa Rica.

Chaves, M. 2008. Posibles impactos de los biocombustibles en la agricultura costarricense. Seminario nacional: "seguridad alimentaria y nutricional: implicaciones y estrategias en costa rica". San José Costa Rica.

DSE (Dirección Sectorial de Energía), 2008. Diagnóstico V Plan Nacional de Energía 2008-2021. San José, Costa Rica.

DSE (Dirección Sectorial de Energía), 2008.V Plan Nacional de Energía 2008-2021. San José, Costa Rica.

DSE (Dirección Sectorial de Energía), 2011. Diagnóstico del VI Plan Nacional de Energía 2012-2030. San José, Costa Rica.

DSE (Dirección Sectorial de Energía), 2008.VI Plan Nacional de Energía 2012-2030. San José, Costa Rica.

Hernández, J. 2012. PITTA-Bioenergia (entrevista). Ministerio de Agricultura. San José, Costa Rica.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura).2007. Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: i.etanol. San José, Costa Rica.

La Gaceta. Decreto Nº 35091-MAG-MINAET. 17 de marzo 2009. Reglamento de Biocombustibles. San José, Costa Rica.

MINAET-MAG (Ministerio del Ambiente y Energía Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2008. Programa Nacional de Biocombustibles. San José, Costa Rica.

Molina, A. 2012. Balance Energético Nacional 2010. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. Dirección Sectorial de Energía. San José, Costa Rica.

PITTA (El Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Bioenergia), 2009. Plan Estratégico. San José, Costa Rica.

Ramírez, F. Carazo, E. Roldan, C. Villegas, Greibin. 2007. Encuesta de oferta y consumo energético nacional a partir de la biomasa en costa rica año 2006. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. Dirección Sectorial de Energía. San José, Costa Rica.

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA Bioenergia EN ECUADOR

Autor: Deisy Trávez

1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS

1.1. Marco legal

La Constitución

La Constitución Política de la República del Ecuador[34] dispone en su artículo 14 que "*el Estado reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.*"

De la misma manera, el artículo 413 manifiesta que "*el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.*"

Finalmente el artículo 414 dispone que "*el Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de la emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.*"

Se aprecia que Ecuador contempla dentro de su constitución, la promoción de las energías renovables, pero además menciona que estas prácticas **no deben poner en riesgo la soberanía alimentaria de la nación.**

La página web de la Asamblea Nacional cuenta con un link del que se puede descargar la Constitución del Ecuador vigente desde el año 2008. La versión cargada se encuentra en formato PDF y es de fácil visualización desde un dispositivo móvil.

El Plan Nacional de Desarrollo

La Secretaría Nacional de Planificación (SENPLADES), tiene como misión[35] "*Administrar y coordinar el Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa como un medio de desarrollo integral del país a nivel sectorial y territorial, estableciendo objetivos y políticas estratégicas, sustentadas en pro-*

34 http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/Constitucion-2008.pdf

35 http://www.senplades.gob.ec/web/senplades-portal/inicio

cesos de información, investigación, capacitación, seguimiento y evaluación; orientando la inversión pública; y, promoviendo la democratización del Estado, a través de una activa participación ciudadana, que contribuya a una gestión pública transparente y eficiente.", según reza en su estatuto orgánico de diciembre de 2010,

Acorde a su misión y en cumplimiento de la Constitución de la República del Ecuador que en su artículo Art. 280 dispone: "*El Plan Nacional de Desarrollo es el instrumento al que se sujetarán las políticas, programas y proyectos públicos; la programación y ejecución del presupuesto del Estado; y la inversión y la asignación de los recursos públicos; y coordinar las competencias exclusivas entre el Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados. Su observancia será de carácter obligatorio para el sector público e indicativo para los demás sectores*", SENPLADES ha elaborado el "**Plan Nacional del Buen Vivir 2009 – 2013 Construyendo un estado plurinacional e intercultural**[36]**"**, mismo que contempla la tendencia ideológica que **"la Revolución Ciudadana"**, proyecto político impulsado por el actual gobierno del Ecuador, quiere plasmar en el Ecuador, un cambio hacia la igualdad de sus habitantes con una propuesta ideológica de izquierda.

La página web del Ministerio de Turismo del Ecuador cuenta con un link del que se puede descargar el Plan Nacional del Buen Vivir 2009 - 2013. La versión cargada se encuentra en formato PDF, y es de fácil visualización desde un dispositivo móvil.

Las estrategias para conseguir este plan se detallan a continuación, debiendo desatacar para el presente análisis la estrategia VII:

I. Democratización de los medios de producción, re-distribución de la riqueza y diversificación de las formas de propiedad y de organización.

II. Transformación del patrón de especialización de la economía a través de la sustitución selectiva de importaciones para el Buen Vivir.

III. Aumento de la productividad real y diversificación de las exportaciones, exportadores y destinos mundiales.

IV. Inserción estratégica y soberana en el mundo e integración latinoamericana.

36 Link de descarga del Plan Nacional del Buen Vivir: http://www.senplades.gob.ec/c/document_library/get_file?uuid=5a31e2ff-5645-4027-acb8-6100b17bf049&groupId=18607

V. Transformación de la educación superior y transferencia de conocimiento en ciencia, tecnología e innovación.

VI. Conectividad y telecomunicaciones para construir la sociedad de la información.

VII. **Cambio de la matriz energética.**

VIII. Inversión para el Buen Vivir, en el marco de una macroeconomía sostenible.

IX. Inclusión, protección social solidaria y garantía de derechos en el marco del Estado Constitucional de Derechos y Justicia.

X. Sostenibilidad, conservación, conocimiento del patrimonio natural y fomento al turismo comunitario.

XI. Desarrollo y ordenamiento territorial, desconcentración y descentralización.

XII. Poder ciudadano y protagonismo social.

Con este fundamento, se plantean doce objetivos que son en concreto las bases para su consecución, poniendo especial énfasis para el presente análisis en el objetivo 4:

Objetivo 1. Auspiciar la igualdad, cohesión e integración social y territorial, en la diversidad.

Objetivo 2. Mejorar las capacidades y potencialidades de la ciudadanía.

Objetivo 3. Mejorar la calidad de vida de la población.

Objetivo 4. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un medio ambiente sano y sustentable

Objetivo 5. Garantizar la soberanía y la paz, e impulsar la inserción estratégica en el mundo y la integración latinoamericana.

Objetivo 6. Garantizar el trabajo estable, justo y digno en su diversidad de formas

Objetivo 7. Construir y fortalecer espacios públicos interculturales y de encuentro común.

Objetivo 8. Afirmar y fortalecer la identidad nacional, las identidades diversas, la plurinacionalidad y la interculturalidad.

Objetivo 9. Garantizar la vigencia de los derechos y la justicia.

Objetivo 10. Garantizar el acceso a la participación pública y política.

Objetivo 11. Establecer un sistema económico social, solidario y sostenible.

Objetivo 12. Construir un Estado democrático para el Buen Vivir

Políticas de gobierno

Con base en lo concebido en el Plan Nacional del Buen Vivir, el Presidente de la República mediante Decreto Ejecutivo No. 146, de 27 de febrero de 2007 delega como una tarea del, en ese entonces, Ministerio de Energía y Minas[37] (ahora Ministerio de Electricidad y Energía

37 El Ministerio de Energía y Minas se escindió en dos: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y Recursos, y Ministerio de Recursos Naturales no Renovables.

Renovable), el sector de energías renovables y **biocombustibles** como su competencia, teniendo como antecedente el Decreto Ejecutivo 2332 de 2 de de diciembre de 2004, mediante el que se creó el Consejo Consultivo de Biocombustibles de la Presidencia de la República, y crea con este decreto, el Consejo Nacional de Biocombustibles con la misión de: "*definir y aprobar planes, programas y proyectos relacionados a la producción manejo y comercialización de biocombustibles*", según reza su Artículo 3, así como también la responsabilidad de: "*establecer políticas y mecanismos de apoyo preferencial a los sectores agrícola y agroindustrial, especialmente a los pequeños productores, y regulará el precio del biocombustible de que se trate*"

El consejo estaba integrado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP), Ministerio de Ambiente (MAE), Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), Ministerio de Economía y Finanzas, la Federación de Azucareros del Ecuador, y la Asociación de Productores de Alcohol del Ecuador, los distribuidores de combustibles del país y la Asociación de Cultivadores de Palma Africana.

Sin embargo en el mes de julio de 2009, mediante decreto ejecutivo No. 1831 de 10 de julio de 2009, el Presidente de la Republica, dispone la Supresión del Consejo Nacional de Biocombustibles, transfiriéndole todas las competencias que en materia de coordinación de las actividades de producción, distribución y comercialización de biocombustibles al **Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC)**.

Por otra parte el MEER mantiene dentro de su estructura organizacional a la que ahora se conoce como "Dirección Nacional de Biomasa y Cogeneración" que es parte de la Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia Energética y cuyas funciones se centran en la realización de estudios para la *"ejecución de proyectos para el fomento del aprovechamiento de la biomasa generada en el Ecuador"*

1.2. Matriz energética

Tal como lo menciona la matriz energética elaborada por el MEER en el año 2008 se mencionan los biocombustibles de la siguiente manera:

1.2.1. Biocombustibles

"Dentro de esta categoría entran el bagazo que se emplea en la industria para calor de procesos y en la generación de electricidad, al igual que la leña y su derivado el carbón que se consumen en el medio rural de la Sierra y en las ciudades, tanto para acondicionamiento térmico del ambiente como para la cocción de alimentos."

Si bien es cierto el documento creado por el MEER referente a la Matriz

Energética menciona al Consejo Nacional de Biocombustibles, actualmente derogado, también se menciona al Plan Piloto Guayaquil y al Programa de Biodiesel tal como sigue:

"También, desde 2004 es interesante contar con el Consejo Nacional de Biocombustibles que se encarga del etanol, producto derivado de la caña de azúcar. Se espera que con el Plan Piloto de Guayaquil inicie su comercialización en esa ciudad con la mezcla al 5% de gasolinas. El biodiesel, derivado del aceite crudo de palma africana, se encuentra en estudio para concretar un Programa de Biodiesel. Ambos planes de biocombustibles tienen previsto reducir la importación de combustibles (gasolinas y diesel oil) de elevado precio internacional que se consume principalmente en el sector transporte. Aún cuando se exporta etanol y biodiesel, aún no se cuantifican en los balances energéticos."

Ambos hasta la fecha no han tenido una continuidad como se preveía en dicho documento, excepto tal vez el Plan Piloto Guayaquil que continua en esa fase comercializando la denominada gasolina EcoPais en las estaciones de gasolina de PETROCOMERCIAL, con un porcentaje de 5% de etanol.

Sin embargo, el 17 de septiembre de 2012, el presidente de la república, Rafael Correa Delgado, mediante decreto ejecutivo Nro. 1303, con el fin de diversificar y fomentar la utilización de energías renovables, decreta de interés nacional el desarrollo de los biocombustibles en el Ecuador; con el objetivo de lograr la mezcla de diesel base con biodiesel de producción nacional, en una proporción del 5% y deberá irse incrementando en función de la oferta nacional de biodiesel hasta llegar al 10% mismo que será utilizado para el sector automotriz

1.2.2. Situación actual (referente a 2008 según información de la matriz energética)

"La producción de biocombustibles y su exportación son impulsadas por la iniciativa privada ecuatoriana frente a las oportunidades comerciales que brinda el mercado internacional. Las principales destilerías de alcohol producen etanol a partir de la caña de azúcar y las productoras más modernas de aceite, biodiesel con la palma africana.

Las exportaciones de alcohol etílico de más de 80° han crecido a una tasa media anual del 5,8% entre 2001 y 2006. En 2004 la tasa se elevó por la excepcional exportación a República Dominicana. El precio medio de las exportaciones que en 2004 fue de USD 0,463 por litro, tuvo a partir de ese año un comportamiento creciente hasta alcanzar USD 0,826 en agosto de 2007, según información del Banco Central del Ecuador. Hasta 2002 las ventas se destinaron casi exclusivamente al mercado colombiano y desde 2003 se diversifican con destino principalmente a Holanda y Venezuela.

No obstante, el principal mercado sigue siendo el colombiano.

En modo análogo a lo sucedido con los productores de alcohol, los de aceite de palma africana se han lanzado a la producción de aceite y biodiesel que exportan por no disponer en el mercado interno de posibilidades de comercialización. Las oportunidades de negocios en el mercado internacional abrieron interesantes perspectivas, mientras que en el mercado local de aceite y sus derivados, la evolución económica del país ha estimulado la demanda para uso doméstico.

Estos emprendimientos fueron posibles por las inversiones de riesgo realizadas que ampliaron la capacidad de producción respecto a lo que hubieran tenido si se hubiesen restringido a la producción de insumos tradicionales para el mercado interno o externo. La avidez de los mercados externos por los biocombustibles abrió nuevas perspectivas a los productores locales, con precios relativos más atractivos que los de las materias primas y que en ambos casos ya se exportaban.

Los efectos de estas iniciativas generaron externalidades a partir de la expansión de la ocupación directa e indirecta, aumento de los tributos que percibe el Estado e impactos a lo largo de la cadena agroindustrial, lo que asegura a los productores de caña de azúcar y de palma africana un mercado para sus productos, trabajo rural, incentivos a la expansión de los cultivos y a la aplicación de tecnología e innovación para mejorar los rendimientos de las especies con el objetivo de lograr mayor competitividad. Todo ello, sin poner en riesgo la situación alimentaria nacional y sin afectar la naturaleza. Sin estas iniciativas el Ecuador se encontraría en el momento cero del desarrollo de los biocombustibles.

Según el Ministerio de Minas y Petróleos las posibilidades de producción de biocombustibles han despertado interés y preocupación en sectores de la ciudadanía, así como expectativas en grandes y pequeños agricultores. La disponibilidad de recursos agrícolas abre la posibilidad de sustituir parcialmente las importaciones de gasolina (naftas) y diesel por combustibles derivados del procesamiento de cultivos como la palma africana, el girasol, la caña de azúcar, la higuerilla, el maíz y otros. Al momento están en marcha iniciativas privadas de productores locales que exportan etanol y biodiesel.

La estrategia del portafolio prevé "que el uso de los biocombustibles constituye una opción de diversificación de las fuentes energéticas y de reducción de la contaminación, especialmente urbana, causada por los combustibles fósiles en el transporte. Además, la producción de biocombustibles abre perspectivas interesantes para el desarrollo de la agroindustria, con efectos multiplicadores sobre la economía del país.

Sin embargo, el fomento a gran escala de esta actividad presenta serios riesgos que pueden tener

repercusiones negativas sobre el tejido social en los sectores rurales, así como impactos negativos irreversibles sobre el ambiente. En este sentido, cualquier decisión sobre el desarrollo de los biocombustibles en el país requiere la adopción de compromisos entre los beneficios y amenazas que implica la producción y uso de estos energéticos.

La política adoptada frente a la alternativa de producción de biocombustibles debe ser de precaución y cautela, que se plasma en dos estrategias:

Para cada proyecto o alternativa de desarrollo de biocombustibles llevar a cabo detallados diagnósticos, análisis y estudios de factibilidad sobre la base de amplios criterios económicos, técnicos, ambientales y sociales. Las decisiones se sustentarán en una activa participación de todos los actores involucrados: productores, asociaciones y gremios, instituciones públicas y privadas."

Es interesante destacar que durante una de los enlaces sabatinos que el Presidente Rafael Correa realiza semanalmente, con fecha 17 de septiembre de 2011 informa al público en general las acciones que el gobierno ecuatoriano se encuentra realizando y hace referencia a la presentación del "**Programa Nacional de Agroenergía y Biocombustibles**"[38] contemplando ya los avances que se han realizado en la identificación de las zonas en donde se podría realizar sembríos de cultivos energéticos para generación de biocombustibles de primera y segunda generación, hecho que también es recogido por Ecuadorinmediato.com en su edición digital.

Video de la mención del presidente Rafael Correa al lanzamiento del Programa Nacional de Agroenergía y Biocombustibles.

Este programa, nace de un estudio adjudicado por el MAGAP en Diciembre de 2010, cuyo objeto era la contratación de una consultoría que realice el "*Estudio sectorial del potencial de producción de materias primas para biocombustibles, identificando viabilidad técnica, económica, social y ambiental para la producción de biocombustibles de primera (caña de azúcar y palma africana) y segunda (residuos forestales, wood chips, cascarilla de arroz) generación*"[39]

38 Video enlace sabatino 17 de septiembre de 2011, mención por parte del presidente Rafael Correa la lanzamiento del Programa Nacional de Agroenergía y Biocombustibles: http://youtube/lomF5etHvls

39 Enlace a resolución ministerial de publicación de proceso para contratación

FIGURA 1:
Estación de servicio ECOPAIS, Ciudad de Guayaquil

Fuente: PETROCOMERCIAL

Según se menciona en dicho documento, el estudio se lo ha separado en cinco fases individuales como se describe a continuación:

- Fase Agrícola
- Fase Logística
- Fase Comercialización
- Fase Mercado[40]
- Fase Consolidación

Con estos resultados con los que el MAGAP actualmente ya cuenta[41], se esperaría que durante este año pueda iniciar la ejecución del plan anunciado por el presidente Rafael Correa en su enlace sabatino antes mencionado.

1.2.3. Proyectos piloto

EcoPaís: Según la información publicada por PETROCOMERCIAL en su página web, la gasolina aditivada con etanol EcoPaís inició su comercialización el 12 de enero de 2010 en 23 estaciones de servicio de la ciudad de Guayaquil[42] pertenecientes a esta institución y se preveía *"un ahorro al país de*

de consultoría: http://www.magap.gob.ec/mag01/pdfs/aministerial/2010/2010_629.pdf

40 Enlace a resolución ministerial de declaración de desierto al proceso de contratación de consultoría Fase Mercado, por no contar con ofertas presentadas: http://www.magap.gob.ec/mag01/pdfs/aministerial/2010/2010_747.pdf

41 Enlace a boletín de prensa No. 072 MAGAP/DCS/GYE de 28 de octubre de 2011 http://www.magap.gob.ec/mag01/index.php/prensa-boletinesprensa/1981-ministerio-de-agricultura-implementa-proyecto-nacional-de-agroenergia

42 Video de evento inaugural del lanzamiento de la gasolina EcoPais: http://youtu.be/vJT2nML_CYo

aproximadamente 32 millones de dólares al año, ya que se dejará de importar cerca de 330.000 barriles de nafta."

Actualmente, según la información del MCPEC, el proyecto EcoPaís *"ha despachando 62 millones de galones del biocombustible durante los primeros dos años"* y se esperaría replicarlo a nivel nacional a partir del presente año en concordancia con la política nacional de biocombustibles que el MCPEC desarrolla.

Video del lanzamiento del combustible EcoPais en la ciudad de Guayaquil del año 2010, con la participación de las autoridades del Ministerio de Recursos Naturales No Renovables y del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

Proyecto piloto de producción de alcohol artesanal: El MCPEC ha venido trabajando desde la primera semana de mayo de 2012 con varias comunidades de la Sierra Centro del país, como lo relata su publicación, en un proyecto piloto dentro del programa "ECOPAIS" cuyo propósito es el fomentar el acopio y la comercialización de alcohol artesanal como materia prima para la producción etanol anhidro carburante que sería comprado por parte de PETROECUADOR EP, los primeros resultados[43] ya se han dado el mes de junio de 2012 según lo reporta en su sitio de internet el MCPEC.

El siguiente cuadro presenta el volumen despachado a 15 de junio de 2012:

El MCPEC menciona que: "*El proyecto ha comenzado a incorporar a los productores artesanales de aguardiente, a través de asociaciones, como proveedores de alcohol a PETROECUADOR EP. El aguardiente producido por las asociaciones deberá ser previamente industrializado para convertirlo en etanol, previo a su entrega. Así, se estaría resolviendo el problema de la comercialización del aguardiente además de fomentar la formalización entre los productores artesanales de las provincias de Bolívar, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Cañar.*

El modelo de gestión, trabajado y socializado con los productores, para la incorporación asociaciones de cañicultores como proveedores de alcohol al Programa ECOPAÍS ha sido un proceso que inició con la creación formal de las asociaciones y su fortalecimiento institucional

43 Primeros resultados de entrega de alcohol artesanal al programa EcoPais: http://www.mcpec.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=1415:mcpec-finaliza-plan-piloto-para-produccion-de-biocombustible-con-alcohol-artesanal&catid=1:noticias&Itemid=57&Itemid=57

CUADRO 1:

Volumen de alcohol artesanal despachado hasta el 15 de junio de 2012

Comunidad	Provincia	**Primer despacho**	**Segundo despacho**
Pangua	Cotopaxi	13.000	15.000
Cañar	Cañar	40.000	40.000
Facundo Vela	Bolívar	6.000	Por despachar 18 de junio
Asogras	Bolívar	20.000	Por despachar 18 de junio
Total		**79.000**	

Fuente: MCPEC

FIGURA 2:

Productores de alcohol artesanal entregando su producto

Fuente: MCPEC

para luego llegar a la incorporación como organismos proveedores de materia prima en el Portal de Compras Públicas en el INCOP."

Presentación por parte del Ministro Santiago León de los avances del proyecto de compra de alcohol artesanal como materia prima para la producción de gasolina EcoPaís[44].

Todo este trabajo es coordinado también con el Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y

44 Presentación del Ministro Santiago Leon del proyecto piloto de compra de alcohol artesanal: http://www.ecuadorenvivo.com/2012061393289/economia/desarrollo_de_gasolina_ecopais_beneficia_a_800_canicultores_segun_ministro_leon.html

Pesca MAGAP[45], como lo informa su portal. Esta cartera de estado una vez que haya finalizado el piloto comenzará a incorporar a las asociaciones de productores de alcohol artesanal para que conjuntamente con el Banco Nacional de Fomento BNF[46], puedan trabajar en la extensión de líneas de créditos para tecnificar los procesos artesanales de extracción de alcohol. También se esperaría coordinar acciones de control en la comercialización con el Ministerio del Interior[47], a través de las tenencias políticas, gobernaciones y policía.

Producción de aceite de piñón en Manabí: El fomento a las plantaciones de piñón (Jatropha Curcas) en la provincia de Manabí forma parte de una estrategia más amplia para combatir los procesos de erosión y desertificación que afectan a algunas regiones de la Provincia.

El objetivo de este proyecto piloto consiste en la producción de aceite de piñón para ser utilizado en la generación de electricidad como complemento de los proyectos de generación eólica y solar de electricidad en la provincia de Galápagos. La complementariedad y las sinergias que se crean bajo los dos objetivos: energías limpias para Galápagos y el combate de la erosión y desertificación en Manabí, son múltiples. Por una parte, se ataca de manera simultánea los problemas ambientales que afectan a dos provincias del país, se alivia el problema de abastecimiento energético en Galápagos y se contribuye al desarrollo económico y social de pequeñas organizaciones campesinas de la localidad.

Video de presentación del proyecto Piñón publicado en Internet por el Servicio Social y Técnico de Cooperación Alemán[48].

Según el oficio Nro. MEER-SEREE-2012-0456-OF, de fecha 20 de junio de 2012 emitido por parte del ingeniero Alfredo Samaniego, Subsecretario de Energía Renovable y Eficiencia Energética en respuesta a la solicitud de información dirigida por mi parte, se menciona respecto a este proyecto en específico lo siguiente:

45 MAGAP: www.magap.gob.ec

46 BNF: www.bnf.fin.ec

47 Ministerio del Interior: www.ministeriodelinterior.gob.ec

48 Link a video de lanzamiento de proyecto: http://www.youtube.com/watch?v=6BUNuYfDLzg

PROYECTO PRODUCCIÓN DE ACEITE DE PIÑÓN PARA EL PLAN PILOTO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN GALÁPAGOS

Objetivo: *Sustituir el diesel por aceite vegetal para la generación eléctrica en el Archipiélago de Galápagos, a través del desarrollo agroindustrial del piñón existente en la cerca viva de la Provincia de Manabí.*

Alcance: *El proyecto de generación de electricidad con motores térmicos adaptados para trabajar con aceite vegetal puro en la Isla Floreana tiene miras a replicarse a nivel insular, de tal forma que se integre la generación de electricidad proveniente de fuentes renovables no convencionales como la eólica y fotovoltaica con la térmica proveniente de biocombustibles y de esta forma dar cumplimientos a la iniciativa "Cero Combustibles Fósiles en el Archipiélago de Galápagos"*[49], proyecto que es llevado a cabo con la cooperación del PNUD.

Actividades Realizadas:

Componente Energético

Instalación y puesta en marcha de dos grupos generadores duales adaptados al uso de aceite vegetal como combustible de 69 kW de potencia nominal cada uno en la isla Floreana.

Adecuación de la casa de máquinas de la central térmica de la isla Floreana.

Construcción e instalación del nuevo sistema de almacenamiento de combustible en Floreana, el que comprende 3 tanques de 3.000 galones cada uno y un tanque diario de 100 galones.

Capacitación técnica al personal relacionado con el proyecto en Ecuador y en Alemania.

Entrega de un camión grúa para el ingreso de combustibles y otros requerimientos de la comunidad.

Componente Agroindustrial

Investigación sobre piñón en cerca viva con la estación experimental INIAP Portoviejo.

Capacitación a más de 700 personas en 15 organizaciones campesinas: Chone, Sucre, San Vicente, Tosagua, Rocafuerte, Junín, Calceta, Portoviejo, Santa Ana y Jipijapa.

De las cosechas 2009 y 2010 se obtuvo un total de 2.560 galones de aceite de piñón.

En el año 2011 se ha acopiado 2.433 quintales de piñón del que se espera obtener 9.444 galones de aceite que será enviado a la isla Floreana para la generación eléctrica, esta cantidad de aceite se estima podrá sustentar la generación durante un periodo de 8 meses por 9 horas diarias.

Durante el período de cosecha de piñón, en lo que va del año, se ha acopiado 3.605 quintales de piñón

49 Link a ficha técnica del proyecto por parte de PNUD: http://www.undp.org.ec/PROYECTOS2011/00048857.html

en 52 comunidades de la provincia de Manabí. Con estos resultados, se espera alcanzar la meta de 5.000 quintales para el año 2012 al final de la temporada.

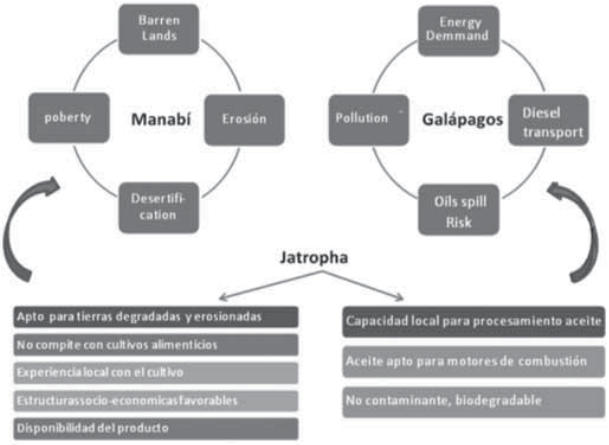
Video descriptivo de avance del proyecto Piñón publicado en Internet por el canal del MEER a inicio s del año 2011[50].

Este proyecto cuenta con un socio estratégico que es el Servicio Social y Técnico de Cooperación Alemán DED (Deutscher Entwicklungsdienst) además del proyecto ERGAL como parte de las entidades que se encuentran apoyando a la iniciativa cero combustibles fósiles en el archipiélago conjuntamente con el MEER.

La página web de ERGAL muestra tanto un resumen del proyecto como un esquema sintetizado del mismo que se detalla a continuación:

Si bien es cierto este es un proyecto en donde la rentabilidad financiera

FIGURA 3:
Diagrama sintetizado del Proyecto Piñón Galápagos



Fuente: ERGAL[55]

50 Link a vídeo de actualización de avance del proyecto Piñón Galápagos publicado por parte del MEER en 2011: http://youtu.be/82RuWdItYh0

51 Link a página web de ERGAL, muestra diagrama sintetizado: http://www.ergal.org/cms.php?c=1317

no está ni de lejos alcanzada, social y ambientalmente hablando se justifica su ejecución.

Generación eléctrica utilizando residuos componentes orgánicos

Otro de los proyectos que el MEER se encuentra desarrollando a través de la Dirección Nacional de Biomasa y Cogeneración es el de utilizar los residuos con componentes orgánicos para generar electricidad.

Objetivo: Tal como el ing. Samaniego lo describe en su oficio mencionado anteriormente dice: "*Fomentar la generación de energía térmica o eléctrica a partir del aprovechamiento de residuos o componentes orgánicos disponibles en el país*"

Alcance: "*El proyecto contempla varios estudios sobre nuevas fuentes de biocombustibles existentes en el país y la posibilidad producirlos a nivel industrial, de manera que contribuyan de manera significativa a la reducción del consumo de combustibles derivados del petróleo y al uso indebido del gas licuado de petróleo, que tiene un alto subsidio por parte del Gobierno***"**

Actividades Realizadas: "*Se contrató una consultoría para la realización de un estudio de factibilidad del uso de la mezcla diesel-biodiesel en Galápagos*".

A la fecha se ha recibido el informe final provisional del estudio, cuyos resultados se darán a conocer a las autoridades y organizaciones más importantes en las islas para su futura implementación.

1.2.4. Prospectiva a mediano y largo plazo

Escenario tendencial

Con la intervención del gobierno en el sector de los biocombustibles en el año 2011 de una manera más directa, se actualiza lo mencionado en el informe anterior, pues a pesar de que todavía es incipiente la intervención del estado, se observa que a partir del último cuatrimestre de 2011 existe al menos la intención política de retomar este tema inicialmente desde el punto de vista social con el fin de generar puestos de trabajo en comunidades que se dedicaban a la elaboración de alcohol artesanal, y en una segunda instancia fruto del estudio realizado por MAGAP, un desarrollo en los biocombustibles de primera y segunda generación en zonas que actualmente no se encuentran siendo utilizadas para cultivos de plantas alimenticias, al menos la voluntad política presidencial tiende a eso.

Por otra parte también se ha revisado el plan maestro de electrificación "2012-2021"[52] publicado por el CONELEC y el mismo le da una consideración muy general aunque de bastante peso a la biomasa en

52 Link a sitio web de CONELEC que permite la descarga del Plan maestro de electrificación: http://www.conelec.gob.ec/documentos.php?cd=4214&l=1

el Ecuador y textualmente dice lo siguiente:

"La biomasa es un recurso energético que agrupa potencialmente a todos aquellos materiales de naturaleza orgánica y con un origen biológico próximo. La biomasa es generada en los ecosistemas naturales (biomasa natural) o como resultado de la actividad humana (biomasa antropogénica) y forma parte de las energías renovables.

La combustión de biomasa constituyó tradicionalmente la fuente de energía más importante desde el descubrimiento del fuego hasta la revolución industrial. En los últimos años, este aprovechamiento ha vuelto a suscitar un gran interés ante la problemática del cambio climático global, cuyo origen parece vinculado al sistema energético actual.

El potencial de biomasa es de gran importancia en el Ecuador por su tradición agrícola y ganadera, cuyas actividades generan gran cantidad de desechos que pueden ser aprovechados energéticamente.

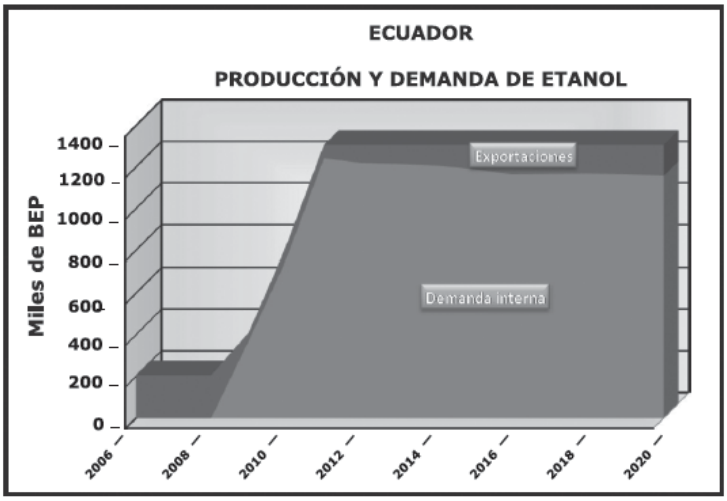
En el Ecuador se han instalado algunas centrales a biomasa, principalmente en base a la utilización del bagazo de caña en el sector privado entre las que destacan: Ecoelectric (36,5 MW), San Carlos (35 MW) y Ecudos (29,8 MW)."

Enlace de descarga directa del Plan Maestro de Electrificación 2012-2021 publicado por CONELEC.

Escenario seleccionado

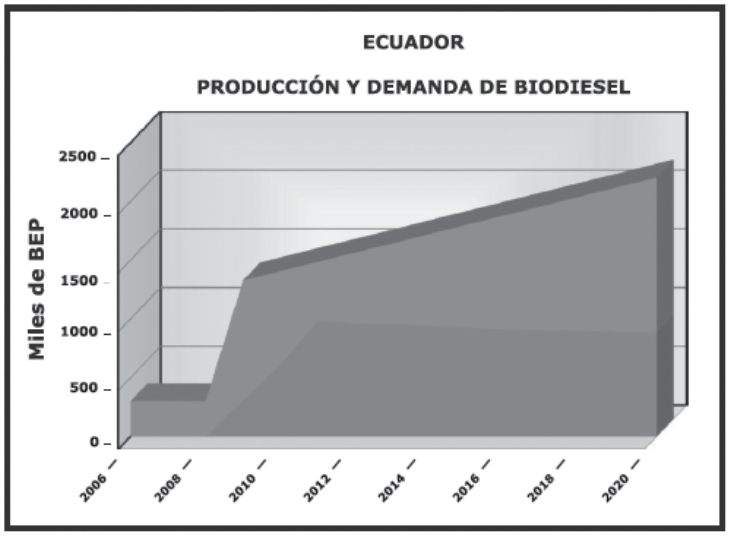
Con las acciones que se han detectado por parte del estado durante este último año, si bien la matriz energética pinta un escenario muy optimista para el que realmente se ha observado, no es menos cierto que existe el interés político de realizar avances en este sector al haber dado un primer paso en la contratación de una consultoría por parte del MAGAP que muestre un escenario más realista del planteado por la matriz energética publicada en 2008 por el MEER y que se encuentra detallado en las gráficas a continuación, mismas que fueron un insumo del informe presentado el año pasado a FAO, siendo la información oficial más certera encontrada hasta ese momento.

GRÁFICO 1:
Producción y Demanda de Etanol



Fuente: Matriz Energética [MEER – 2008]

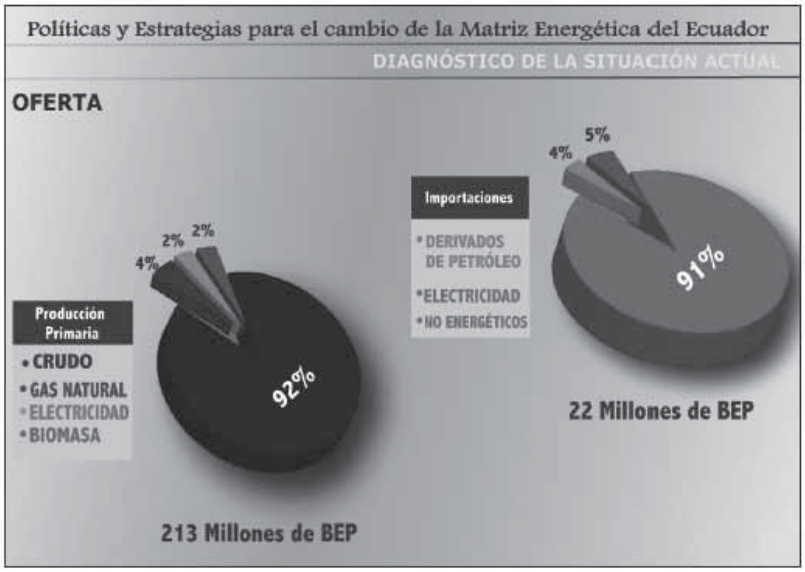
GRÁFICO 2:
Producción y Demanda de Biodiesel



Fuente: Matriz Energética [MEER – 2008]

GRÁFICO 3:

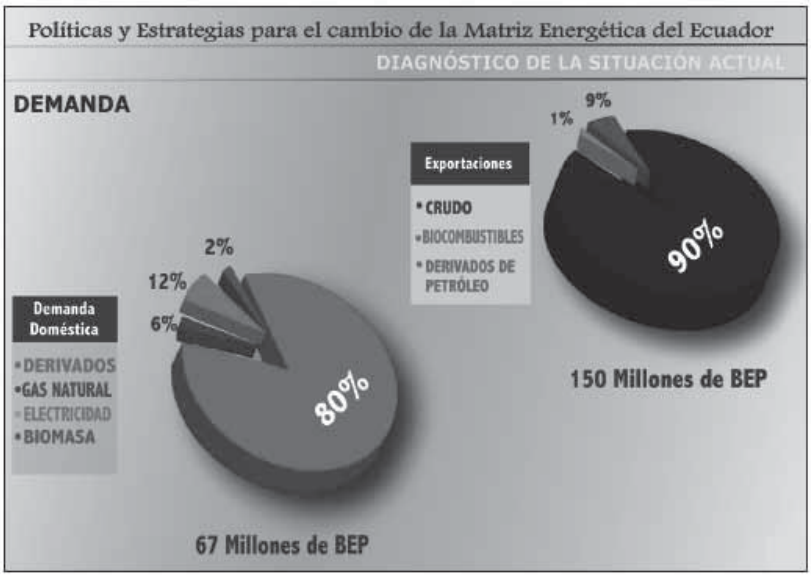
Situación OFERTA - Tipo de materia prima



Fuente: Matriz Energética [MEER – 2008]

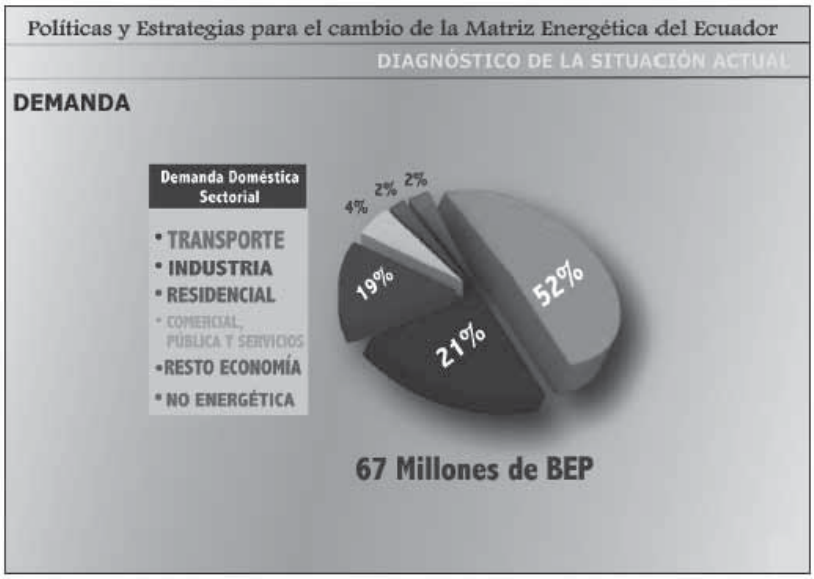
GRÁFICO 4:

Situación DEMANDA - Tipo de materia prima



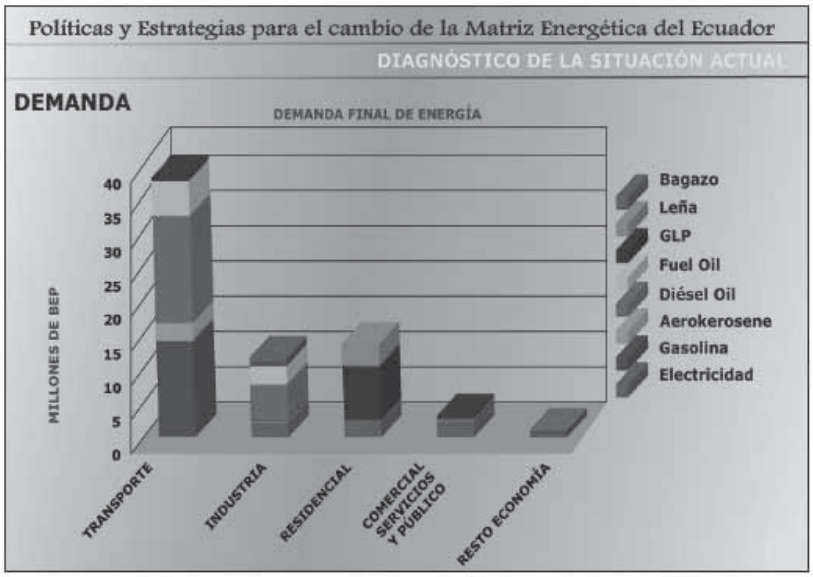
Fuente: Matriz Energética [MEER – 2008]

GRÁFICO 5:
Situación DEMANDA - Sectores



Fuente: Matriz Energética [MEER – 2008]

GRÁFICO 6:
Situación actual DEMANDA - Sectores



Fuente: Matriz Energética [MEER – 2008]

1.2.5. Regulaciones actuales

1) El Consejo Nacional de Electricidad en abril de 2011, expide tres regulaciones que:

2) establece los principios y parámetros que permitan aplicar los casos de excepción para la participación privada en generación de electricidad, definidos en el párrafo segundo del artículo 2 de la Ley del Régimen del Sector Eléctrico **(regulación 002-11)**[53],

3) define la metodología para la determinación de los plazos y precios a aplicarse para los proyectos de generación y autogeneración desarrollados por la iniciativa privada, incluyendo aquellos que usen energías renovables. **(regulación 003-11)**[54]**,**

establece los requisitos, precios, su período de vigencia, y forma de despacho para la energía eléctrica entregada al Sistema Nacional Interconectado y sistemas aislados, por los generadores que utilizan fuentes renovables no convencionales. **(regulación 004-11)**[55]

Estas tres regulaciones en conjunto, permiten a inversionistas privados la posibilidad de participar en la generación de electricidad, y las condiciones y precios preferentes de la regulación 004-11 se describen a continuación:

"Los precios a reconocerse por la energía medida en el punto de entrega, expresados en centavos de dólar de los Estados Unidos por kWh, son aquellos indicados en el cuadro 2. No se reconocerá pago por disponibilidad a la producción de las centrales no convencionales."

CUADRO 2:

Precios Preferentes Energía Renovables en (cUS$/kWh)

CENTRALES	Territorio Continental	Territorio Insular de Galápagos
EÓLICAS	9,13	10,04
FOTOVOLTAICAS	40,03	44,03
SOLAR TERMOELÉCTRICA	31,02	34,12
CORRIENTES MARINAS	44,77	49,25
BIOMASA Y BIOGÁS< 5 MW	11,05	12,16
BIOMASA y BIOGÁS > 5 MW	9,60	10,56
GEOTÉRMICAS	13,21	14,53

53 Link a página web de CONELEC con regulación 002/11 http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=359

54 Link a página web de CONELEC con regulación 003/11 http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=360

55 Link a página web de CONELEC con regulación 004/11 http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=361

CONELEC, también muestra en sus estadísticas e indicadores[56] de potencia efectiva nacional, el aporte que la cogeneración de los ingenios azucareros ha venido aportando al Ecuador y desde cuando esto es aprovechado para servicio público como se detalla en los siguientes cuadros informativos, que si bien es cierto no se ha incrementado, este porcentaje de generación viene a sumar y en teoría se alcanzaría el 6% de generación con fuentes renovables, incluyendo los nuevos proyectos de generación con energías no convencionales que han surgido con las regulaciones anteriormente mencionadas.

CUADRO 3:

Potencia efectiva nacional (MW)

Año	Renovable				No Renovable			Total	Variación (%)
				Térmica	Térmica				
	Hidráulica	Solar	Eólica	Turbo-vapor*	MCI	Turbo-gas	Turbo-vapor		
1999	1.702,8	-	-		277,2	767,3	473,0	3.220,3	
2000	1.702,8	-	-		263,7	767,3	473,0	3.206,8	-0,42%
2001	1.725,5	-	-		269,1	637,3	473,0	3.104,9	-3,18%
2002	1.733,2	-	-		315,5	771,3	473,0	3.293,0	6,06%
2003	1.733,2	-	-		359,5	762,0	503,0	3.357,8	1,97%
2004	1.732,3	-	-	28,0	374,0	766,0	442,0	3.342,4	-0,46%
2005	1.749,9	0,02	-	55,6	479,1	752,5	443,0	3.480,1	4,12%
2006	1.786,0	0,02	-	63,3	724,0	753,5	443,0	3.769,9	8,33%
2007	2.030,7	0,02	2,4	63,3	855,8	752,5	443,0	4.147,7	10,02%
2008	2.032,6	0,02	2,4	94,5	858,6	756,2	443,0	4.187,3	0,95%
2009	2.032,0	0,02	2,4	94,5	966,2	877,2	443,0	4.415,3	5,45%
2010	2.215,2	0,02	2,4	93,4	1.022,5	973,9	454,0	4.761,4	7,84%
2011	2.216,2	0,04	2,4	93,4	1.172,2	897,5	454,0	4.835,8	3,90%
2012**	2.242,7	0,08	2,4	93,4	1.095,9	973,9	454,0	4.862,4	7,84%

Nota: * Se refiere a las centrales de las empresas azucareras que utilizan como combustible Bagazo de Caña

** Actualizado a febrero 2012

- La potencia efectiva de la Interconexión con Colombia es 525,0 MW y con Perú 110,0 MW

56 Link a enlace de CONELEC que muestra indicadores de potencia efectiva instalada a nivel nacional: http://www.conelec.gob.ec/indicadores/

CUADRO 4:
Potencia efectiva nacional para servicio público (MW)

Año	Renovable				No Renovable			Total	Variación (%)
					Térmica				
	Hidráulica	Solar	Eólica	Térmica Turbo-vapor*	MCI	Turbo-gas	Turbo-vapor		
1999	1.702,96	-	-	-	273,82	767,30	473,00	3.217,08	
2000	1.702,96	-	-	-	260,31	767,30	473,00	3.203,57	-0,42%
2001	1.711,16	-	-	-	265,69	637,30	473,00	3.087,15	-3,63%
2002	1.713,05	-	-	-	276,40	771,30	473,00	3.233,75	4,75%
2003	1.707,04	-	-	-	275,15	762,00	503,00	3.247,19	0,42%
2004	1.707,28	-	-	-	262,90	766,00	442,00	3.178,18	-2,13%
2005	1.722,26	0,02	-	-	253,66	752,50	443,00	3.171,44	-0,21%
2006	1.743,27	0,02	-	-	388,47	753,50	443,00	3.328,26	4,94%
2007	1.985,75	0,02	2,40	-	427,09	752,50	443,00	3.610,76	8,49%
2008	1.992,82	0,02	2,40	65,55	420,13	756,20	443,00	3.680,11	1,92%
2009	1.992,24	0,02	2,40	65,55	488,75	877,20	443,00	3.869,16	5,14%
2010	2.178,44	0,02	2,40	63,70	580,29	897,50	443,00	4.165,34	7,61%
2011	2.179,87	0,02	2,40	63,70	632,69	835,50	443,00	4.157,17	4,16%
2012**	2.179,87	0,02	2,40	63,70	632,69	835,50	443,00	4.157,17	7,61%

Nota: * Se refiere a las centrales de las empresas azucareras que utilizan como combustible Bagazo de Caña

** Actualizado a febrero 2012

2. CADENAS PRODUCTIVAS

2.1 Cadena de biodiesel

En Ecuador mayoritariamente se produce biodiesel a partir de la palma africana.

Marco conceptual de la cadena de suministro

La palma aceitera fue introducida en nuestro país en 1953, en la provincia de Esmeraldas, cantón La Concordia, por Roscoe Scott; en esa época las plantaciones eran relativamente pequeñas. No es sino hasta el año de 1967 cuando comienza a entrar en auge con más de 1.000 hectáreas sembradas.

En la actualidad, el cultivo de palma africana es uno de los principales cultivos en el país debido a los múltiples usos de esta planta y así también a su uso como biocombustible. Se cultiva principalmente en la provincias de Esmeraldas, Los Ríos, Pichincha, Santo Domingo y la provincias Orientales de Sucumbíos y Orellana.

Los frutos de la palma aceitera son carnosos y forman un racimo. Estos racimos son cultivados y llevados a las plantas extractoras de aceite donde después de varios procesos físicos y químicos, se logra extraer el aceite. Este se utiliza en la industria alimenticia para hacer manteca vegetal, utilizada como aceite para freír o aliñar; se puede elaborar también derivados equivalentes al aceite de cacao y jabón. Actualmente dada la demanda de biocombustibles, se utiliza también con este. Algunos de los subproductos resultantes en el proceso son utilizados como abono para las mismas plantas y como fuente de extracción de un aceite mucho más fino que el que se obtiene de esta.

Según datos estadísticos de ANCUPA en el 2009, se han sembrado cerca de 23.000 ha de palma africana. La inversión total tanto en siembra como en el proceso de industrialización de la palma asciende a US$1.380.230.000, generando cerca de 168.667 empleos tanto directos como indirectos.

CUADRO 5:

Oleaginosas para el Ecuador

QUE SIGNIFICA LA CADENA DE OLEAGINOSAS PARA EL ECUADOR		
Superficie Sembrada con Palma Aceitera	230.000	ha
Inversión Agrícola	$920.000.000	dólares
Inversión Extracción	$160.000.000	dólares
Inversión Industrial	$300.000.000	dólares
TOTAL SECTOR AGROINDUSTRIAL :	**$1.380.230.000**	dólares
Generación Trabajo directo (Agr. e Ind.)	76.667	empleos
Generación de Trabajo indirecto (Agr. e Ind.)	92.000	empleos
TOTAL EMPLEOS :	**168.667**	empleos
Producción Agrícola 2009 (Ac. Crudo)	447.000	t
A precios Actuales	371.457.000	dólares
Consumo Nacional	210.000	t
Excedentes (Exportación)	237.000	t
A precios Actuales	196.947.000	dólares
Ahorro de divisas por Exportaciones	$148.680.000	dólares

Fuente: ANCUPA 2010

La producción Nacional de Palma Africana en el 1993 fue de 152.537.00 TM, desde entonces la producción de esta se ha incrementado en un 293 % llegando a ser en el 2009 de 447 667.00 t. El consumo nacional está alrededor de los 210.000 t, dejando alrededor de 235.667 t de excedentes que son exportados a otros países

CUADRO 6:

Producción y Excedentes de Palma Africana en el Ecuador

PRODUCCION Y EXCEDENTES EN EL ECUADOR		
AÑO	PRODUCCION t	EXCEDENTE t
1993	152.537,00	0,00
1994	174.413,00	6.402,00
1995	185.206,00	17.234,00
1996	180.337,00	23.983,00
1997	203.308,00	17.724,00
1998	198.495,00	18.696,00
1999	267.246,00	69.158,00
2000	222.195,00	24.655,00
2001	224.195,00	25.380,00
2002	238.798,00	39.290,00
2003	261.932,00	61.729,00
2004	279.152,03	81.354,39
2005	319.338,16	138.693,80
2006	352.120,40	148.080,99
2007	396.301,00	204.546,00
2008	418.379,20	218.379,20
2009	447.667,00	235.667,00
Fuente: FEDAPAL		

Fuente: FEDAPAL

Con estos antecedentes se estima que la superficie de palma africana sembrada para el 2019 sea de alrededor de 391.000 ha.

CUADRO 7:

Oleaginosas para el Ecuador, proyecciones 2019

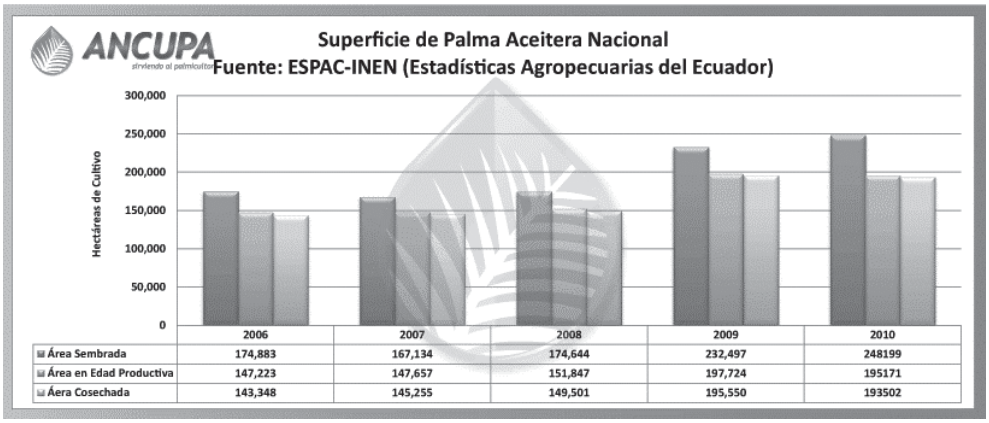
LA CADENA DE OLEAGINOSAS EN PROYECCIÓN A 10 AÑOS (2019)		
Superficie Sembrada con Palma Aceitera	391.000	ha
Producción Agrícola 2019 (Ac. Crudo)	1.173.000	t
A precios Actuales	$830.484.000	dólares
Consumo Nacional	315.000	t
Excedentes (Exportación)	858.000	t
A precios Actuales	$607.464.000	dólares
Ahorro de divisas por Exportaciones	$223.020.000	dólares
Generación Trabajo directa (Agr. e Ind.)	130.333	empleos
Generación de Trabajo indirecta (Agr. e Ind.)	156.400	empleos

Fuente: ANCUPA 2010

Como una interesante actualización al anterior informe se debe mencionar lo destacado en la página WEB de ANCUPA[57], misma que muestra estadísticas sobre los datos referentes a la palma africana en Ecuador y su evolución en superficie cultivada desde el año 2006.

GRÁFICO 7:

Superficie de Palma Aceitera Nacional



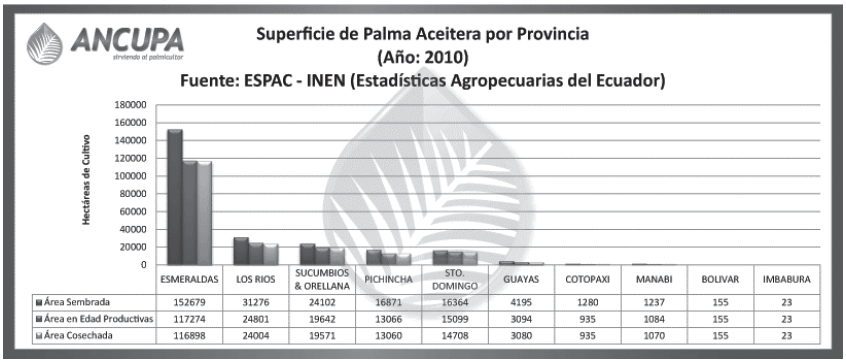
Fuente: ESPAC-INEN (Estadísticas Agropecuarias del Ecuador)

57 Link a sitio web de estadísticas de ANCUPA sobre la situación de la Palma en Ecuador http://www.ancupa.com/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=75

ANCUPA, de igual manera provee información relevante sobre la proyección de la estratificación de los palmicultores ecuatorianos según

GRÁFICO 8:

Superficie de Palma Aceitera por Provincia (año 2010)

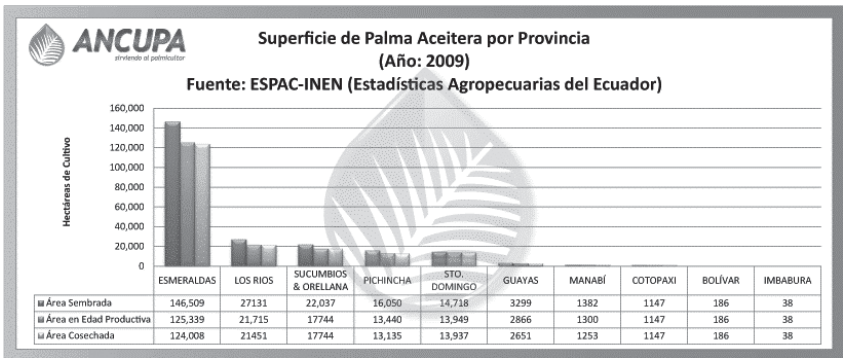


	ESMERALDAS	LOS RIOS	SUCUMBIOS & ORELLANA	PICHINCHA	STO. DOMINGO	GUAYAS	COTOPAXI	MANABI	BOLIVAR	IMBABURA
Área Sembrada	152679	31276	24102	16871	16364	4195	1280	1237	155	23
Área en Edad Productivas	117274	24801	19642	13066	15099	3094	935	1084	155	23
Área Cosechada	116898	24004	19571	13060	14708	3080	935	1070	155	23

Fuente: ESPAC-INEN (Estadísticas Agropecuarias del Ecuador)

GRÁFICO 9:

Superficie de Palma Aceitera por Provincia (año 2009)

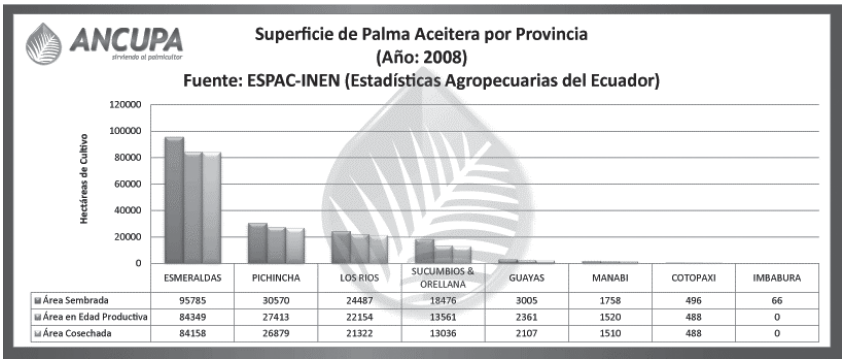


	ESMERALDAS	LOS RIOS	SUCUMBIOS & ORELLANA	PICHINCHA	STO. DOMINGO	GUAYAS	MANABÍ	COTOPAXI	BOLÍVAR	IMBABURA
Área Sembrada	146,509	27131	22,037	16,050	14,718	3299	1382	1147	186	38
Área en Edad Productiva	125,339	21,715	17744	13,440	13,949	2866	1300	1147	186	38
Área Cosechada	124,008	21451	17744	13,135	13,937	2651	1253	1147	186	38

Fuente: ESPAC-INEN (Estadísticas Agropecuarias del Ecuador)

GRÁFICO 10:

Superficie de Palma Aceitera por Provincia (año 2008)

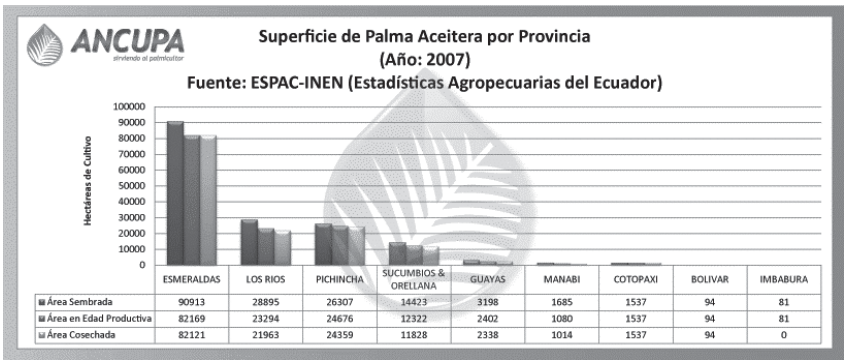


	ESMERALDAS	PICHINCHA	LOS RIOS	SUCUMBIOS & ORELLANA	GUAYAS	MANABI	COTOPAXI	IMBABURA
Área Sembrada	95785	30570	24487	18476	3005	1758	496	66
Área en Edad Productiva	84349	27413	22154	13561	2361	1520	488	0
Área Cosechada	84158	26879	21322	13036	2107	1510	488	0

Fuente: ESPAC-INEN (Estadísticas Agropecuarias del Ecuador)

GRÁFICO 11:

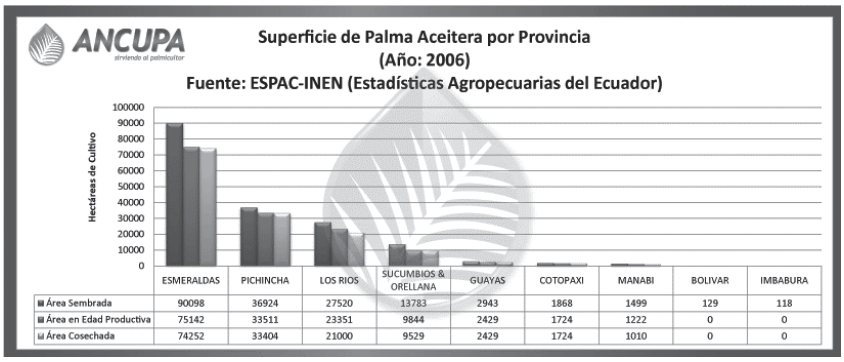
Superficie de Palma Aceitera por Provincia (año 2007)



Fuente: ESPAC-INEN (Estadísticas Agropecuarias del Ecuador)

GRÁFICO 12:

Superficie de Palma Aceitera por Provincia (año 2006)



Fuente: ESPAC-INEN (Estadísticas Agropecuarias del Ecuador)

CUADRO 7:

Proyección para estratificación de Palmicultores en Ecuador

ANCUPA

ESTRATIFICACIÓN DE LOS PALMICULTORES				
Rango (ha)	Superficie (ha)	%	Cantidad de Palmicultores	%
1 - 10	16589	7%	2507	42%
11 - 20	21610	9%	1266	21%
21 - 50	56827	24%	1452	24%
51 - 100	44904	19%	504	8%
101 - 200	36061	15%	192	3%
201 - 500	20580	9%	55	1%
501 - 1000	13063	5%	15	0%
más de 1000	30366	13%	9	0%
TOTAL	240000	100%	6000	100%
Fuente: Proyección ANCUPA 2010				

Fuente: ANCUPA 2010

la cantidad de superficie sembrada de palma, en un cuadro que se adjunta a continuación:

Marco Administrativo – Regulatorio

El Consejo Consultivo se encuentra coordinado por la Subsecretaría de Servicios Técnicos, se encuentra vigente con Acuerdo Nº 81 publicado en el R.O. Nº 111, del 25 de junio de 2003. Sus miembros son: un representante del Ministerio de Industria y Productividad, un principal y un alterno en representación de los productores de materia prima (Palma Aceitera) o sus delegados, un principal y un alterno en representación de la industria extractora, un principal y un alterno en representación de la industria refinadora de aceites y grasas, un principal y un alterno en representación de los exportadores de productos primarios, un principal y un alterno en representación de los exportadores de aceites y grasas, un representante del Consejo Consultivo de la Soya y un representante del INIAP; es presidido por el MAGAP.

El 17 de septiembre de 2012, el presidente de la república, Rafael Correa Delgado, mediante decreto ejecutivo Nro. 1303, con el fin de diversificar y fomentar la utilización de energías renovables, decreta de interés nacional el desarrollo de los biocombustibles en el Ecuador; y que, en un plazo de 8 meses contados desde la suscripción de dicho decreto, "*la distribución y comercialización de la mezcla de diesel base con biodiesel de producción nacional, se aplicará en todo el territorio nacional en una proporción del 5% de biodiesel (B5), de acuerdo a los requisitos técnicos que determine la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (artículo 3)*"; menciona además que: "*la producción, distribución y comercialización de biodiesel estará sometida a la libre competencia, y como tal, podrán participar en estas actividades las personas naturales o jurídicas de carácter público o privado, en igualdad de condiciones, según lo estable la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (artículo 4)*", finalmente con respecto a su transportación el artículo 5 de dicho decreto menciona que: "*La transportación de biodiesel desde los centros de producción hasta las terminales de la EP PETROECUADOR, será de responsabilidad de los productores, distribuidores y comercializadores de biodiesel; y, la recepción, almacenamiento, mezcla del biodiesel con diesel base y la comercialización de dicha mezcla, será responsabilidad de EP PETROECUADOR de acuerdo a la normativa que establezca la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero,…*"

La disposición general del decreto 1303 dice lo siguiente:

"*Primera.- El combustible diesel destinado al sector automotriz que se utilice en el país deberá ir incrementando progresivamente el porcentaje de biodiesel de origen vegetal de producción nacional, hasta llegar a un 10% (B10); incremento que se aplicará en función de la oferta nacional de biodiesel y de acuerdo con los requisitos técnicos defini-*

dos por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. En caso de déficit de producción nacional de biodiesel, se podrá establecer medidas transitorias de reducción del porcentaje de mezcla."

Para conseguir la consecución de este decreto, las carteras de estado, Ministerio Coordinador de la Producción, Empleo y Competitividad y Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos, deberán coordinar la ejecución conjuntamente con los Ministerios de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, y Ambiente, así como con EP PETROECUADOR y la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero ARCH, y el INEN, las siguientes actividades:

CUADRO 8:

Acciones en el programa de biocombustibles en Ecuador

ACCIÓN	RESPONSABLE	PLAZO
Definición del cronograma de comercialización de la mezcla (diesel + biodiesel), en las estaciones de servicio de todo el territorio nacional	EP PETROECUADOR ARCH	2 meses
Expedición del mapa de zonificación agroecológica para el cultivo de palma aceitera	MCPEC MAGAP MAE	2 meses
Definición del mecanismo para la fijación del precio del galón de biodiesel, a nivel de Terminales de EP PETROECUADOR	MICSE EP PETROECUADOR	3 meses
Determinación de la norma técnica para garantizar la calidad del biodiesel a partir de la palma aceitera y otras fuentes de aceite para su elaboración, así como la calidad de la mezcla	ARCH INEN	3 meses
Construcción y realización de adecuaciones necesarias de infraestructura y equipos en los Terminales Pascuales y Beaterio que garanticen la preparación, almacenamiento, calidad y volumen de la mezcla del biodiesel con diesel base.	EP PETROECUADOR	8 meses

Puntos críticos

- Se deberán tomar las medidas necesarias para reactivas a este Consejo Consultivo deberá para que sea más activo en función de este último decreto presidencial que reactivaría esta cadena.
- Se deberá seguir muy de cerca las diferentes acciones que los actores privados puedan tomar una vez que se tenga listo el aparataje descrito en el Decreto Ejecutivo 1303 sobre todo respecto al tema ambiental.

Estacionalidad

Es un cultivo perenne.

Producción

CUADRO 9:

Producción de Palma de Africa, importaciones y exportaciones de aceite de crudo

PRODUCCIÓN DE PALMA AFRICA, IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE ACEITE DE CRUDO				
Años	Producción de Fruta TM	Producción de Aceite TM	Exportaciones Aceite Crudo TM	Importaciones Aceite Crudo TM
2000	1.110.975,38	222.195,08	13.441,74	2.000,00
2001	1.026.982,29	205.396,46	3.928,62	3.887,01
2002	1.190.631,68	238.126,34	31.825,65	1.832,52
2003	1.309.660,77	261.932,15	58.969,47	1.041,43
2004	1.395.760,14	279.152,03	66.244,85	8,49
2005	1.596.690,78	319.338,16	121.293,75	40,10
2006	1.708.556,60	352.120,40	115.693,87	44,76
2007	1.981.506,98	396.301,40	183.273,14	76,48
2008	2.091.896,00	418.379,20	177.491,04	574,30
2009	2.238.335,00	447.667,00	185.599,46	37,26
2010	2.456.810,00	491.362,00	144.686,74	15.501,70

Fuente: ANCUPA/SIGAGRO

Elaboración. SST/DGA

GRÁFICO 12:

Comportamiento de la producción de aceite de palma

Producción de Palma Africana - Importaciones y exportaciones de aceite de crudo

Precios

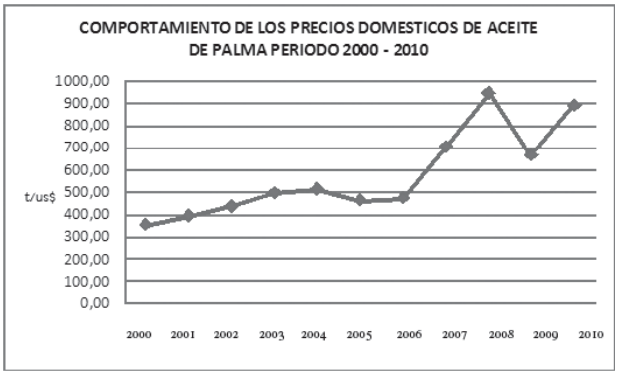
CUADRO 10:

Precios domésticos de aceite y fruta de palma

PRECIOS DOMÉSTICOS DE ACEITE Y FRUTA DE PALMA			
Años	Precio Aceite USD/TM	Precio Fruta (USD/45,36 Kg)	
	Ecuador	Quinindé	Quevedo
2000	349,49	59,41	57,67
2001	392,50	66,73	64,76
2002	433,08	73,62	71,46
2003	496,36	84,38	81,9
2004	510,67	86,81	84,26
2005	459,67	78,14	75,85
2006	470,33	79,96	77,61
2007	706,42	120,09	116,56
2008	947,92	161,15	156,41
2009	663,00	113,9	110,55
2010	889,67	150,13	145,72

GRÁFICO 13:

Comportamiento de los precios domésticos de aceite de palma



Precios domésticos de aceite y fruta de Palma

FEDAPAL[58] por su parte también cuenta con estadísticas del sector y nos muestra datos proyectados hasta el presente año de la producción de aceite de palma africana en Ecuador, esta información también se encuentra disponible en su página web[59].

58 Link a sitio web de FEDAPAL: http://www.fedapal.com/#

59 Link a sitio web de FEDAPAL – Estadísticas de producción de aceite de palma http://www.fedapal.com/estad/prodec.pdf

CUADRO 11:

Ecuador: Producción, consumo y excedentes de aceite de palma

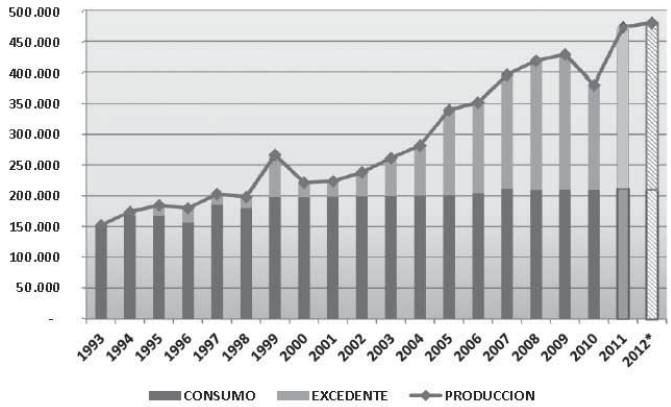
AÑO	PRODUCCION t	CONSUMO t	EXCEDENTE t
1993	152.537	152.537	-
1994	174.413	168.011	6.402
1995	185.206	167.972	17.234
1996	180.337	156.354	23.983
1997	203.308	185.584	17.724
1998	198.495	179.799	18.696
1999	267.246	198.088	69.158
2000	222.195	197.540	24.655
2001	224.195	198.815	25.380
2002	238.798	199.508	39.290
2003	261.932	200.203	61.729
2004	282.152	200.798	81.354
2005	339.952	201.258	138.694
2006	352.120	204.039	148.081
2007	396.301	211.277	185.024
2008	418.380	209.675	208.705
2009	428.594	210.485	218.109
2010	380.301	209.840	170.461
2011	472.988	211.949	261.039
2012*	480.000	210.000	270.000

*Estimado
No considera inventarios

Fuente: FEDAPAL

GRÁFICO 14:

Producción, consumo, excedente de aceite de palma africana (tonelada)

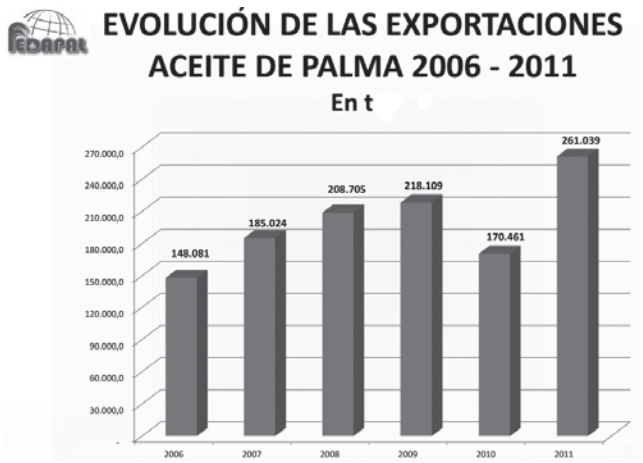


Fuente: FEDAPAL

Otra importante referencia es la información que FEDAPAL presenta sobre la evolución de las exportaciones de aceite de palma hasta el año 2011 es mostrada en un diagrama de barras que se detalla a continuación:

GRÁFICO 15:

Evolución de las exportaciones aceite de palma 2006-2011



Fuente: FEDAPAL[60]

Finalmente, respecto al aceite de palma FEDAPAL muestra estadísticas del tipo de exportaciones por destino[61] y por producto[62] del aceite de palma ecuatoriano y que se muestran a continuación, destacando que en el año 2010 de un total de 170.461 t, el 3% fue utilizado para la elaboración de biodiesel, mientras que en el 2011, las exportaciones crecieron a 261.039 t, pero en esta ocasión solo el 1% fue transformado a biodiesel.

Como un dato a tomar en cuenta referente al posicionamiento a nivel regional de Ecuador respecto a la producción de aceite de palma, la revista Líderes, suplemento que circula con El Comercio de Ecuador, menciona en un artículo[63] del

60 Link a sitio web de FEDAPAL – Evolución de las exportaciones de aceite de palma http://www.fedapal.com/estad/evolexport61.pdf

61 Link a sitio web de FEDAPAL – Exportaciones de aceite de palma por destino: http://www.fedapal.com/estad/x1011.pdf

62 Link a sitio web de FEDAPAL – Exportaciones de aceite de palma por producto: http://www.fedapal.com/estad/prod1011.pdf

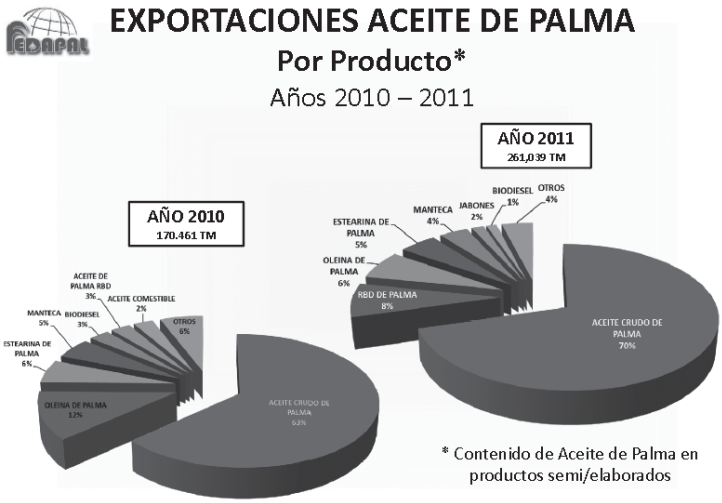
63 Link a artículo de revista líderes referente al posicionamiento de Ecuador en la región en la producción de aceite de

GRÁFICO 16:

Exportaciones aceite de palma (toneladas)

GRÁFICO 17:

Exportaciones aceite de palma (toneladas)



30 de Marzo de 2012, textualmente lo siguiente: "*Ecuador es el segundo productor de aceite de palma a escala regional. Así lo estableció la consultora Oil World tras un estudio efectuado entre septiembre del 2010 y octubre del 2011. El país tiene el 15,1% de la producción regional; Colombia es el líder con el 31,6% de la producción y Honduras está en tercer lugar con el 11,2%. El porcen-*

palma africana http://www.revistalideres.ec/mercados/aceite-palma-ecuatoriano-exporta_0_673132693.html

taje restante (57,9%) se divide entre otros países. Otro dato lo tiene la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (ANCUPA): el gremio indica que la producción ha crecido de un 5 a un 10% anual en los últimos 10 años.", dato que fue presentado a propósito de la III Conferencia Latinoamericana RSPO para la producción sostenible de aceite de palma, jornada que se cumplió durante marzo de 2012 en Quito Ecuador y que contó con el respaldo de ACNUPA, el Ministerio de Industrias y Productividad y la consultora Sambito, según lo reseña la mencionada revista.

Descripción de los impactos económicos y sociales

Según Alfredo Barriga, PHD de la Escuela Politécnica del Litoral, institución de educación superior ubicada en Guayaquil, menciona en un análisis realizado en noviembre de 2007 lo siguiente:

"Biodiesel de palma aceitera es la más desarrollada en Ecuador. La producción total de aceite crudo en 2006 fue alrededor de 350 mil TM, de las cuales se exportó cerca de 150 t, con un área de producción de 200 mil hectáreas"

"En el caso de Jatropha curcas (Piñón en Ecuador), este es un cultivo que se ha desarrollado de forma silvestre en zonas marginales, y se usa en algunos casos como cercas vivas para alejar animales en razón de sus características un tanto tóxicas de hojas y fruto."

"En Ecuador el Piñón se desarrolla de manera silvestre en zonas de las provincias de Manabí, Loja y Machala, así como en menor escala en Guayas. Muchos de las agricultores indagados confirman conocer existencia de estos cultivos silvestres, si bien no conocen claramente la productividad ni condiciones para cultivos más formales..." esto en el año 2007.

Piñón - Jatropha curcas

Se ha considerado dentro de este informe los avances del proyecto Piñón ya que en Ecuador este proyecto tiene un alcance importante debido a lo delicado de la situación ambiental en el archipiélago de Galápagos y la manera positiva en que ha impactado tanto al Ecuador continental como el insular, no se tienen estudios exhaustivos de una cadena de producción de este producto.

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, a través de la Dirección Nacional de Biocombustibles, está llevando a cabo el proyecto piloto "Piñón – Galápagos". Dicho proyecto fue presentado en conjunto con el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca y cuenta con el apoyo del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad de los Reactores (BMU), a través de la Cooperación Alemana, GIZ. El proyecto surgió como resultado del estudio de factibilidad para la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles para la

generación de energía eléctrica en la Isla Floreana, contratado en el año 2007, por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y ejecutado por el Servicio Alemán, en el cual se recomendó el uso de aceite vegetal puro de piñón, como la mejor opción para el reemplazo del diesel.

La generación de electricidad a partir de aceite vegetal puro en la Isla Floreana tiene miras a replicarse a nivel insular, de tal forma que se integre la generación eléctrica proveniente de fuentes renovables no convencionales, como la eólica y fotovoltaica, con la térmica proveniente de aceite vegetal puro de piñón y de esta forma dar cumplimiento con la iniciativa Cero Combustibles Fósiles en el Archipiélago de Galápagos, al mismo tiempo, se espera contribuir al desarrollo agroindustrial del piñón (jatropha curcas) existente principalmente en la cerca viva de la provincia de Manabí.

En el área agrícola, a partir del 2009 se está desarrollando un programa de investigación y capacitación, con la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, y la participación de investigadores privados locales quienes han mostrado alto interés en el proyecto. La investigación realizada por INIAP presentó interesantes resultados, en cuanto a determinación de variedades existentes, técnicas para incrementar la producción, posibles enfermedades y plagas entre otros, en este año se ha conseguido continuidad en el trabajo desarrollado por INIAP con el que se espera alcanzar una reactivación del sector agropecuario marginal en Manabí en base del piñón.

En 2010 con el apoyo de las Escuelas de la Revolución Agropecuaria, del MAGAP, se trabajó en alrededor de 15 organizaciones campesinas, entre las que destacan las de los cantones: Chone, Sucre, San Vicente, Tosagua, Rocafuerte, Junín, Calceta, Portoviejo, Santa Ana y Jipijapa, en las cuales se ha dado capacitación sobre poda y manejo apropiado de cerca; se ha llevado a cabo un plan de compra y acopio de semilla de piñón y se ha concienciado sobre la posibilidad de obtener un ingreso adicional por la venta de un producto que hasta la fecha, no tenía un valor económico representativo. En el año 2011, el número de comunidades con las que se trabajó para la recolección y acopio ascendió a 40, beneficiando a más de 240 familias de la provincia.

En el 2009 se comercializaron y acopiaron 118 quintales de semilla seca y limpia, y 480 quintales de frutos secos, en el 2010 se adquirieron 727 quintales de frutos secos en cáscara y 196 quintales de semilla. De las cosechas 2009 y 2010, se obtuvieron en total 2.560 galones (9.691 litros) de aceite de piñón. En lo que va del año 2011 se ha acopiado 2.433 quintales de piñón del que se espera obtener 9.444 galones (36.608,7 litros) de aceite que será enviado a la isla Floreana para ser utilizado en la generación eléctrica, esta cantidad de aceite se estima

podrá sustentar la generación durante un periodo de 8 meses, suficientes para alcanzar la cosecha del próximo año, sin embargo, hay que aclarar que esta proyección contempla que los grupos trabajen durante las 9 horas.

El proyecto, desde su concepción, ha contemplado el uso de este aceite de piñón para la generación térmica durante un periodo de 9 horas diarias debido a la existencia del sistema fotovoltaico instalado en el edificio multipropósito de la isla, cuya operación y mantenimiento son de responsabilidad de Elecgalápagos. Sin embargo, a mediados del 2009, la generación fotovoltaica dejó de alimentar la red eléctrica de la isla y la población experimento por varios meses cortes de energía y el suministro de apenas 9 y 12 horas diarias, para lo cual se utilizaban los generadores a diesel existentes en la isla.

Una vez que los nuevos grupos electrógenos fueron instalados en la casa de máquinas y se concluyeron las pruebas, la empresa eléctrica operó los equipos durante las 24 horas al día utilizando únicamente el aceite de piñón suministrado por el proyecto, esta decisión hizo que el volumen de aceite enviado abastezca la operación alrededor de dos meses. No obstante, se debe recalcar que el concepto del proyecto es implementar generadores duales, de manera que se opere con diesel o aceite dependiendo de la disponibilidad, sin necesidad de ningún cambio tecnológico u operacional; y esta concepción se sustentó en la posibilidad no contar con la producción de aceite de piñón por causas climáticas y el tiempo que demora el desarrollo en sí de nuevos conceptos agrícolas, en donde se requiere trabajo constante durante por lo menos 3 años.

Debido al carácter innovador del proyecto, se ha requerido superar múltiples dificultades, sin embargo, el 8 de febrero de 2011, se realizó la inauguración de la Central de Generación Térmica a partir de Aceite Vegetal Puro de Piñón en la Isla Floreana y el 10 y 11 de febrero de 2011 se llevó a cabo el Seminario "Experiencias del Proyecto Piñón para Galápagos" en la ciudad de Guayaquil, en donde se dio a conocer los resultados obtenidos y las lecciones aprendidas durante el desarrollo del proyecto.

El proyecto contempla la implementación de una planta de extracción en una comunidad de Manabí, que será la beneficiaria de la comercialización del aceite. Esta actividad se ha postergado para finales del 2011, debido a que se requirió experiencia en extracción considerando factores de presión y temperatura que permita alcanzar la calidad del combustible requerida. Dicha experiencia se ha conseguido a través de pruebas en prototipos de extractoras y servicios de plantas locales.

Palma Africana

Por la parte privada, La Fabril, empresa ecuatoriana con sede en la

ciudad de Manta, también fabrica Biodiesel hecho a base del extracto de Palma Aceitera o Palma Africana, que se cultiva en nuestro país.

La Fabril es la única Industria a nivel Sudamericano que cuenta con la licencia Internacional EPA (Environmental Protection Agency) para exportar este producto a los Estados Unidos desde el 29 de agosto del 2005.

En el 2008 el Ecuador fue el segundo productor de biodiesel de aceite de palma en América Latina. Se exportó el 55% de la producción nacional de este aceite y el excedente se convierte en una excelente m La empresa en sus dos plantas industriales en Manta y Guayaquil cuenta con tecnología que permite mediante procesos de transesterificación obtener y garantizar un biocombustible de altísima calidad.

Los mercados a donde llega el biodiesel son los Estados Unidos, Alemania y Perú. (Fuente eldiario.ec)

Para tener más información al respecto de esta empresa se puede visitar la web: www.lafabril.com

Descripción de los impactos ambientales

En el país excepto el caso puntual de La Fabril no se cuenta con proyectos de biodiesel ejecutados a nivel gubernamental, por lo cual no se puede medir los impactos ambientales que se pueden generar, sin embargo en la cadena de Palma Africana descrita anteriormente podemos medir los impactos ambientales del cultivo.

2.2. Cadena de etanol

El etanol es un alcohol líquido compuesto de carbono, hidrógeno y oxígeno. Resulta de la fermentación de azúcar o de almidón convertido en azúcar, extraídos ambos de la caña de azúcar. También puede producirse a partir de la celulosa de los desechos agrícolas, urbanos o forestales, conocidos como biomasa.

Al mezclarlo con la gasolina, sus concentraciones varían entre 5% y 10%, pero pueden alcanzar hasta 85% para los vehículos, especialmente diseñados para utilizar altos contenidos de etanol. Considerando el ciclo de vida útil, la combustión de carburantes que contienen etanol emite menos dióxido de carbono (CO_2) que la gasolina pura. Su uso permitiría reducir las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la combustión de energía fósil.

Caña de Azúcar

Marco conceptual de la cadena de suministro

Actualmente el país tiene instalados 6 ingenios azucareros: Ingenio La Troncal con 20.400 ha, una producción de 3.131.200 sacos de 50 kg de azúcar, un promedio de rendimientos de 61 toneladas/ha y un rendi-

miento de 1,94 sacos/toneladas; el Ingenio Valdez con 16.340 ha, una producción de 2.472.000 sacos de 50 kg, un promedio de rendimiento de 66 toneladas/ha y un rendimiento de 2,28 sacos/toneladas; el Ingenio San Carlos con 20.400 ha, una producción de 2.636.800 sacos de 50 Kg, un promedio de rendimiento de 61 toneladas/ha y un rendimiento en 1,86 sacos/toneladas; el Ingenio Monterrey con 1.653 ha, una producción de 340.000 sacos de 50 Kg, un promedio de rendimiento de 101 toneladas/ha y un rendimiento en 2,04 sacos/toneladas y el Ingenio Isabel María con 1.500 ha, una producción de 250.000 sacos de 50 Kg, un promedio de rendimiento de 70 toneladas/ha y un rendimiento en 1,76 sacos/toneladas totalizando 70.085 hectáreas (datos MAGAP 2010).

Según estadísticas del MAGAP en el año 2010 existieron 79.913 ha de caña de azúcar y una producción bruta de 5.618.045 t con un rendimiento promedio de 70,30 t/ha. La sierra ecuatoriana tiene la mayor superficie de producción de caña de azúcar llegando a las 53.249 ha. Con una producción de 3.106.192 t. En la provincia de Guayas con 18.392 ha, Azuay con 10.000 ha; Cañar con 6.254 ha, Loja con 5.300 ha, Chimborazo con 6.295 ha e Imbabura con 4.200 ha. La región amazónica con una producción de 8.272 ha, en Sucumbíos 159 ha, en Napo 320 ha, en Orellana 120 ha; en Pastaza 4.500 ha; en Morona Santiago 1.382 ha y en Zamora Chinchipe 1.800 ha. La producción nacional de panela se estima en rendimientos que van desde el 10% al 15 %.

Como podemos ver en el diagrama adjunto tenemos un mapeo de la cadena de la caña de azúcar conde se tiene que se presenta a los actores involucrados de la misma y los productos y subproductos que se tienen tanto para uso alimenticio (la mayoría) como para uso industrial describiéndose en otros un porcentaje minoritario que de usa para bioenergia (ver Figura 4).

Marco Administrativo – Regulatorio

El Consejo Consultivo es coordinado por la Subsecretaria del Litoral Sur del MAGAP, creado mediante Decreto Ejecutivo Nº 3.609 del 20/03/2003, y está conformado por: Unión Nacional de Cañicultores (UNCE), Federación Nacional de Azucareros FENAZUCAR, Asociación de Industriales Consumidores de Azúcar AINCA y el MAGAP.

Puntos Críticos

La cadena productiva y de suministro presenta algunos puntos críticos que deben ser tomados en cuenta para una adecuada gestión de la información necesaria para el análisis requerido.

- Establecimiento de los precios de la caña de azúcar a inicio de cosecha.
- Precio vigente zafra 2010: US$ 24,75/t caña de caña en pie, to-

FIGURA 4:
Mapeo de la cadena de caña de azúcar

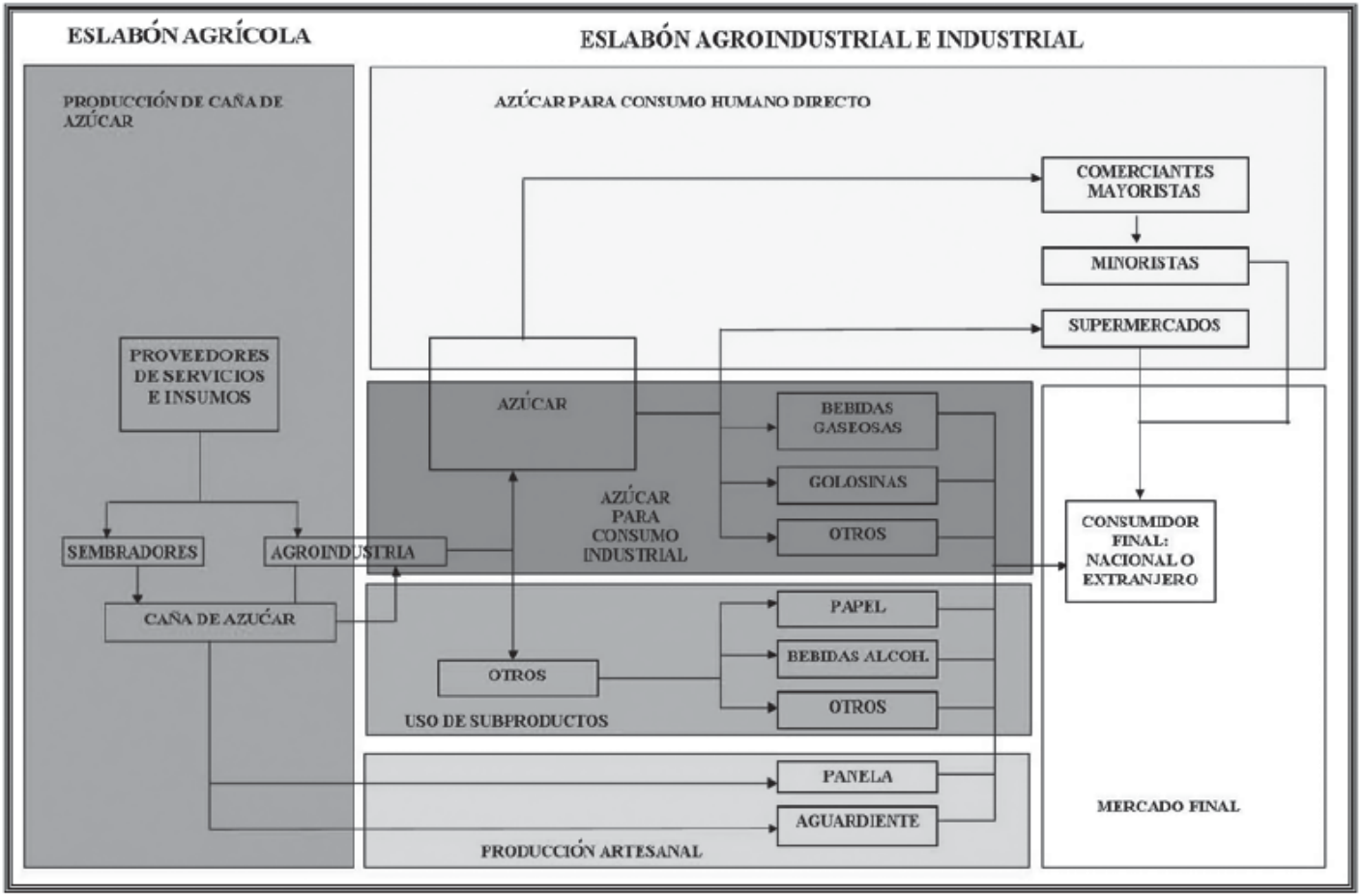
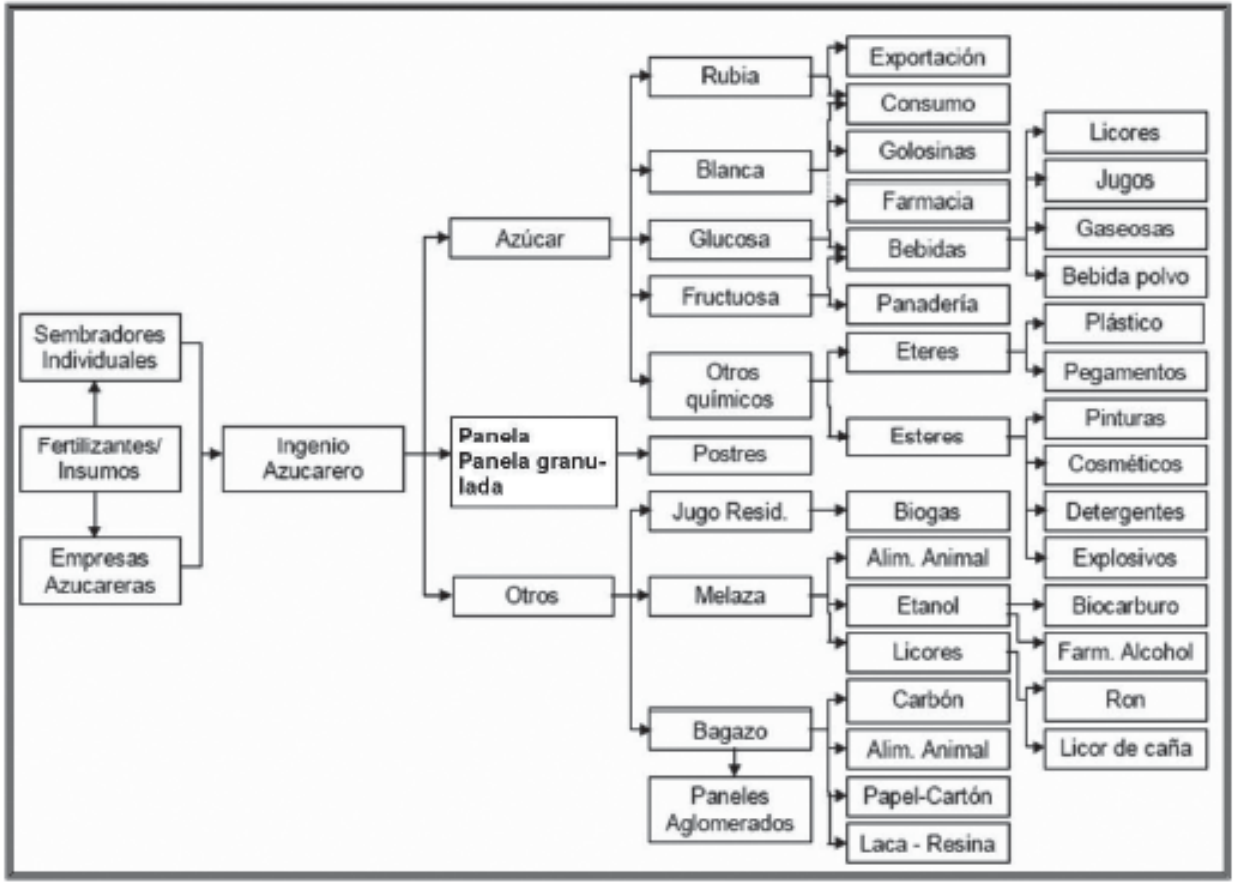


FIGURA 5:
Mapeo de la cadena de caña de azúcar (2da parte)



mando en referencia el sistema indexado que corresponde al 75 % del precio del saco de 50kg de azúcar al comercio.

- Fugas de azúcar por la frontera por el diferencial de precios, especialmente hacia el mercado colombiano.
- En la última zafra 2010, por diversos factores la producción de azúcar se vio afectada, por lo que para el abastecimiento interno se tuvo que recurrir a importaciones.

Estacionalidad

Cosecha Principal: Junio – Diciembre

CUADRO 12:

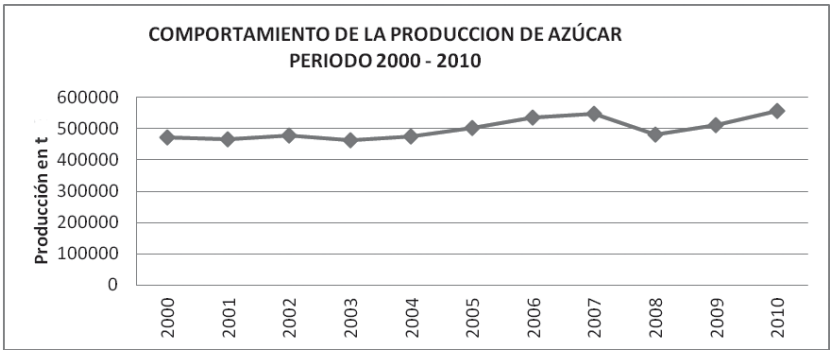
Producción, Importación, Exportación

SUPERFICIE SEMBRADA, COSECHADA, PRODUCCIÓN DE CAÑA Y AZÚCAR, IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES						
AÑOS	ha Sembradas	ha Cosechadas	Produc. Caña t	Producción t	Importación t	Exportación t
2000	69.898	65.963	4.841.310	472.376	6.000	32.500
2001	68.822	65.745	4.744.230	467.417	24.000	48.941
2002	74.943	67.526	4.850.000	477.759	47.500	10.689
2003	75.500	68.000	4.870.545	463.159	8.276	60.521
2004	76.000	69.000	4.970.250	476.263	17.355	65.567
2005	76.500	69.500	5.070.350	502.977	606	44.223
2006	76.800	70.000	5.554.550	536.705	8.838	43.919
2007	77.200	71.000	5.640.950	547.343	15.487	14.458
2008	77.200	69.000	5.000.000	481.655	483	1.884
2009	78.000	74.000	5.920.000	511.743	74	552
2010	80.000	78.000	6.240.000	556.950	2.047	905

Fuente: Ingenios azucareros/Elaboración: SST/DGA

GRÁFICO 18:

Producción 2000 -2010



Fuente: Ingenios azucareros/Elaboración: SST/DGA

CUADRO 12:
Precios de caña de azúcar

PRECIOS DE CAÑA DE AZÚCAR, EX INGENIO, MAYORISTA Y CONSUMIDOR DE AZÚCAR PERIODO 2000 - 2010					
AÑOS	PRECIOS				
	Caña US$ /TM	Ex - Ingenio US$ / SACO	Mayoristas US$ /SACO	Consumidor US$ /KG	Internacional US$ /SACO
2000	13,50	17,20	20,29	0,48	11,10
2001	14,60	19,50	20,79	0,52	12,45
2002	15,38	19,50	22,50	0,53	11,45
2003	15,38	20,50	22,60	0,53	10,75
2004	15,38	20,50	22,80	0,54	11,95
2005	16,13	21,50	23,00	0,55	15,25
2006	18,00	24,00	24,00	0,55	23,75
2007	19,50	26,00	28,00	0,63	17,05
2008	20,00	27,00	29,00	0,67	18,85
2009	20,00	27,00	30,00	0,78	24,25
2010	24,75	33,00	39,00	0,80	31,80

PRECIOS EX INGENIO DEL SACO DE AZÚCAR DE 50 KILOS Y PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DE LAS VENTAS				
INGENIOS	PRECIOS US$		PORCENTAJE	
	COMERCIO (Pc)	INDUSTRIA (Pi)	COMERCIO (%c)	INDUSTRIA (%i)
SAN CARLOS	36,00	31,50	62%	38%
ECUDOS	36,30	33,50	55%	45%
VALDEZ	36,00	32,20	70%	30%
PROMEDIO	36,10	32,40	62%	38%

#	ESCENARIOS	USD/TMC
1.	75% del precio ex ingenio para venta para el comercio (Pc * 75%)	27,08
2.	75% del precio promedio simple ex ingenio comercio e industria => ((Pc + Pi)/2) * 75%	25,69
3.	75% precio promedio ponderado de partición comercio e industria => ((Pc * %c) + (Pi * %i)) * 75%	26,03

Fuente: SIGAGRO/Ingenios Azucareros/Elaboración: SST/DGA

Producción

Complementario a lo expuesto en los cuadros anteriores, se adjunta el acuerdo ministerial 253[64] de 6 de julio de 2011 que ratifica el sistema indexado de comercialización para la tonelada métrica de caña de azúcar en USD 27,75 en pie para la zafra 2011.

Descripción de los impactos económicos y sociales

Al ser el Plan Piloto Guayaquil (Ecopaís), la única aplicación visible de etanol en Ecuador, se realiza una referencia a este. Según el estudio realizado por la ESPOL, en 2008 denominado "Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental del Plan Piloto de Formulación y Uso de gasolina extra con etanol anhidro en la ciudad de Guayaquil", en lo correspondiente al impacto sobre el Medio Socio-Económico señala lo siguiente:

Se describen a continuación los impactos que están asociados a la población, la sociedad civil y las instituciones sobre las cuales el proyecto puede ejercer influencia positiva o negativa. Se han identificado los siguientes impactos:

a. Impactos sobre la salud

En cuanto al potencial impacto sobre la salud humana, se ha considerado tanto el aspecto de salud de los trabajadores que operen el producto, así como los usuarios, de modo que se estima que este recurso puede ser eventualmente afectado especialmente durante el proceso de recepción, distribución, almacenamiento, estaciones de servicio y vehículos de usuarios. El porcentaje acumulado estimado en la matriz de evaluación de impactos es de 51,28%, por lo que se determina que el impacto ambiental sobre la salud humana se ha considerado como de carácter negativo, directo, local, temporal de baja a moderada magnitud e importancia.

b. Impactos sobre la Infraestructura Física

En cuanto al potencial impacto sobre la infraestructura, se ha considerado tanto las instalaciones como los distintos elementos que forman parte de la cadena logística, de modo que se estima que este recurso puede ser eventualmente afectado especialmente durante el proceso de recepción, distribución, almacenamiento, estaciones de servicio y vehículos de usuarios. El porcentaje acumulado estimado en la matriz de evaluación de impactos es de 28,21%, por lo que se determina que el impacto ambiental sobre la salud humana se ha considerado como de carácter negativo, directo, local, temporal de baja magnitud e importancia.

c. Impactos sobre la Actividad Productiva

En cuanto al potencial impacto sobre la actividad productiva, se ha

64 Link a acuerdo ministerial 253: http://www.magap.gob.ec/sinagap/charts/pdf/253-azucar.pdf

considerado tanto la generada por los trabajadores de los distintos componentes del proyecto, así como de los usuarios, de modo que se estima que este recurso puede ser eventualmente afectado especialmente durante el proceso de recepción, distribución, almacenamiento, estaciones de servicio y vehículos de usuarios. El porcentaje acumulado estimado en la matriz de evaluación de impactos es de 10,26%, por lo que se establece que el impacto ambiental sobre la actividad productiva se ha considerado como de carácter negativo, directo, local, temporal, de baja magnitud e importancia.

d. Impactos sobre la vida útil de equipos y vehículos

En cuanto al potencial impacto sobre la vida útil de equipos y vehículos, tanto de los existentes en las instalaciones que forman parte de los componentes del proyecto, así como de los usuarios, de modo que se estima que este recurso puede ser eventualmente afectado especialmente durante el proceso de transporte en auto tanques, estaciones de servicio y vehículos de usuarios, derivados de potenciales sucesos, manejo general de la gasolina E-10. El porcentaje acumulado estimado en la matriz de evaluación de impactos es de 20,51%, por lo que se establece que el impacto ambiental sobre la actividad productiva se ha considerado como de carácter negativo, directo, local, temporal, de baja magnitud e importancia.

e. Impactos sobre la generación de empleos

En cuanto al potencial impacto sobre la generación de empleos, tanto de los existentes en las instalaciones que forman parte de los componentes del proyecto, así como en la cadena de distribución y estaciones de servicio, se estima que este recurso tendrá un impacto ambiental positivo leve, ya que básicamente se mantendrán los mismos puestos de trabajo, con ligero incremento durante el proceso de mezcla de la gasolina E-10 en el Terminal Pascuales, por ser un producto nuevo. El porcentaje acumulado estimado en la matriz de evaluación de impactos es de 7,79%, por lo que se establece que el impacto ambiental sobre la generación de empleos se ha considerado como de carácter positivo, directo, local, temporal, de baja magnitud e importancia.

f. Impactos sobre las divisas

En cuanto al potencial impacto sobre las divisas, éstas aumentarán en beneficio del país, ya que poco a poco se irá disminuyendo el volumen de importación de gasolina extra, e irá parcialmente reemplazándose por la gasolina E-10. Se estima que este recurso tendrá un impacto ambiental positivo ligero, aunque económico muy significativo, por la reducción paulatina de

costos en los procesos de importación de gasolina para el país. El porcentaje acumulado estimado en la matriz de evaluación de impactos es de 7.79%, por lo que se establece que el impacto ambiental sobre las divisas se ha considerado como de carácter positivo, directo, local, temporal, de baja magnitud e importancia, que irá progresivamente siendo más significativo en el aspecto económico en el presupuesto del Estado.

Nota: Es importante considerar la información de actualización mencionada en el capítulo 1 del presente informe referente al proyecto de compra de alcohol artesanal dentro del contexto del proyecto Eco-País.

Descripción de los impactos ambientales

La operación del proyecto del plan piloto de formulación y uso de gasolina extra con etanol anhidro en la ciudad de Guayaquil (E-10), involucra una serie de acciones las mismas que de una u otra forma están asociadas con el medio ambiente. Entre estas se han identificado como las más relevantes las siguientes:

Actividades de la Fase de Operación del Proyecto que originan impactos sobre los factores ambientales:

En el Terminal de Pascuales:
- Recepción,
- Almacenamiento,
- Mezcla (en línea),
- Despacho

En el proceso de distribución de gasolina E-10:
- Transporte en Auto tanques

En las estaciones de servicio:
- Recepción,
- Almacenamiento,
- Despacho

Vehículos de Usuarios:
- Carga de gasolina E-10
- Uso de gasolina E-10

Impactos sobre el Medio Físico

a. Calidad del aire

Durante el periodo de operación del proyecto, se generarán impactos al medio físico debido a potenciales derrames, fugas, o potenciales sucesos, en algunos de los componentes o actividades del proceso. Es posible observar que el factor ambiental de la Calidad del Aire, debido a emisiones, acumula 21 puntos en la matriz de calificación, sobre un total de 39 puntos posibles, lo que representa el 53,85% de potencial afectación. De aquí surge la necesidad de implementar medidas de mitigación principalmente para evitar derrames, fugas, potenciales sucesos, o evaporación tanto a nivel de vehículos de usuarios, transporte de la gasolina E-10, como en las estaciones de servicio. En cuanto a la generación de ruido, se considera que los niveles de ruido no serán afectados por la operación del proyecto. Se concluye

que el impacto sobre la calidad del aire será negativo, directo, puntual, temporal de moderada magnitud e importancia.

b. Calidad del Agua

Para el caso de que ocurra alguno de los aspectos ambientales vinculados a las actividades a ser desarrolladas en alguno de los componentes del proyecto, estos pueden derivar en impactos sobre el agua, especialmente sobre el nivel freático, debido al proceso de infiltración o escurrimiento, luego del derrame de gasolina E-10, fugas, o potenciales sucesos. El porcentaje acumulado estimado en la matriz de evaluación de impactos es de 13,33%, por lo que se establece que el impacto sobre la calidad del nivel freático del agua será negativo, directo, puntual, temporal de baja magnitud e importancia.

c. Calidad del suelo

En lo relacionado con el suelo, se estima que este recurso puede ser eventualmente afectado en cualquiera de los componentes considerados, con mayor énfasis debido a derrames accidentales de gasolina E-10, fugas, o potenciales sucesos. El porcentaje acumulado estimado en la matriz de evaluación de impactos es de 38,46%, por lo que se establece que el impacto sobre la calidad del nivel freático del agua será negativo, directo, puntual, temporal de baja a moderada magnitud e importancia.

d. Impactos sobre la Seguridad Física

En lo relacionado con la seguridad física e industrial, se estima que este recurso puede ser eventualmente afectado en cualquiera de los componentes considerados, tanto en el Terminal de Pascuales, proceso de distribución, estaciones de servicio o vehículos de los usuarios, con mayor énfasis debido a derrames accidentales de gasolina E-10, fugas, evaporación, o potenciales sucesos. El porcentaje acumulado estimado en la matriz de evaluación de impactos es de 66,67%, por lo que se establece que el impacto sobre la calidad del nivel freático del agua será negativo, directo, puntual, temporal de moderada a alta magnitud e importancia.

e. Impactos sobre el Medio Biótico

En cuanto a la potencial alteración sobre el medio biótico, se estima que este recurso puede ser eventualmente afectado especialmente durante el proceso de distribución y estaciones de servicio. El porcentaje acumulado estimado en la matriz de evaluación de impactos es de 10,26% tanto para flora como la fauna terrestre respectivamente, por lo que se determina que el impacto ambiental sobre la fauna y flora terrestre se ha considerado como un impacto no significativo, ya que no será afectada por la operación del proyecto.

2.3. Cadena de biogas

En 2008, la Corporación ENYA realizó una consultoría para el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, de la que se desprende la siguiente información del resumen ejecutivo.

Disponibilidad de biomasa

En cuanto a la disponibilidad de biomasa, se revisaron estadísticas disponibles en los diferentes ministerios inherentes a las actividades pecuaria, agroindustrial y agrícola, así como se mantuvieron reuniones de trabajo con varios actores privados, que desarrollan actividades empresariales en estos sectores; se visitaron sitios y granjas que nos permitieron el acceso a la información y observación directa. Como resultado de la primera fase de este trabajo, se ha encontrado que el potencial de generación de energía por este medio, es el siguiente:

Desechos avícolas

La gallinaza y la pollinaza, no estaría disponibles para ser utilizadas como materia primara para proyectos de cogeneración, ya que hemos encontrado que se utilizan directamente para abonar los suelos, a pesar del consiguiente riesgo de contaminación ambiental. Para estos usos la pollinaza es vendida en US$ 10/m^3. También se utilizan estas excretas, en algunos casos como alimento para el ganado lo cual contraviene los principios de la bioseguridad. El potencial de las gallinas ponedoras es de 77,2 Gwh/año; se considera solamente esta variedad porque es de la que se recogen puros los desechos.

De otro lado, las excretas de las reproductoras o pollos de engorde, están mezcladas con paja y viruta a manera de cama, que se las neutralizan y reducen su rendimiento para proyectos de cogeneración, quedando como opción la quema para fabricar el denominado “gas pobre”, con un gran contenido de monóxido de carbono, que es combustible. Pero para este caso se requiere una inversión muy elevada en un horno y sistemas de compresión, cuya período de recuperación se estima no es muy atractivo económicamente.

Desechos porcícolas

Si se utilizarían todas las excretas de ganado porcino producidas a nivel nacional, se podría cogenerar alrededor de 1600 GWh/año. Es uno de los sectores más prometedores por el tamaño de la población y debido al hecho que los residuos de los cerdos son utilizados en mínima fracción en la elaboración de compost. Otro hecho favorable es que es bueno el rendimiento de producción de biogás por unidad de masa de desechos, según tablas consultadas.

Desechos de ganado de leche

A nivel de finca, los desechos del ganado vacuno no tienen prácti-

camente valor económico, aunque el Camal Metropolitano de Quito vende en 40 US$ una volqueta de 7 m^3, producido por los animales que esperan en los corrales. El potencial de generación es de 373 Gwh/año.

Desechos de banano

En cuanto a los residuos de banano, hay que afrontar ciertas externalidades, por ejemplo, las relacionadas con el hecho de que los residuos se usan regularmente para alimentar cerdos y vacas como suplemento, sea como alimento directo o en preparación de balanceados o harina de banano de uso humano y animal. El costo de negociación de los desechos es de 0,5 US$/quintal. El potencial de banano suma 37,15 Gwh/año, si se utilizaran todos los desechos producidos en este subsector.

Desechos florícolas

Otro sector importante es el floricultor particularmente en Pichincha y Cotopaxi, zonas que cubren el 83% de la producción total del país, sin embargo también estos residuos están siendo utilizados para la fabricación de composta, sea preparado técnicamente o simplemente por disposición de los residuos sobre sus propias plantaciones.

Conclusiones de la consultoría

Utilizando cifras de rendimiento tabuladas en documentación técnica consultada, se probó con cinco zonas del país, de lo que se determinó que las zonas de mayor potencial son **Santo Domingo y Pasaje,** con un potencial individual de 189,3 y 157,6 GWh/año, respectivamente. Dentro de este potencial se incluye la energía que se pueden obtener de la biodigestión de los residuos agrícolas, sobre todo el banano. Estos criterios técnicos permiten concluir que las zonas más adecuadas para implementar el presente proyecto son las mencionadas.

En cuando a la disponibilidad materias primas para la cogeneración, podemos concluir que las excretas de ganado vacuno y porcino, serían seguras de disponer para el proyecto, no así las excretas aviares, ya que éstas tienen una cadena de uso y además tienen ya su precio de venta, que se convierte en el límite a superar por cualquier proyecto nuevo.

Una segunda conclusión que es importante tomar en cuenta que parte importante de la biomasa es utilizada por los propios generadores o la venden a terceros para otros propósitos.

Un tema común a todos los residuos es el de los costos que demanda la mano de obra para la recopilación y transporte de biomasa de manera continua, suponiendo que no se produce en las inmediaciones del proyecto.

No hay una cultura de utilización intensiva de este recurso, como fuente de energía. Se recomienda que se lance una campaña de difusión,

información y tecnificación entre los gremios y asociaciones agropecuarios que abra el camino para el aprovechamiento energético de los desechos, a más de su uso como fertilizante orgánico actual, lo que en ciertos casos no es lo más adecuado.

Finalmente, consideramos muy importante la implementación de estos proyectos, para reducir el riesgo de producir un impacto ambiental al suelo, al aire y a cuerpos de agua superficial y la afectación al ser humano, ya que sobre todo las excretas de ganado porcino y ovino, que se convierte en efluente, una vez que se limpian los establos, son descargados al ambiente, con el consiguiente perjuicio ambiental.

Nota 1: Los resultados de dicho estudio se encuentran en la Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia Energética.

Descripción de los impactos económicos y sociales

Para el caso del Biogás, y tomando en cuenta el trabajo realizado por ENYA a petición del MEER, referente al aprovechamiento de residuos agrícolas agroindustriales y pecuarios para la producción de biogás esta consultoría concluye lo siguiente:

1. En Ecuador se maneja el concepto de biodigestores hace algunos años. Pero los proyectos que han tomado en cuenta éstos sistemas solo llegan a un nivel artesanal. No se ha explotada las ventajas de la biodigestión (biogás y bioabono) a gran escala y por eso la tecnología que se dispone en el medio es incipiente. Si bien algunas empresas agroindustriales han comenzado con proyectos de biodigestores grandes (5.000 – 11.000 m^3) su meta no es la producción de energía a partir de biogás, sino más bien un manejo ambiental correcto de sus desechos orgánicos. En otros países como China, India, Alemania y Suiza, los biodigestores llevan años siendo una forma alterativa de obtención de energía y un mecanismo de desarrollo limpio. La tecnología involucrada en estos sistemas ya está desarrollada y puede ser adaptada a nuestra realidad sin mayores dificultades.

2. Estudio de mercado: el estudio permitió determinar la cantidad de materia prima disponible para operar continuamente una planta de generación de energía eléctrica o térmica. Existe mucha biomasa animal y vegetal en nuestro país, pero está diseminada geográficamente y el tamaño promedio de las unidades productivas es pequeño. Sólo contadas empresas podrían desarrollar solas un proyecto de este tipo. Sin embargo se comprobó que el potencial energético en lo que se refiere a biomasa es significativa y con un manejo y recolección adecuado se podría convertir en una nueva fuente de energía muy re-

presentativa en la matriz energética actual. Se eligieron dos sitios, los cuales son los más propicios para la instalación de una empresa procesadora de biomasa (EPB): Santo Domingo y El Oro.

En Ecuador, salvo por contadas excepciones, no hay una tradición, cultura y orientación de parte de los productores agrícolas, pecuarios o agroindustriales, para el uso de los desechos resultantes de la producción de sus productos principales.

Las excepciones encontradas son las siguientes:

- Desechos de producción avícola: la gallinaza es destinada a la fabricación de abonos orgánicos
- Desechos de producción de azúcar: el bagazo de caña, y últimamente la vinaza, son destinados a fines energéticos ya sea por quema directa o por recuperación de biogás
- Desechos de producción maderera y de palma africana: los desechos son utilizados como combustible para generación térmica (posteriormente eléctrica en el caso de las palmicultoras según se conoce),
- Desechos de cría de cerdos: en agroindustrias de gran tamaño, se ha iniciado la instalación de piscinas de descomposición anaeróbica, cuyo objetivo primario es el manejo ambiental de tales desechos.
- La leña y el carbón, son combustibles tradicionales de generación térmica de baja intensidad

Descripción de los impactos ambientales

La factibilidad ambiental está asegurada si se considera que el biogás puede provenir de las siguientes fuentes:

1. Botaderos de Basura de ciudades o de mercados.
2. Lagunas de oxidación de aguas servidas de ciudades.
3. Desechos orgánicos vegetales y animales de haciendas y agroindustrias.

3. CONCLUSIÓN

En la actualidad se puede decir que los planes de gobierno referentes a los biocombustibles se encuentran en una fase experimental o piloto. Si bien es cierto existen algunas iniciativas que se han dado desde las diferentes carteras de estado, las mismas aún se encuentra evaluando su impacto económico político y social, pero existe una diferencia respecto al año anterior, puesto que el MAGAP ha lanzado su Plan Nacional de Agroenergía y Biocombustibles mencionado en el capítulo 1 y 5 con más detalle, y actualmente según el mismo presidente ya se cuenta con la información de arranque referente a este tema.

Por otra parte desde el punto vista privado existen algunas iniciativas que han comenzado a trabajar con

el estado, en función de los proyectos que se han ido gestando, tal es el caso de la asociación de piñoneros de la provincia de Manabí para el proyecto de Piñón de las islas Galápagos, o Producargo, que es la empresa que provee de etanol anhidro al estado.

Cabe destacar la iniciativa del Ministerio Coordinador de la Producción, Empleo y Competitividad de integrar a los productores artesanales de alcohol para ser proveedores de PetroEcuador para la elaboración de la gasolina EcoPaís, brindando una alternativa a estos sectores, puesto que actualmente la fabricación artesanal de alcohol se encuentra seriamente cuestionada desde el año pasado en que sucedieron varias muertes por ingesta de alcohol etílico adulterado.

Un caso muy específico es La Fabril, empresa privada que desde hace varios años atrás, se encuentra en el negocio de la palma aceitera, y está exportando aceite de palma hacia otros países para la producción de biodiesel; además de encontrarse desarrollando investigaciones para la producción local de biodiesel.

En relación al marco jurídico, el gobierno del Ecuador, se encuentra trabajando desde hace algunos años atrás en la propuesta de la ley de biocombustibles, la misma que considera dentro el Consejo Nacional de Biocombustibles a participantes del sector público y privado, sin embargo hasta la fecha del presente informe (octubre 2012) no se ha conseguido que esta propuesta de ley sea elevada a la Asamblea Nacional, por falta de consenso entre las partes, tarea que se encuentra cargo del Ministerio Coordinador de la Producción, Empleo y Competitividad.

El estado ecuatoriano dispone de normativas técnicas aprobadas por organismos técnicos nacionales de carácter público y privado, para la evaluación de la calidad tanto de Etanol Anhidro como de Biodiesel

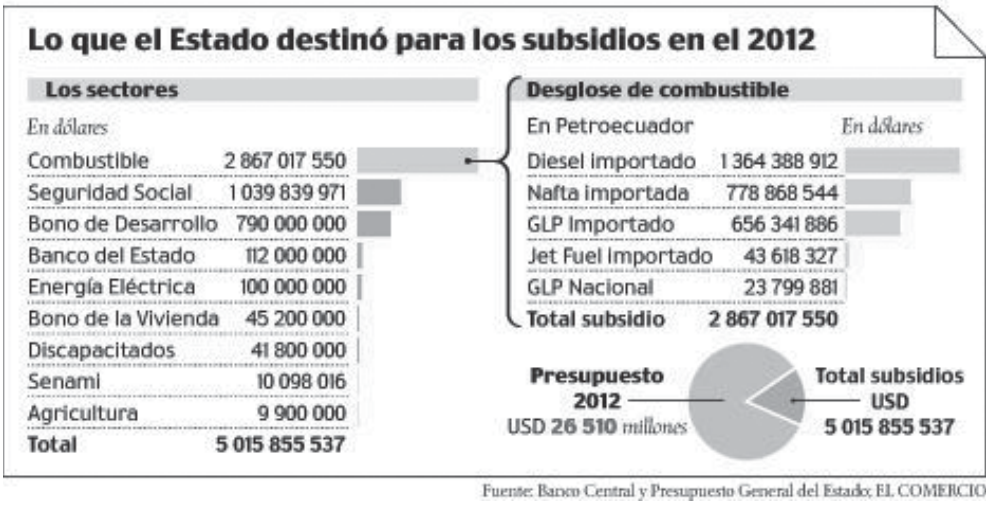
El Ecuador como estado soberano no apoya el desarrollo de biocombustibles que afecten la soberanía alimentaria del país, en este sentido, la política gubernamental desestimula proyectos cuyas fuentes de energía provengan de cultivos alimenticios (maíz, papa, remolacha, yuca, entre otras), a diferencia de la estimulación de la producción de biocombustibles de segunda generación a partir de fuentes como algas, lechuguines, entre otros; sin embargo como se ha destacado en el informe la posición presidencial matiza esta política al mencionar que existen zonas geográficas del país que bien pudieran ser aprovechadas para cultivos energéticos para la generación de biocombustibles, especialmente los de segunda generación.

Últimamente el gobierno ecuatoriano se encuentra dando un giro respecto a la no utilización de biocombustibles de primera generación con el decreto 1303 mismo que fomenta la producción de bio-

diesel basado principalmente en palma africana y que sería utilizado para el sector transporte en el Ecuador, teniendo estas acciones a parte de la reducción de emisión de toneladas de CO_2 al ambiente, la disminución de la utilización de combustible fósil con subsidio, puesto que esto le genera al Estado Ecuatoriano un gasto sumamente alto de su presupuesto como se muestra en el gráfico que Diario El Comercio publica con fuente BCE, y el quitar este subsidio podría generar un problema de estabilidad política de cualquier gobierno que realice estas acciones, si no se lo hace de forma gradual.

GRÁFICO 19:

Gasto del Estado en Subsidios



Fuente: Diario El Comercio[69]

Como se puede apreciar en el gráfico, el subsidio al combustible le representa aproximadamente el 11% del presupuesto general del estado para el 2012. La política de estado es coherente y va dirigida hacia el cambio de la matriz energética con el fin de disminuir la dependencia de los combustibles fósiles por parte del Estado Ecuatoriano

65 Esta información ha sido corroborada y se encuentra en la programación presupuestaria cuatrianual 2012-2015 elaborada por el Ministerio de Finanzas y que se encuentra disponible en el siguiente link: http://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/PROGRAMACION_PRESUPUESTARIA_2012-2015.pdf

4. BIBLIOGRAFÍA

Consejo Nacional de Electricidad, www.conelec.gob.ec

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, www.magap.gob.ec

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, www.mer.gob.ec

Ministerio de Recursos Naturales No Renovables, www.mrnnr.gob.ec

Ministerio Coordinador de la Productividad, Empleo y Competitividad, www.mcpec.gob.ec

Ministerio de Industrias y Productividad, www.mipro.gob.ec

Ministerio de Ambiente, www.ambiente.gob.ec

Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Africana www.ancupa.com

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, www.iniap.gob.ec

Energías Renovables para Galápagos, www.ergal.org

Fundación de Fomento de Exportaciones de Aceite de Palma y sus derivados de Origen Nacional, www.fedapal.com

PNUD Ecuador, www.pnud.org.ec

5. Agradecimientos

Especial agradecimiento a la Ing. Patricia Recalde Directora Nacional de Biomasa y Cogeneración y al Ing. Daniel Fierro, de la mencionada dirección del MEER.

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA Bioenergia EN MÉXICO

Autores: Alfredo Zamarripa Colmenero y José Luis Solís Bonilla

1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS

México ocupa a nivel mundial el doceavo lugar en las emisiones de CO_2 por quema de combustibles fósiles, con un total de 416,26 millones de toneladas de CO_2 lo que representa el 1,5% de las emisiones globales. Los resultados del INEGI (1990-2006), indican que el incremento en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) fue de aproximadamente 40% durante ese período, lo que significa una tasa media de crecimiento anual de 2,4%.

De acuerdo a la cuarta comunicación de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, en 2006 las emisiones en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO_2e) para México fueron de 711.650 Gg. La contribución por categorías en términos de CO_2e es la siguiente: desechos 14,4% (102.173 Gg); uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, 9,9% (70.202,8 Gg), procesos industriales 8,9% (63.526 Gg), agricultura 6,4% (45.552,1 Gg), y usos de la energía 60,4% (430.097 Gg).

La categoría de agricultura está compuesta principalmente por las emisiones provenientes de actividades agrícolas (cultivos y manejo de suelos) y pecuarias (fermentación entérica y manejo de estiércol). Sus principales gases son CH_4 proveniente de la fermentación entérica, manejo de estiércol y cultivo de arroz; y N_2O proveniente de suelos agrícolas y quemas programadas.

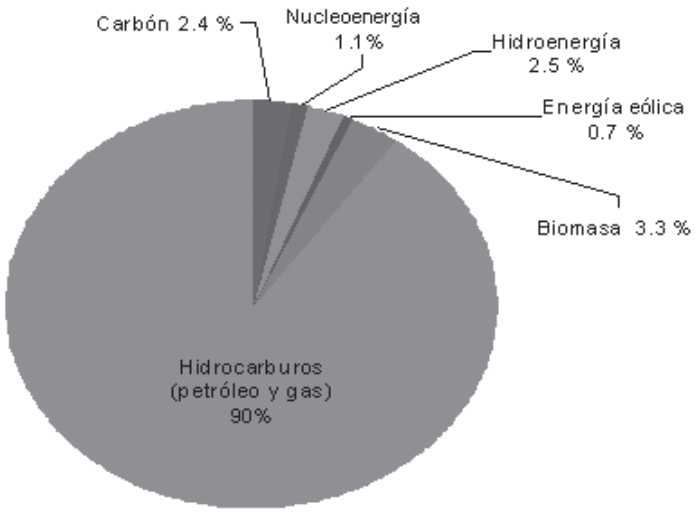
Dentro de este sector, la subcategoria que más contribuyó a las emisiones en CO_2e fue la de fermentación entérica (82%), a pesar de que disminuyó de 38.802,6 Gg en 1990 a 37.180,9 Gg en 2006. La subcategoría de suelos agrícolas, que es la siguiente en importancia (17%), tuvo en el periodo 1990-2006 valores entre 6.631,9 y 7.800,5 Gg de CO_2e, y la quema programada de suelos emite el 1% de CO_2e. Específicamente, en el área pecuaria las emisiones de metano del sector porcícola y de ganado bovino que se tendrían de acuerdo a los datos del inventario del 2008, son de 124.903.899 t de CO_2/año y 104.410.126 t de CO_2/año, respectivamente.

Aunado a esto la matriz energética está concentrada en fuentes de energía fósil con una participación significativa del gas natural. En el año 2008, las fuentes fósiles representaron el 90 % de la producción total de energía primaria, principalmente el petróleo (62 %) y el gas natural (28 %). El cambio más relevante que se ha observado en los últimos años es la sustitución gradual del petróleo por gas natural. La participación de otras fuentes, incluyendo grandes hidroeléctricas, nuclear y renovables, sigue siendo reducida, contribuyendo solo con 10 % de la producción total de energía (Gráfico 1). La aportación

a la matriz energética del 3,3 % de biomasa se refiere prácticamente a la leña usada en forma familiar en las zonas rurales. La aportación de carbón que alcanza el 2,4 % del total, es prácticamente de origen mineral.

De acuerdo con la Secretaría de Energía (2009), el incremento en la participación de tecnologías limpias como las energías renovables, será un factor clave para la Seguridad Energética y Sustentabilidad Ambiental, que permita diversificar las fuentes de energía, disminuir la dependencia por los combustibles fósiles y disminuir las emisiones de GEI. Con este fin, es necesario promover tecnologías limpias de generación eléctrica, aprovechar el potencial de cogeneración y facilitar el desarrollo del mercado de los bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.

GRÁFICO 1:
Matriz energética en México



Fuente: Secretaria de Energía, 2010.

Ante este escenario, México está impulsando el uso de energías renovables más eficientes y limpias como los biocombustibles para disminuir los efectos del cambio climático y contribuir a la conservación del ambiente. Estas acciones se incluyen en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 de la Presidencia de la República Mexicana y en el Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012

que tienen entre sus objetivos de política del sector rural, mejorar los ingresos de los productores incrementando la presencia de México en los mercados globales, a través de su vinculación con los procesos de agregación de valor y con la producción de insumos bioenergéticos.

1.1. Política Gubernamental

El Gobierno de México decretó en Febrero del año 2008, la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos que considera, entre otros propósitos la diversificación energética mediante fuentes renovables de energía como los Biocombustibles y el impulso a la Investigación e Innovación Tecnológica así como a la agroindustria para la producción de Biodiesel y Etanol. Es importante señalar que esta Ley no considera la obligatoriedad del uso de mezclas de biocombustibles a la fecha, ni plantea su previsión para los años próximos.

En el marco de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, Capítulo II, artículo 8, se crea la Comisión Intersecretarial de Bioenergéticos, integrada por los titulares de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría de Energía (SENER), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Secretaría de Economía (SE) y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). Dicha comisión tiene, entre otras, las funciones de:

- Participar en el marco del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, en la elaboración de programas de corto, mediano y largo plazos, relacionados con la producción y comercialización de insumos, y con la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución, la comercialización y el uso eficiente de Bioenergéticos.
- Establecer las bases y lineamientos para la suscripción de acuerdos o convenios de coordinación entre los gobiernos federal, estatales, del Distrito Federal y municipales; para dar cumplimiento a la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos, a los programas y las disposiciones que deriven de la misma, en lo relativo a la producción y comercialización de insumos, y a la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución, la comercialización y el uso eficiente de Bioenergéticos;
- Establecer las bases para la concurrencia de los sectores social y privado, a fin de dar cumplimiento a la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos, así como a los programas y disposiciones que deriven de la misma, en lo relativo a las cadenas de producción y comercialización de insumos, y a la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución, la comer-

cialización y el uso eficiente de Bioenergéticos;

- Fomentar la agroindustria y la inversión e infraestructura necesarias, así como el uso de tecnologías eficientes para la producción y comercialización de insumos y para la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución, la comercialización y el uso eficiente de Bioenergéticos;
- Proponer los lineamientos programáticos y presupuestales que deberán tomar en cuenta las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para realizar actividades y apoyar la producción y comercialización de insumos, y la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución, la comercialización y el uso eficiente de Bioenergéticos;
- Definir mecanismos de coordinación y vinculación de las actividades entre los diferentes sectores de la Administración Pública Federal y con los diversos sectores productivos del país, así como proponer los mecanismos de coordinación con las entidades federativas y los municipios.

En lo relativo a la Ciencia y Tecnología, la estrategia intersecretarial contempla lineamientos intersectoriales de políticas públicas en los cuales enlista elementos que deberán ser atendidos por los centros de investigación:

- Identificar necesidades, oportunidades, fortalezas y riesgo de la Bioenergia en el contexto nacional.
- Identificar las ventajas competitivas que tienen los centros nacionales de investigación para producir aportaciones en el campo de la Bioenergia
- Establecer prioridades para orientar líneas de investigación y contar tan pronto como sea posible con aquellas tecnologías que representen mayores beneficios sociales y ambientales, así como las mejores oportunidades de ser comercialmente competitivas.

Como parte de las acciones para promover el desarrollo de la agroindustria de los biocombustibles y el uso de las energías renovables o alternativas en el sector agroalimentario en México, en el año 2010 la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) presentó el Proyecto de Bioeconomía 2010 al Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, presidido por la Secretaria de Energía (SENER). Dicho proyecto fue autorizado con un presupuesto de 1.000 millones de pesos (MDP), con la finalidad de contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales utilizados en la producción primaria mediante la producción de biocombustibles, el aprovechamiento sustentable de la

energía y el uso de energías renovables.

El proyecto considera a cuatro Unidades Ejecutoras que son el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura (FIRA), Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural (FOCIR) y el Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT para atender las líneas de acción detalladas en el Cuadro 1.

CUADRO 1:

Líneas de acción y unidades ejecutoras del proyecto de Bioeconomía 2010

Líneas de Acción	Unidades ejecutoras
1. Multiplicación de semillas, plantas y material vegetativo para la producción de insumos de bioenergéticos como: sorgo, Jatropha, yuca y caña de azúcar, entre otros.	FIRCO (Apoyos directos)
2. Establecimiento de cultivos a nivel comercial para la producción de insumos de bioenergéticos.	
3. Apoyo a proyectos de plantas piloto y/o proyectos integrales, y proyectos innovadores de producción de insumos para bioenergéticos.	FIRA (Garantías)
4. Investigación y desarrollo tecnológico, validación de paquetes tecnológicos de cultivos agrícolas o de algas con potencial productivo para la obtención de biomasa utilizada en la producción de biocombustibles, y energías renovables.	Fondo Sectorial SAGARPA - CONACYT
5. Proyectos Específicos.	FOCIR

El Proyecto de Bioeconomía 2010 tiene como objetivo contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales utilizados en la producción primaria mediante el otorgamiento de apoyos que permitan inducir una nueva estructura productiva a través de la producción de biocombustibles y el uso de energías renovables.

El Proyecto de Bioeconomía 2010 contempla recursos por 1.000 MDP distribuidos a 4 unidades ejecutoras como se muestra en el Cuadro 2.

Con esta visión se procura impulsar el desarrollo científico y tecnológico que permita ampliar las posibilidades productivas del sector, asegurando la transferencia de tecnología para dar valor agregado a la producción agropecuaria, brindar mayor certidumbre bioenergética y mejorar la economía rural mexicana.

CUADRO 2:
Distribución de fondos del proyecto de Bioeconomía 2010

Unidades Ejecutoras	Monto asignado
Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural (FOCIR)	Hasta 200 MDP
Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura (FIRA)	Hasta 200 MDP
Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO)	Hasta 500 MDP
Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT	Hasta 100 MDP
Total	1.000 MDP

Mediante estos esquemas de financiamiento, la SAGARPA en México coordina el otorgamiento de apoyos gubernamentales para proyectos de producción de biocombustibles y uso de energías renovables relacionados con las siguientes líneas de acción.

1.2. Líneas de acción de apoyo a la promoción y uso de biocombustibles

La multiplicación de material vegetativo con apoyo de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, (FIRA) y de Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO).

En estos casos son elegibles para el otorgamiento de los apoyos aquellas solicitudes que cumplan con los siguientes criterios:

El proyecto debe ser presentado por un solicitante, ya sea productor, organización de productores o empresa agropecuaria constituida con este propósito, con una superficie cultivable que asegure la obtención de una producción técnicamente viable y económicamente rentable.

Se tiene que anexar un Plan de Negocios a la solicitud el cual debe enfatizar en la seguridad de disponibilidad y calidad de la semilla o material vegetativo a multiplicar, así como de la demanda de la semilla o material vegetativo obtenidos.

El Plan de Negocios deberá contemplar y presupuestar todo el proceso de producción de la semilla o material vegetativo, desde la preparación del terreno hasta la cosecha, beneficio, almacenamiento y distribución de la producción.

El paquete tecnológico propuesto en el Plan de Negocios debe estar avalado por la SAGARPA.

El establecimiento de cultivos a nivel comercial para bioenergéticos con apoyo FIRA/FIRCO.

Serán elegibles para el otorgamiento de los apoyos aquellas solicitudes que cumplan con los siguientes criterios:

El proyecto debe ser presentado por un solicitante, ya sea productor, organización de productores o empresa agropecuaria constituida con este propósito, con una superficie cultivable que asegure la obtención de una producción técnicamente viable y económicamente rentable.

Se tiene que anexar un Plan de Negocios a la solicitud el cual debe enfatizar en la seguridad de disponibilidad y calidad de la semilla o material vegetativo a utilizar en la producción, así como de la demanda de la producción obtenida para la generación de biocombustibles.

El solicitante debe presentar los contratos de compra-venta de los insumos de bioenergéticos obtenidos del proyecto, para asegurar la comercialización de la producción.

El paquete tecnológico propuesto en el plan de negocios deberá estar avalado por la SAGARPA.

La creación de plantas piloto y/o proyectos integrales con apoyo FIRA/FIRCO.

Serán elegibles para el otorgamiento de los apoyos aquellas solicitudes que cumplan con los siguientes criterios:

- El proyecto debe ser presentado por un solicitante, ya sea productor, organización de productores o empresa agropecuaria constituida con este propósito, con un Plan de Negocios congruente con los propósitos del solicitante.
- El Plan de Negocios anexo a la solicitud debe justificar la importancia regional, estatal o nacional del proyecto, su condición de proyecto innovador y demostrar su viabilidad técnica, financiera y ambiental.
- Para el caso de las tres Líneas de Acción anteriores, los criterios de priorización de los proyectos presentados serán los siguientes:

i. Esta línea de acción, deberá estar en concordancia con la estrategia del abastecimiento de los insumos necesarios para que el país cuente con la producción de bioenergéticos para ser utilizados en sustitución de los combustibles fósiles, como son el bioetanol y el biodiesel. Estas acciones buscan la sustitución de importaciones de estos productos, al insertar a los productores primarios en la red de valor nacional de los bioenergéticos

ii. Proyectos que no se contrapongan con las políticas de la SAGARPA, en materia de uso prioritario de los productos agrícolas en la alimentación.

iii. Proyectos que consideren la producción de materia prima para la obtención de biocombustibles en zonas que no se sustituyan produc-

tos agrícolas prioritarios para la alimentación humana.

iv. Proyectos que garanticen en su diseño, el aprovechamiento eficiente de la materia prima para la producción de biocombustibles, en materia de infraestructura y equipamiento.

v. Proyectos de infraestructura y equipamiento, que se encuentren ubicados en las zonas de producción de materia prima.

vi. Proyectos de infraestructura y equipamiento en los que se garantice el abasto sistemático de materia prima y que tengan seguridad en la comercialización de su producto.

Adicionalmente, para el caso de las tres Líneas de Acción anteriores, la autorización de los apoyos solo podrá otorgarse al comprobar que cumplen con las condiciones, términos y requisitos establecidos en la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos y en el Reglamento de la misma Ley.

La investigación y desarrollo tecnológico, y la validación de paquetes tecnológicos con el apoyo del Fondo Sectorial SAGARPA y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

El 29 de abril del año 2011, el Fondo Sectorial de Investigación en Materia Agrícola, Pecuaria, Acuacultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos, emitió la convocatoria a las instituciones, universidades públicas y particulares, centros, empresas, laboratorios y demás personas físicas o morales dedicadas a la investigación científica y al desarrollo tecnológico, para presentar proyectos que respondan a las siguientes demandas de investigación:

- Mejoramiento genético de sorgo dulce para generar variedades con alto rendimiento agronómico y alto contenido de azúcares para la obtención de bioetanol.
- Mejoramiento genético de *Jatropha* para generar variedades de maduración homogénea en fruto, alto rendimiento agronómico, alto contenido de aceite y baja toxicidad para la obtención de biodiesel.
- Mejoramiento genético de higuerilla para generar variedades con frutos indehiscentes, alto rendimiento agronómico y alto contenido de aceites para la obtención de biodiesel.

Esto mediante un convenio entre la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT),

Con lo anterior se busca generar variedades de sorgo dulce, *Jatropha* e higuerilla, que presenten mejores características agronómicas para su cultivo en ambientes potenciales y permitan obtener mayor cantidad de insumos para biocombustibles.

En el mes de julio 2011, la SAGARPA y el CONACYT convocaron a pre-

sentar propuestas de investigación científica y tecnológica en el área de Temas Estratégicos Transversales –Bioenergéticos, que respondan a las demandas específicas siguientes:

- Diseño, construcción, adaptación y/o evaluación de maquinaria y equipo para la cosecha y procesamiento de la semilla de *Jatropha curcas* y las prácticas agrícolas relacionadas con la cosecha.
- Diseño, construcción, adaptación y/o evaluación de maquinaria y equipo para la cosecha y procesamiento de la semilla de Higuerilla (*Ricinus communis*) y las prácticas agrícolas relacionadas con la cosecha.

El Fondo Sectorial SAGARPA – CONACYT constituido desde el año 2001 tiene como objeto financiar el gasto y las inversiones de los proyectos de investigación científica o tecnológica que requiere el sector agroalimentario y pesquero, y en el año 2010 se constituyó una Subcuenta Específica para Bioenergéticos y Energías Renovables con un presupuesto de 100 millones de pesos en el marco del "Proyecto de Bioeconomía 2010", coordinado por la SAGARPA.

Las convocatorias se suman a las acciones que la SAGARPA ha venido desarrollando en materia de investigación para disponer de información y tecnología para el fomento a la producción rentable y competitiva de insumos agropecuarios para bioenergéticos.

2. CADENAS PRODUCTIVAS

La industria de los Bioenergéticos en México se desarrolla a partir de la integración de actividades de los sectores público, privado y social con base a la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos. En este sentido, gran parte de las inversiones necesarias para el desarrollo de la Bioenergia son emprendidas por el sector privado, con el impulso público de los gobiernos federales, estatales y municipales.

El Gobierno Federal tiene un papel destacado en las cadenas de producción y consumo de los biocombustibles, por lo que dada la estructura nacional para la producción, refinación, distribución y comercialización de los combustibles, Petróleos Mexicanos (PEMEX) jugará un papel fundamental.

Dentro de esta iniciativa se procura impulsar el desarrollo científico y tecnológico que permitirá la integración de las actividades agropecuarias con las energéticas, en concordancia con los principios de desarrollo sustentable enmarcados en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y los criterios de sustentabilidad emitidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; asegurando la transferencia de tecnología para brindar

una mayor certidumbre energética y mejorar la economía rural mexicana, a través de la participación activa de la sociedad, la academia, los actores económicos y sociales involucrados en el tema, así como los centros de investigación y la sociedad en su totalidad como demandante de combustibles limpios y amigables con la naturaleza.

2.1. Biodiesel

México tiene el desafío de desarrollar una cadena de producción y consumo de Bioenergéticos competitiva, rentable y sustentable, que sirva como ejemplo de organización e integración productiva. Para esto, se han integrado la economía agrícola y la energética, a fin de determinar la magnitud de la industria, las tecnologías de conversión dominantes y los cultivos que permitan las mejores condiciones para el aprovechamiento sustentable de los recursos y de los balances energético, económico y ambiental.

De esta manera, la Bioenergia deberá cumplir con los requisitos de calidad del mercado nacional, hasta contar con capacidad para la exportación. La integración de las cadenas de producción y consumo de biocombustibles permitirá el desarrollo rural sustentable y la creación de empleos de alta calidad, así como la investigación y el desarrollo tecnológico.

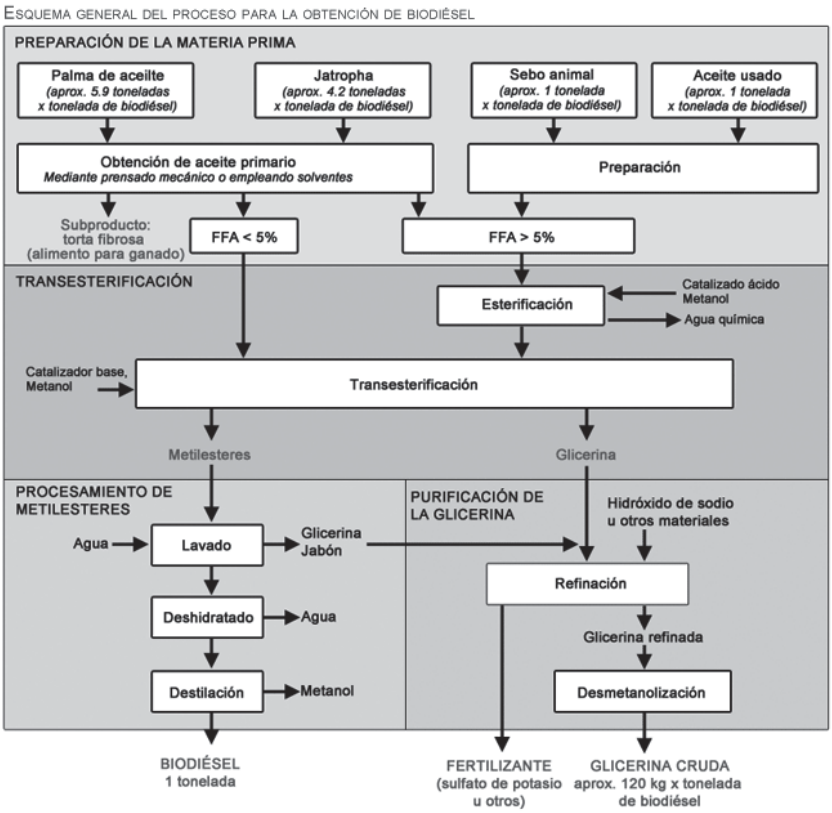
Para fomentar la introducción de los Bioenergéticos se requiere conocer con mayor certeza los efectos de la cadena productiva en los diversos sectores, desde la producción de Insumos hasta el uso de bioenergéticos, con la finalidad de establecer los procesos y tecnologías más adecuadas, revisando los balances ambientales, económicos y energéticos, motivo por el cual se propuso el desarrollo de pruebas piloto.

Por su parte, en materia de Biodiesel el Instituto Mexicano del Petróleo ha establecido como una de las áreas prioritarias de desarrollo para la industria petrolera nacional la producción de biocombustibles y su integración con los combustibles fósiles. Hasta el momento dicho Instituto ha realizado estudios sobre el Biodiesel, comprobando que su uso como aditivo para mejorar las características de lubricación resulta factible.

En el año 2009, se realizaron estudios para determinar las propiedades fisicoquímicas de las mezclas de Biodiesel, utilizado como aditivo de lubricidad, con diesel fósil. Dentro del Instituto se creó un grupo especializado en biocombustibles, que empezó a trabajar en una serie de investigaciones a nivel de laboratorio, estudios técnico-económicos y estudios de prospectiva tecnológica con materiales celulósicos.

Con base en el análisis de las características y potencial del Biodiesel en México, PEMEX Refinación ha definido una estrategia de integración del Biodiesel al diesel de producción nacional en dos fases, la

FIGURA 1:
Esquema general del proceso de obtención de biodiesel



Fuente: SAGARPA, 2010.

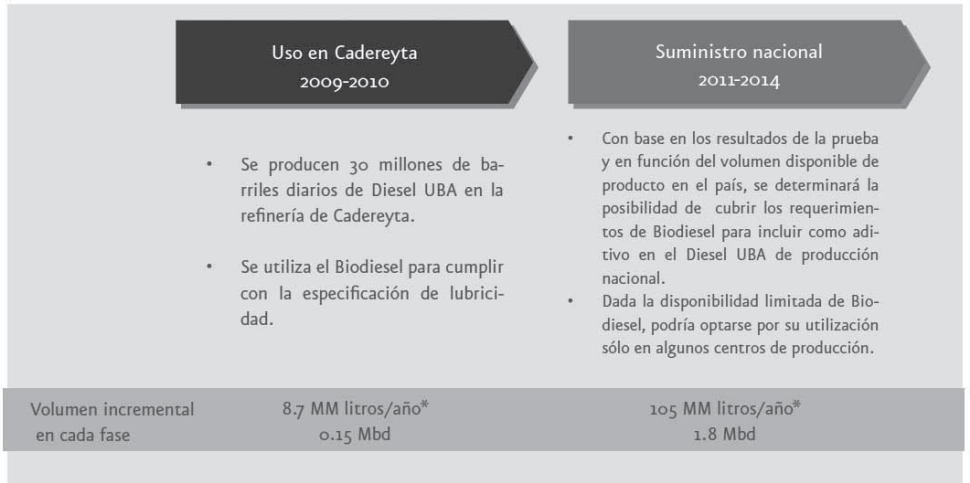
primera que consistió en probar el uso como aditivo sobre 30 mil barriles diarios de Diesel Ultra Bajo Azufre (UBA). La segunda fase integraría el Biodiesel como aditivo al total de la producción nacional de Diesel UBA si el desarrollo del mercado de Bioenergeticos así lo permite.

Uno de los objetivos en proceso de implementación es la producción de Diesel UBA en todo el Sistema Nacional de Refinación. Para ello se invertirán más de 4 mil millones de dólares en los próximos cinco años. La producción temprana de la Refinería de Cadereyta, permitirá integrar 8,7 millones de litros de Biodiesel al año (0,15 Millones de barriles diarios) para cumplir con la especificación de lubricidad, sustituyendo a los aditivos químicos de importación.

Las pruebas realizadas por el Instituto Mexicano del Petróleo indican

que es necesario utilizar Biodiesel en proporciones de 0,5 a 1,0 % para alcanzar una lubricidad menor a 520 micrones. Se ha encontrado que usar Biodiesel por arriba de 0,5% en volumen puede resultar en una baja tolerancia al agua, lo que puede ocasionar separación agua/hidrocarburo.

FIGURA 2:
Estrategia de integración y producción de biodiesel en México



Fuente: SENER, 2010.

Descripción de impactos económicos

Ante la implementación de proyectos de inversión tanto pública como privada que implica la apertura de tierras al cultivo de especies con potencial bioenergético o en su caso el incremento de la superficie de cultivos, se espera como consecuencia inmediata un reacomodo de las áreas cultivadas (redistribución de superficies) y por lo tanto modificación de los patrones de cultivo, es decir, una redistribución del recurso suelo, además de impactos colaterales en la demanda de insumos y factores de la producción como la mano de obra, maquinaria y capital que es necesario vislumbrar con antelación con fines de planeación y diseño de políticas agrícolas acordes. El factor rentabilidad de los cultivos y tecnologías será una variable determinante en este proceso de reacomodo de superficies, por lo que es necesario determinar la rentabilidad actual y potencial de los cultivos considerados como promisorios para producir

biocarburantes, así como su competitividad tomando en cuenta los precios internacionales de insumos y productos. Actualmente el INIFAP desarrolla un proyecto para determinar la competitividad de los cultivos de higuerilla, piñón, sorgo dulce y remolacha azucarera.

La generación de variedades mejoradas y adaptadas a las diferentes regiones de México, el desarrollo de tecnología de producción competitiva y los estudios de sustentabilidad ambiental y socioeconómica, favorecerá la siembra de algunas especies bioenergéticas generando más ingresos por unidad de superficie, lo que impactará positivamente en la economía de los productores. El desarrollo de plantaciones conducirá a la formación de industrias para la producción de biodiesel generando progreso en la economía de la población del lugar.

El estudio de insumos agrícolas con potencial energético representa un avance fundamental en el desarrollo de conocimientos y de tecnología para el impulso y promoción de los biocombustibles en México con bases técnicas sólidas. El centenar de experimentos y estudios realizados en los últimos cuatro años, por un equipo científico interdisciplinario e interinstitucional, en 18 estados del país y en diferentes condiciones agroecológicas, ha proporcionado información básica sobre la factibilidad técnica, económica y energética para el desarrollo sustentable de los biocombustibles en México. La higuerilla (*R. communis*) representa la mejor opción a la fecha. De acuerdo con Rodríguez y Zamarripa (2012), la higuerilla presenta indicadores de rentabilidad y competitividad favorables usando tecnología mejorada. El piñón mexicano (*J. curcas*) muestra potencial genético y energético, sin embargo en sistemas de producción en unicultivo y considerando hasta el tercer año de producción, éste no es rentable ni competitivo. Cabe destacar que el piñón en sistemas asociados con el maíz y con relevo de frijol aumenta su rentabilidad al 102 %.

Hasta la fecha no se ha comercializado el biodiesel a partir de cultivos agrícolas por lo que no se puede estimar la distribución de los ingresos entre las partes de la cadena productiva.

Descripción de los impactos sociales

El establecimiento de cultivos bioenergéticos tendrá un fuerte impacto en las áreas agrícolas y rurales de México, debido a que los productores podrán disponer de otras alternativas de producción rentable y competitiva. La obtención de mayores recursos por la venta de insumos para la producción de biocombustibles y la generación de empleos en el campo y en la industria, impactará favorablemente en la permanencia de los campesinos en su lugar de origen y disminuirá la migración que se observa en las familias campesinas de México.

En México, las primeras siembras comerciales de piñón iniciaron en el

año 2008 y se encuentran principalmente en los estados de Chiapas y Michoacán, estados que impulsan programas de desarrollo y la participación social, privada y pública para la producción de los Biocombustibles. Actualmente existen también plantaciones en los estados de Sinaloa, Yucatán, Veracruz, Morelos, Oaxaca y Tamaulipas.

El Gobierno del Estado de Chiapas, inició el programa de establecimiento de plantaciones comerciales no maderables con piñón (*J. curcas* L.) para promover e impulsar el uso de biocombustibles, a través del establecimiento de viveros. En el año 2008, se canalizaron recursos por 29 millones de pesos para el establecimiento de 10 mil hectáreas, en beneficio de 3.000 productores de 23 municipios del Estado, que conforman la Unión de Sociedades Bioenergéticas Chiapas S. C. de R. L. de C. V.

Las primeras siembras comerciales de higuerilla se establecieron en el año 2011 y se encuentran en el estado de Oaxaca, estado que impulsa un programa de desarrollo con la participación social, privada y pública para la producción de los biocombustibles. Dicho proyecto contempló iniciar con 50 hectáreas de esta planta silvestre intercaladas con agave mezcalero, lo cual representaría un cambio en la vocación agrícola y una buena alternativa para el desarrollo económico de los productores interesados.

En virtud del poco tiempo que tienen establecidas las plantaciones de piñón e higuerilla en México, aún no es posible determinar el impacto social en el desarrollo regional.

Descripción de los impactos ambientales

La Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos establece en su artículo 13 que la Secretaría del Medio Ambiente deberá de prevenir, controlar o evitar la contaminación de la atmósfera, aguas, suelos y sitios, originada por las actividades de producción de Insumos y de Bioenergéticos, así como las descargas de contaminantes a los cuerpos de aguas nacionales que se generen por las mismas.

Así mismo deberá de vigilar para que no se realice el cambio de uso de suelo de forestal a agrícola con el fin de establecer cultivos para la producción de Bioenergéticos y evaluar los aspectos de sustentabilidad de los programas derivados de la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos

Por lo anterior en México los primeros cultivos bioenergéticos establecidos no originaron problemas de cambio de uso de suelo. El desarrollo de cultivos bioenergéticos para la producción de biodiesel y etanol tendrán un impacto favorable sobre el ambiente. El etanol y el biodiesel son compuestos biodegradables que reducen la emisión de gases tóxicos y reducen el efecto invernadero por lo que representarán un beneficio ambiental de

gran magnitud debido a su futuro impacto en la salud humana.

Asimismo, se debe evitar la competencia por el uso de la tierra para fines de alimentación, o evitar la contaminación por el uso intensivo de fertilizantes químicos y pesticidas. En este sentido, la SENER señala que se debe enfatizar en un enfoque agroecológico e impulsar los cultivos perennes – como la Jatropha- que permitan el uso de tierras de temporal y/o marginales y que aseguren una mayor cobertura del suelo para control de erosión.

Si se considera que uno de los objetivos principales de la producción de biocombustibles es el ahorro de energía fósil, la Relación Energética (Re) obtenida debe ser mínimo mayor a 2; siendo deseable que este valor sea superior a 3 para que el ahorro de energía resulte significativo. Si se logran valores de Re mayores a 5, el paquete tecnológico respectivo sería altamente recomendable desde el punto de vista del ahorro energético.

Balance energético para biodiesel

Para obtener los resultados del balance energético en plantaciones de *Jatropha curcas* L., y de *Ricinus communis* L., la metodología utilizada se basó en las directrices establecidas por la Directiva Europea de Energías Renovables (DEER). El modelo para el balance energético de los biocombustibles permite contabilizar el gasto energético de todos los insumos tomando en cuenta tres etapas: agrícola, industrial y transporte, analizando los valores de forma individual.

En el caso de la higuerilla, el estudio del balance energético mostró que la energía obtenida fue mayor a la energía usada para la obtención del biocombustible. El balance energético en sistemas de producción de unicultivo fue positivo con valores de relación energética de 1:3,8 en ambiente de trópico húmedo y de 1:4,3 usando tecnología generada para el trópico seco. En un sistema de producción de higuerilla asociada con maíz los resultados mostraron que la relación energética fue de 1:5,2 (López *et al*, 2011).

Para *Jatropha curcas* L. este estudio mostró que la energía obtenida en el piñón fue mayor a la energía usada para la obtención del biocombustible. El balance energético en el primer año del cultivo fue bajo con una relación energética de 1:1,9 y en el segundo año aumentó considerablemente, alcanzando una relación de 1:7,6, en otros términos, por cada unidad de combustible fósil usado se generan 7,6 unidades de energía renovable, resultados comparables con la eficiencia energética de la caña de azúcar.

Biocombustibles en la Aviación en México

Los organismos internacionales que regulan la industria de la aviación,

la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA por sus siglas en inglés), han definido una estrategia para combatir el problema del cambio climático, entre sus líneas de acción se encuentran:

- Mejoras tecnológicas: motores y estructura de las aeronaves;
- Mejoras operacionales: rutas de vuelo más eficientes y mejoras en la infraestructura en tierra para reducir el tiempo de carreteo en las pistas y calles de rodaje;
- Medidas basadas en el mercado: esquemas de intercambio de emisiones de carbono o impuestos directos a la actividad para generar recursos que se destinen a medidas de mitigación y adecuación y
- principalmente combustibles alternativos: producción y utilización de biocombustibles de segunda generación que ayuden a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Con base a esto, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), a través de su organismo descentralizado Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), tiene como objetivo lograr la viabilidad comercial y la sustentabilidad ambiental de la producción de los biocombustibles de aviación en México mediante innovadores esquemas de colaboración entre los distintos niveles de gobierno y la sociedad en general.

ASA, a través de su Línea de Negocio de Combustibles, se ha dado a la tarea de identificar y analizar los elementos existentes y faltantes en la cadena de suministro de la producción de bioturbosina, a través del proyecto “Plan de Vuelo hacia los Biocombustibles Sustentables de Aviación en México”. Con esta iniciativa, la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) refrenda su pleno compromiso en favor del medio ambiente y del desarrollo sustentable, para lograr que se produzcan y aprovechen los biocombustibles de uso aeronáutico en México.

Los objetivos de este proyecto son cubrir con bioturbosina al menos el uno por ciento de la demanda nacional para el 2015, (40 millones de litros anuales) y el 15% para 2020, (más de 700 millones de litros).

Vuelo demostrativo con bioturbosina en México

El primero de abril del año 2011 se realizó el primer vuelo de demostración de un avión comercial con bioturbosina. Este vuelo de demostración fue el séptimo a nivel mundial en su categoría. En Latinoamérica, México es el segundo país que lleva a cabo una prueba de vuelo activado por biocombustible después de Brasil.

En este vuelo demostrativo, la bioturbosina se utilizó solamente en uno de los motores. Los 4.500 litros de bioturbosina fueron producidos

y suministrados por Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA). La materia prima que se utilizó fue bioturbosina a partir de granos de piñón mexicano (*J. curcas* L.) de los Estados de Chiapas, Yucatán, Michoacán y Puebla.

Se utilizó un Airbus A320-214 de la línea aérea Interjet, con ruta Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) con destino al Aeropuerto Internacional "Ángel Albino Corzo" de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Primer vuelo comercial nacional en México

Luego del éxito obtenido por el vuelo de demostración impulsado con bioturbosina en México, a partir del 11 de junio de 2011, fecha en el cual se realizó el primer vuelo comercial de la ciudad de México con destino al estado de Chiapas, diferentes aerolíneas mexicanas utilizarán este bioenergético en vuelos comerciales nacionales e internacionales. Con estas acciones, el Gobierno de México se convierte en pionero y catalizador en la producción y comercialización de biocombustibles, en beneficio del medio ambiente y la humanidad.

La gran demanda de bioturbosina solo de la aviación mexicana, sustenta fuertemente la necesidad de generar conocimientos y tecnología rentable y competitiva sobre insumos para biocombustibles.

Primer vuelo transoceánico comercial con Bioturbosina México-España

La Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), a través de Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), en coordinación con la línea aérea Aeroméxico y el fabricante de aeronaves Boeing, realizó el primer vuelo transoceánico comercial con pasajeros en el mundo en un avión de cabina ancha utilizando bioturbosina. Dicho combustible está conformado por una mezcla de 25% de biokeroseno parafínico sintético (BioKPS) de piñón mexicano (*Jatropha curcas*) y 75% de turbosina tradicional, el cual fue abastecido en el tanque central de la aeronave para ser consumido en ambos motores.

El vuelo partió el primero de agosto de 2011 del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México con destino a Madrid, en un Boeing 777-200ER y transportó a más de 250 pasajeros.

El vuelo se realizó a un mes de haberse oficializado la norma D7566-11 de la Sociedad Americana de Pruebas de Materiales (ASTM) para combustibles de turbina, la cual permite la utilización de la mezcla de combustibles renovables en una proporción de hasta el 50% con combustible tradicional. Este hecho dió inicio a una nueva era de la aviación mundial, de la que México está a la vanguardia.

Es importante mencionar que el gobierno mexicano está trabajando

de manera estrecha con el Ministerio de Fomento de España, a raíz de un convenio que se formalizó en noviembre de 2010 entre la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México y la Secretaría de Estado de Transportes del Reino de España, titulado "Convenio Marco sobre Transporte Aereo Seguridad y Sostenibilidad", con el objeto de contribuir al desarrollo de la aviación civil en ambos países. Asimismo, destaca el "Acuerdo Específico Relativo a Desarrollo de Biocombustibles en Aviación" entre Aeropuertos y Servicios Auxiliares y La Agencia Estatal de Seguridad Aerea del Reino de España, el cual rinde sus primeros frutos con este hecho histórico.

Biodiesel en Chiapas

Como parte de las políticas de reconversión productiva, el biodiesel que se produce en Chiapas entrará al mercado competitivo de los biocombustibles; entre los proyectos más importantes del 2012 está la puesta en marcha de la Estación de Servicio de Biodiesel, la cual se ubica en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas y fue inaugurada el 7 de febrero de 2012 con el propósito de suministrar biocombustible al consumidor, "atendiendo los parámetros de calidad, seguridad y disponibilidad".

De la misma forma se han establecido dos plantas de producción de biodiesel; una ubicada en Puerto Chiapas, municipio de Tapachula, en la que la administración federal invirtió 15 millones de pesos y la estatal 21 millones, y la otra ubicada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. La capacidad de producción de ambas plantas es de 30.000 litros diarios a base de aceites vegetales.

El Gobierno del Estado de Chiapas, cuenta con una flotilla de 106 unidades Volksbus 8.150 FEB, alimentadas con Biodiesel, como una fuente de movilidad alternativa incorporada en el año 2010 al servicio urbano de las ciudades de Tuxtla Gutiérrez y Tapachula, Chiapas.

La flotilla de 106 unidades está integrada por 71 autobuses denominadas "Conejobus", que dan servicio de transporte urbano en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez 3 de las cuales utilizan B100 y las 68 restantes se movilizan con B5. Las 35 unidades restantes son autobuses para el transporte público llamado "Tapachulteco" de esa ciudad los cuales circulan con B5 y únicamente una unidad circula con B100.

Durante la 16ª edición de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y la 6ª Conferencia de las Partes actuando como Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto (COP16/CMP6) celebrada en Cancún, México 2010, los asistentes de todo el mundo se movilizaron en 45 autobuses que utilizaron biodiesel producido en Chiapas.

Estudio de Caso: factibilidad técnica y económica de la higuerilla (*Ricinus communis)* para la producción de biodiesel en México.

Estudios realizados por el INIFAP en México mostraron que el cultivo de la higuerilla presentó rendimientos de grano que variaron de 122 kg ha^{-1} en ambientes malos a 5.700 kg ha^{-1} en ambientes buenos. Los mejores resultados se obtuvieron en climas de trópico seco y templado. En estos ambientes se pueden alcanzar rendimientos de 2 a 5,7 t/ha.

De acuerdo a los resultados obtenidos en dos años y considerando los estados evaluados, la higuerilla se puede cultivar en aproximadamente 1,8 millones de hectáreas dentro del territorio de la República Mexicana.

El estudio económico indicó que al usar tecnología del productor la higuerilla resultó medianamente rentable y con tecnología mejorada en unicultivo los indicadores de rentabilidad y competitividad fueron mejores, por lo que el cultivo de higuerilla en México podría generar derrama económica en las regiones potenciales.

Considerando que existen 1,8 millones de hectáreas de alto potencial productivo en 9 estados del país, y que pueden producir en promedio un rendimiento de 2,7 t/ha de grano, la producción potencial es de 4.86 millones de toneladas de semilla con la cual se obtendrían 2,47 millones de toneladas de aceite (estimado con un contenido promedio de aceite de 51%).

La higuerilla, por su alto rendimiento de grano y aceite, alta competitividad en las zonas de estudio y excelente balance energético, se presenta como una buena alternativa para la producción de biocombustibles en las regiones potenciales de México. Para el caso de higuerilla se sugiere iniciar un programa de mejoramiento genético con el objetivo de generar variedades e híbridos estables, de alto rendimiento agroindustrial y adaptados a las condiciones agroecológicas de las regiones de México.

2.2. Etanol

Descripción de la cadena de producción

Petróleos Mexicanos, previa revisión de la capacidad instalada en el Sistema Nacional de Refinación y tomando en cuenta aspectos de logística, producción, manejo y distribución, estableció una prueba piloto en una refinería y en una Terminal de Almacenamiento y Reparto con el fin de obtener información para establecer y definir los requerimientos técnicos, operativos y financieros, para la instrumentación de los subsecuentes programas de introducción de etanol en los combustibles mexicanos.

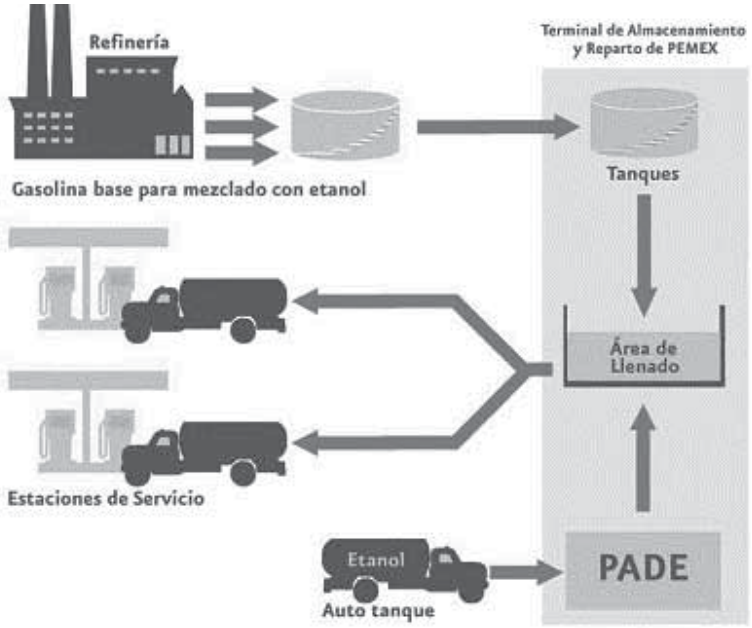
La prueba piloto se diseñó para evaluar el desempeño de la gasolina Magna, sustituyendo el oxi-

genante actual, MTBE, por Etanol Anhidro en un 6% de mezcla en volumen. La primera fase se llevo a cabo con asistencia técnica del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), y consistió en el desarrollo de pruebas de laboratorio y el análisis de emisiones de una flotilla controlada de vehículos.

Para la realización de la prueba piloto, Petróleos Mexicanos requirió instalar un paquete de almacenamiento y dosificación de etanol anhidro (PADE), junto con ajustes al interior de la refinería que pasaron por un control de calidad previo a su envío a las estaciones de servicio. Se verificó que el etanol suministrado cumpliera con las especificaciones propuestas por Petróleos Mexicanos, con límites mínimos de pureza, teniendo especial cuidado con el grado de acidez, así como con el contenido de agua, sólidos, gomas y azufre. El costo final de esta prueba fue de 14,5 millones de pesos, lo que incluye la adquisición del etanol, así como la adecuación de la infraestructura y equipos de la Terminal de Almacenamiento y Reparto (Figura 3).

Posteriormente se realizó la fase de distribución en la que se utilizó un lote de gasolina base producida en la re-

FIGURA 3:
Suministro de etanol anhidro sustituyendo al MTBE en gasolinas con venta al público



Fuente: SENER 2010

finería y 151.600 litros de etanol anhidro obtenido de la caña de azúcar. La formulación de la gasolina se realizó en la Terminal de Almacenamiento y Reparto de Cadereyta, Nuevo León, distribuyendo un total de 2,53 millones de litros a 4 estaciones de servicio, con venta al público.

El registro de la prueba y la aprobación de los recursos adicionales por las instancias correspondientes tuvieron lugar durante el segundo semestre de 2008. La prueba se desarrolló del 11 de diciembre de 2008 al 6 de febrero de 2009, y el reporte del Instituto Mexicano del Petróleo señala que se obtuvieron resultados satisfactorios.

Descripción de impactos económicos

En México, aun no se comercializa o se distribuye etanol como biocombustible derivado de cultivos agrícolas, por lo que no se cuenta con información sobre la distribución de ingresos entre las partes de la cadena productiva.

El mercado nacional está representado por las necesidades de PEMEX que tal, y como lo menciona el Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico, se deberá agregar un 10% de bioetanol a la mezcla de las gasolinas de las tres principales zonas metropolitanas del país para el 2012. Ello equivale a una demanda total de 986 millones de litros de bioetanol para el bienio 2011-2012. Después del 2012, si a todas las gasolinas del país se le agregara el 10% de bioetanol, como lo indican los Programas de bioenergéticos, entonces la demanda total de bioetanol sería de 4.406 millones de litros. De manera adicional, existe una amplia demanda internacional para el bioetanol, siendo el mercado más cercano y atractivo para México el mercado de Estados Unidos.

Los precios internacionales del bioetanol están íntimamente relacionados con el comportamiento de los precios del maíz, sorgo, caña de azúcar y otras materias primas por lo que generalmente el precio fluctúa dependiendo de la disponibilidad del insumo, sin embargo existen otro tipo de factores que afectan indirectamente los precios de dicho biocombustible, como lo pueden ser el precio internacional del petróleo, gasolinas, gas natural, y otros combustibles fósiles.

El estudio de insumos agrícolas con potencial energético representa un avance fundamental en el desarrollo de conocimientos y de tecnología para el impulso y promoción con bases técnicas sólidas, del etanol en México. En los últimos cuatro años las investigaciones realizadas por un equipo científico interdisciplinario e interinstitucional, han proporcionado información básica sobre la factibilidad técnica, económica y energética para el desarrollo sustentable de los biocombustibles en México. El sorgo dulce (*S. bicolor*) representa la mejor opción a la fecha para la producción de etanol. La remolacha azucarera (*B. vulgaris*) no se considera actualmente viable como biocombustible

por el alto gasto energético que representa su producción.

Descripción de impactos sociales

Se espera que el sector transporte aumente su demanda en un 60% a nivel global en el año 2030. Como sustituto de la gasolina esta el bioetanol que puede mitigar las emisiones de GEI y contribuir a la creación de empleos y al desarrollo del sector rural. Estos biocombustibles podrían alcanzar el 12% de la demanda energética del sector transporte en los países desarrollados y el 8 % en los países en desarrollo.

En el mediano plazo, el Programa de Introducción de Bioenergeticos prevée la incorporación paulatina del etanol anhidro en las gasolinas que se comercializan en las principales zonas metropolitanas de México. En la realización de esta actividad se promoverá el desarrollo rural garantizando la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental. Hacia un futuro, se espera que las tecnologías de segunda generación estén disponibles comercialmente. Estos biocombustibles están hechos de plantas no comestibles (biomasa lignocelulósica) y por lo tanto no compiten directamente con la producción de alimentos.

Descripción de impactos ambientales

En cuanto a la mitigación de los GEI por el uso de etanol como sustituto de la gasolina, se ha tenido un debate muy extenso y se han realizado un gran numero de evaluaciones del ciclo de vida. En general los resultados demuestran que el etanol de azucares puede tener alta mitigación, aunque esto depende mucho de factores como el cambio del uso del suelo, las prácticas agrícolas y los combustibles empleados en el procesamiento industrial.

En México, el INIFAP y la Red Mexicana de Bioenergia realizan los primeros análisis del balance de emisiones de gases de efecto invernadero en cuatro especies con potencial agroenergético.

Balance energético para etanol

El estudio del balance energético en Sorgo dulce mostró que la energía obtenida por el cultivo fue mayor a la energía usada para la obtención del biocombustible. El balance energético fue significativamente positivo y alcanzó valores de relación energética de 1: 5,8. Se destaca que una relación de 1: 3 o superior es considerada eficiente desde el punto de vista energético.

Para el caso de la remolacha azucarera la energía obtenida fue menor a la energía usada para la obtención del biocombustible. El balance energético fue de 1: 0,9, es decir que por cada unidad de energía fósil se produjeron menos unidades de energía renovable. La remolacha no resultó sustentable desde el punto de vista energético.

Estudio de Caso: factibilidad técnica y económica del sorgo dulce para la producción de etanol en México.

Las investigaciones realizadas por el INIFAP demuestran que en los diversos ambientes evaluados el sorgo dulce presentó rendimientos que fluctuaron entre 24 t/ha en ambientes malos y con variedades no adaptadas, y 120 t/ha en buenos ambientes y con variedades adaptadas. Los mejores resultados correspondieron a climas templados. En estos ambientes se pueden alcanzar rendimientos superiores a 90 toneladas de biomasa por hectárea los cuales pueden incrementarse con la tecnología generada en cada región.

El estudio de rentabilidad y competitividad indicó que el cultivo del sorgo dulce es rentable con una relación beneficio costo de 1,34 y competitivo con una relación costo privado de 0,59 en el norte de México. La competitividad de sorgo fue superior a los cultivos tradicionales y se debe principalmente al alto rendimiento que supera las 70 t/ha, por lo que es un cultivo conveniente para la producción de biocombustibles.

Si se considera la existencia de 1,855 millones de hectáreas de alto potencial productivo en 4 estados de México, y que pueden producir en promedio un rendimiento de 80 t/ha de biomasa, la producción potencial es de 148.400.000 toneladas de biomasa con la cual se obtendrían 9.812.950 toneladas de etanol (calculado con un contenido promedio de 15 ºBrix).

El sorgo dulce, por su alto rendimiento de biomasa y etanol, además de su alta competitividad en las zonas de estudio, excelente balance energético y por las condiciones agroecológicas aptas para su cultivo en el norte del país, se presenta como una excelente alternativa para la producción de biocombustibles en las regiones potenciales de México.

2.3. Biogas

Descripción de la cadena de producción

México cuenta con una gran cantidad de unidades productivas (en particular granjas de cerdos y establos lecheros) que generan desechos orgánicos representando un grave problema de contaminación y salud pública. Sin embargo, actualmente se ha visto una gran oportunidad para su aprovechamiento como fuente de energía renovable, por el uso de las excretas para la producción de biogás, que puede ser utilizado para generar energía eléctrica y/o térmica.

En los últimos años muchas unidades han incorporado sistemas de biodigestión dentro de sus procesos productivos, el fin concreto de la instalación de esta tecnología fue en un principio la comercialización de Bonos de Carbono, por la reducción de emisiones de Gases de

Efecto Invernadero (GEI). En la actualidad se han visualizado diversos usos y aplicaciones, tales como la reducción de contaminantes en las descargas de aguas residuales de las unidades pecuarias y la generación de energía eléctrica.

En el año 2009, el Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario, silvícola y pesquero aportó el 3,8% del PIB nacional. Dentro del PIB sectorial las actividades agrícolas participan con el 58,9%, las actividades pecuarias con el 33% y con el 8% la silvicultura y pesca.

Las actividades pecuarias para 2009, se desarrollaron en una superficie de 110 millones de hectáreas, ubicándose el 28% en el trópico mexicano, 23% en la zona templada y el 49% en áreas desérticas o semidesérticas. La ganadería se ubica en alrededor de 430 mil unidades de producción especializada (aproximadamente 13% del total), dedicadas principalmente a la avicultura, porcicultura y a la producción de leche y carne de bovinos, con buenos estándares de calidad e inocuidad, que les permiten satisfacer entre el 70% y el 98% del mercado nacional, según sea el producto de que se trate y acceder a mercados internacionales. Sin embargo, junto a ellas existe otro gran sector de aproximadamente 2,9 millones de unidades de producción pecuaria en traspatio o que practican la ganadería en forma extensiva con bajos niveles de tecnificación y precario acceso a los mercados.

Sector porcícola y bovinos leche

Población porcícola

En el periodo 2004-2008, la población porcícola se ha mantenido en un rango entre 14,5 y 15,5 millones de cabezas a nivel nacional. En el periodo de referencia la estadística oficial muestra que el número de cabezas de cerdos se ha mantenido constante, pero es menor a los 15.390.507, registrados en el año 2000.

La disminución de la población animal en estos años ha traído como consecuencia que ciertas granjas abandonaran de manera temporal o definitiva su participación en las actividades porcícolas; algunas de estas granjas contaban con un sistema de biodigestión, los cuales quedaron también abandonados y sin funcionar debido a que no se contó con los afluentes necesarios para alimentarlos.

En México cerca del 47% de la población de la ganadería porcícola se concentra en 5 entidades federativas (Jalisco, Sonora, Puebla, Veracruz y Guanajuato), destacando Jalisco y Sonora que participan con un 16% y 9% del inventario nacional respectivamente y que se caracterizan por contar con sistemas de producción tecnificados, por ende, son los estados en los que es más factible instalar sistemas de biodigestión para el tratamiento de residuos pecuarios.

Población de ganado bovinos leche

La población animal de ganado productor de leche se ha mantenido en constante crecimiento durante los últimos años (2004-2008). En el año 2008 existía un hato de 2,34 millones de cabezas de ganado productoras de leche; el estado de Jalisco se posicionó en primer lugar del inventario con 311,7 mil cabezas, aportando el 13,32%, el estado de Durango contaba con 249.687 y representó el 10,67%, por su parte el estado de Chihuahua contaba con 245.917 cabezas y representó el 10,51% seguido de Coahuila con el 10,39% que significó 243.183 cabezas de ganado.

De acuerdo a las cifras reportadas por la Asociación Nacional de Ganaderos Lecheros (ANGLAC), para el año 2009 se tenía un hato ganadero de 2,2 millones de cabezas de ganado bovino productor de leche. Esta actividad se lleva a cabo en 790 mil unidades de producción primaria (solo leche) y en 318 industrias (varias y queseras).

Durante los años 2006 y 2007, la producción de leche de bovino observó tasas de crecimiento anual por arriba de 2%, sin embargo, entre 2008 y 2009, la producción lechera presentó un crecimiento ínfimo de 3 millones de litros pasando de 10.589 millones de litros en 2008 a 10.592 millones de litros para 2009. De acuerdo a las cifras reportadas por el SIAP para el 2008, los principales estados productores de bovinos de leche son Jalisco, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato y Puebla. El estado de Jalisco contribuye con el 13% del total nacional de cabezas de esta especie, le siguen en importancia, Durango, Chihuahua y Coahuila que en conjunto representan poco más del 30% de cabezas, mientras que Hidalgo aporta un 8%, Guanajuato y Puebla aportan 7% respectivamente, el resto de los estados aportan en su conjunto el 33%.

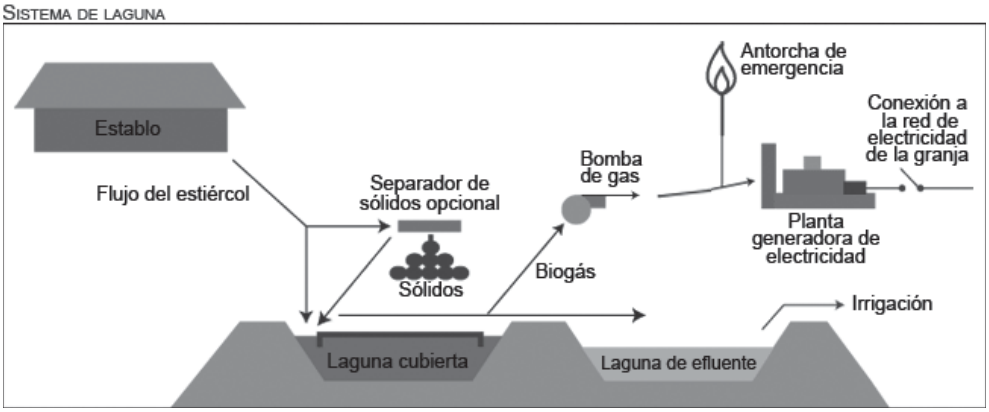
Biodigestores en el sector agropecuario mexicano

Como país que ha ratificado el Protocolo de Kyoto, México ha participado de manera activa en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Dentro de este mecanismo, México tiene en 2009, 178 proyectos registrados ante la Junta Ejecutiva de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático de los cuales 142 corresponden a proyectos de reducción de emisiones de metano en el sector agropecuario. Se estima que el total de estos proyectos contribuyen con una reducción de más de 10 millones de toneladas de CO_2 equivalente, lo que coloca a México en la quinta posición por volumen de reducciones y número de proyectos registrados a nivel mundial.

La revisión en las fuentes de información documenta la existencia de 721 biodigestores, de los cuales, 563 corresponden a los derivados del Project Design Document (PDD), 154 apoyados por el FIRCO y 4 más instalados bajo la iniciati-

va Metano a Mercados (M2M). Los biodigestores se encuentran ubicados principalmente en las regiones Noroeste y Centro Occidente del país, regiones que se caracterizan por contar con la mayor cantidad tanto de granjas porcícolas como de establos lecheros. Los estados en los que existe el mayor número de biodigestores son Sonora con 116 sistemas, Jalisco con un total de 107 sistemas instalados, le siguen Yucatán con 38, Puebla 19, Nuevo León 16, y el resto de los estados concentra el 14%.

FIGURA 4:
Ejemplo de un sistema de laguna para la producción de biogás



Fuente: SAGARPA, 2011

Descripción de los impactos económicos

Es económicamente viable implementar biodigestores para el manejo del estiércol y la producción de electricidad en establos con 300 vacas o más. De acuerdo a sus resultados, el ingreso económico total corresponde a los ahorros en los consumos de electricidad (columna Valor de la electricidad generada) más la entrada por la venta de bonos de carbono (columna Valor de los Certificados de Emisiones Excedentes al año).

Para explicar por qué este sistema es factible para establos de 300 vacas o más, el estudio emplea el indicador de viabilidad conocido como Valor Presente Neto o VPN. Cuando el VPN es mayor a cero la inversión es viable, hecho que sucedió en todos los casos menos en el establo de 200 vacas.

Descripción de los impactos sociales

El gobierno federal a través de la SAGARPA y el Fideicomiso de Ries-

CUADRO 3:

Estudio económico de un sistema de producción

Nº de vacas	Toneladas equivalentes de CO_2 al año	Kilowatts hora al año	Valor de la electricidad generada	Valor Presente Neto	Valor de los Certificados de Emisiones Excedentes (CER) al año
200	1.778	176.714	$ 134.126	- 414.066,53	$ 266.836
300	2.668	265.071	$ 201.189	550.781,02	$ 400.255
400	3.557	353.429	$ 268.252	1.516.176,91	$ 533.673
500	4.447	441.786	$ 335.315	2.482.020,85	$ 667.092
1000	8.894	883.572	$ 670.631	7.314.651,25	$1.334.184
1500	13.341	1.325.357	$ 1.005.946	12.150.169,97	$2.001.277
2000	17.789	1.767.143	$ 1.341.262	16.987.537,52	$2.668.369

Fuente: SAGARPA, 2011

go Compartido, FIRCO, diseñó el Proyecto de apoyo al valor agregado de agronegocios con esquemas de riesgo compartido, PROVAR, para apoyar a las empresas y personas en la construcción de biodigestores.

El gobierno ofrece un apoyo de hasta un millón de pesos en la construcción de biodigestores o hasta 250 mil pesos para el generador de electricidad si los beneficiarios aportan el 50% o más de la inversión.

Este apoyo es para productores primarios y empresarios del sector rural, con unidades productivas lecheras o porcinas, que cuentan con cuando menos 300 vientres en producción lechera o 200 vientres porcinos en sistema de ciclo completo, cuyo estiércol pueda ser utilizado para la producción de biogás y su aprovechamiento en la generación de energía térmica o eléctrica, a fin de reducir costos de producción y para la conservación del medio ambiente.

Descripción de los impactos ambientales

Según el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990 – 2002 elaborado por la SEMARNAT el 5,99% de los gases de efecto invernadero son producidos por actividades ganaderas, especialmente por el manejo del estiércol. Los gases contaminantes que produce son metano, óxido de nitrógeno y dióxido de carbono.

El estiércol es una fuente de contaminación también del suelo, del agua y del medio ambiente en general, ya que contribuye a la dise-

minación de enfermedades, al mal olor y a la concentración de fauna nociva como las moscas.

Cualquier sistema de manejo de estiércol ayudará a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, a reciclar agua más limpia, a obtener una alta calidad en la fertilización de campos, así como a evitar los malos olores y la diseminación de enfermedades.

Por otra parte, de acuerdo con el Instituto de Investigaciones Eléctricas, en México existe un potencial de 3.000 MW para generación de electricidad con biogás. Dicho potencial proviene de la recuperación y aprovechamiento del metano a partir de residuos animales, residuos sólidos urbanos y tratamiento de aguas negras. El desarrollo de estos proyectos requiere de todos los niveles de gobierno, apoyando a las autoridades municipales en la instrumentación de sistemas de gestión integral.

3. CONCLUSIÓN

México por su gran diversidad biológica y por su condición de país industrializado, dispone de gran potencial de fuentes de materia prima (especies naturales, desechos animales, residuos agroindustriales, etc.) para la producción de biocombustibles de primera y segunda generación en el corto, mediano y largo plazo.

Así mismo y para biocombustibles de primera generación, México por sus condiciones geográficas posee una gran diversidad genética y agroclimática para la producción de especies bioenergéticas que no compiten directamente con la producción de alimentos.

La bioenergia con el uso de leña, carbón y otros residuos agrícolas abastece el 5 % del consumo de energía primaria en México. Se estima que en el año 2030, se podría abastecer hasta un 16 % del consumo y permitir una reducción anual de emisiones de 110 Mt de CO_2 a la atmósfera.

Para lograr la producción a partir de insumos bioenergéticos e impulsar el desarrollo y promoción de los biocombustibles, México fortalece la investigación e innovación tecnológica como condición necesaria para lograr que a través de la tecnología generada y adoptada, la producción sea rentable y competitiva.

Los desafíos tecnológicos son:

- Evaluar especies y variedades nativas con potencial bioenergético, para las diversas condiciones agroclimáticas del País.
- Definir con base en sistemas de información geográfica las mejores zonas de producción para cada especie potencial excluyendo aquellas de producción de alimentos
- Desarrollar a través de métodos de mejoramiento genético variedades de alto rendimiento y calidad agroindustrial para cada región seleccionada como productora de insumos.

- Desarrollar los componentes tecnológicos de producción (nutrición, control de plagas y enfermedades, sistemas de producción, cosecha y post cosecha, etc.) por región climática.
- Realizar los estudios de rentabilidad, competitividad, eficiencia energética y sustentabilidad ambiental y socioeconómica de los nuevos cultivos Bioenergéticos, considerando el sistema de producción generado.

Los temas de interés de México para el desarrollo de los biocombustibles están actualmente enfocados al principal problema que se enfrenta el cual radica en la producción rentable de insumos agropecuarios. La producción de materia prima en cantidad y calidad, ya sea de primera o segunda generación, es al menos por ahora, la principal limitante para el impulso y desarrollo de los biocombustibles.

Perspectivas y oportunidades

Se considera que la producción de biocombustibles continuará en incremento debido a diversos factores nacionales e internacionales que la impulsan:

- Demanda mundial en constante crecimiento. Debido al mandato de mezclar biocombustibles con la gasolina y el diesel, varios países desarrollados y en vías de desarrollo como Estados Unidos, India, Japón y Argentina, entre otros, están obligados a producir, o comprar, estos insumos para cumplir con la obligatoriedad de las mezclas, lo que ha generado por un lado alta demanda en el mercado y por otro, que se usen cultivos destinados a la alimentación humana como la soya.
- Necesidad de impulsar el desarrollo del campo mexicano. Ante la falta de cultivos rentables en varias regiones del país, los cultivos bioenergéticos representan una opción para generar ingresos al productor e impulsar el desarrollo regional.
- Seguridad energética. En virtud de la disminución de las reservas probadas de petróleo en el mundo se buscan fuentes alternativas para diversificar la matriz energética de los países y asegurar el abasto nacional. En el caso de México, se depende en 90 % de los recursos no renovables, lo que hace urgente la diversificación energética a fuentes alternas como los biocombustibles de primera y segunda generación.
- Contribuir a reducir emisiones contaminantes. Ante el problema mundial del cambio climático, 105 países han firmado el acuerdo para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y debido a que el sector transporte es de los más contaminantes, el cambio de combustibles de origen fósil como la gasolina y el diesel por biocombustibles como el etanol y el bio-

diesel es una acción importante para la reducción de GEI.

Finalmente y a manera de conclusión general, se puede mencionar que en México existe voluntad política para el desarrollo y uso de los biocombustibles como lo demuestran las leyes y reglamentos existentes que generan programas y proyectos para favorecer la generación de conocimientos y tecnología de diversos insumos agropecuarios con el objetivo de asegurar que la producción de biocombustibles sea rentable, competitiva y sustentable para que los actores de la cadena productiva se beneficien con la demanda actual.

4. BIBLIOGRAFÍA

ASA, 2010. http://biocombustibles.asa.gob.mx/wb/biocombustibles/bioc001. Fecha de consulta septiembre 2011

FIRCO, SAGARPA. 2010. Diagnóstico General de la Situación Actual de los Sistemas de Biodigestión en México.

Gómez, S., D. 2006. Anteproyecto: Producción de biodiesel, metanol, etanol y subproductos para el autoconsumo de cooperativas de productores en Durango. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación regional norte centro. Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango México. Abril 2006. 22 p.

López-Ángel, L.J., Solís-Bonilla, J.L., Martínez-Valencia, B.B., y Zamarripa-Colmenero, A. México. 2011. Balance energético del cultivo de higuerilla (*Ricinus communis* L.) para la producción de biodiesel. Folleto Técnico Num.15. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas. México. 53 p.

López Ángel L. J., Grajales Solís M., Zamarripa Colmenero A., Montes García N., González Jiménez A., Solís Bonilla J. L. y Martínez Valencia B. B. 2011. Balance energético de Sorgo dulce (*Sorghum bicolor* L.) para la producción de bioetanol en México. Resumen en congreso PCCMCA 2011. Sansonate, El Salvador.

Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. Diario Oficial de la Federación. Octubre, 2008.

Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos. Diario Oficial de la Federación. Febrero, 2008.

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. Diario Oficial de la Federación. Noviembre, 2008.

Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. Diario Oficial de la Federación. Noviembre, 2008.

Majer, S., Mueller-Langer, F., Zeller, V., Kaltschmitt, M. (2009) Implica-

tions of biodiesel production and utilisation on global climate - A literature review. European Journal of Lipid Science and Technology 111 (8): p. 747-762.

Pecina, Q. V. Anaya, L. J. L., Zamarripa A. C., Montes, G. N., Núñez, C. C. A., Solis, B. J. L., Aguilar, R. M. R., Gill, L. H. R. & Méjia, B. D. J. 2011. Molecular characterisation of *Jatropha curcas* L. genetic resources from Chiapas, México through AFLP markers. Biomass and Bioenergy, Volume 35, Issue 5, May 2011, Pages 1897-1905

Reglamento de la ley de promoción y desarrollo de los bioenergéticos. Texto Vigente. Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de junio de 2009.

REMBIO, 2011. La bioenergia en México. Cuadernos Temáticos sobre Bioenergia. Cuaderno temático No. 4. México. 40 pp.

REMBIO, 2010. La bioenergia en México; estudios de caso. Cuadernos temáticos sobre bioenergia. Cuaderno temático No. 1. México. 32 pp.

REMBIO, 2010. Biocombustibles avanzados en México; estado actual y perspectivas. Cuadernos temáticos sobre bioenergia. Cuaderno temático No. 2. México. 32 pp.

REMBIO, 2010. Estufas de Leña. Cuadernos temáticos sobre bioenergia. Cuaderno temático No. 3. México. 32 pp.

Rodríguez Hernández, R. y Zamarripa Colmenero, A. 2012. Competitividad de la higuerilla *Ricinus communis* para biocombustible en relación a los cultivos actuales en el edo. de Oaxaca. México. Revista Mexicana de Agronegocios. Aceptado para su publicación (en prensa).

SAGARPA. 2011. http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/bioetanol. Fecha de consulta: octubre de 2011.

SAGARPA. 2011. http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/biodiesel. Fecha de consulta: octubre de 2011.

SAGARPA. 2011. http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/biogas. Fecha de consulta: octubre de 2011.

SAGARPA. 2010. Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación – SAGARPA. Pág.3

SAGARPA. 2010. Histórico de Noticias. SAGARPA promueve la producción de insumos para bioenergéticos y el uso de energías renovables en nuestro país. http://www.campomexicano.gob.mx/bioener.

SAGARPA. 2009. Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico. SAGARPA.

SAGARPA, SENER, SE, SEMARNAT, SHCP. 2009. Estrategia Interse-

cretarial de los Bioenergéticos. http://www.campomexicano.gob.mx/bioener.

Secretaría de Energía. 2010. Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. Proyecto de Bioeconomía 2010. http://proyectodeenergiarenovable.com/Bioeconomia/7

Secretaría de Energía. 2010. Estrategia Nacional de Energía.

Secretaría de Energía. 2009. Programa de Introducción de Bioenergéticos. SENER

SENER, BID, GTZ., 2006. Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiesel para el Transporte en México. Resumen Ejecutivo. 2006. www.energia.gob.mx/.../Biocombustibles_en_Mexico_Resumen_Ejecutivo.pdf

Solís-Bonilla, J.L., Zamarripa-Colmenero, A., Gonzalez-Ávila A., Rico-Ponce H.R., Tapia-Vargas L. M., Teniente-Oviedo R, Zacarías -Gutiérrez M., Cruz Ramírez J.R. y Hernández-Martínez M. 2011. Guía técnica para la producción de higuerilla (Ricinus communis L.)en, Chiapas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas Y Pecuarias. Campo Experimental Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas. México. 59p.

Zamarripa Colmenero A, 2011. Informe final de proyecto “Estudio de Insumos para la Obtención de Biocombustibles en México” Convenio de colaboración SAGARPA-INIFAP. Campo Experimental Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas, México.129 p

Zamarripa-Colmenero, A., Solís-Bonilla, J.L., González Ávila A., Teniente-Oviedo R. y Hernández-Martínez M. 2011. Guía técnica para la producción de piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.) en Chiapas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas. México. 96 p.

Zamarripa, C.A., Solís B.J.L. López A.L.J., Riegelhaup E., Goytia J.M.A. Ruis, C.P.A., y Martínez V.B.B. 2010. Comportamiento agroindustrial y energético del piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.) Resumen en Extenso. VII Reunión Nacional de la Red Mexicana de Bioenergia 2010. Cuernavaca, Morelos, México.

Zamarripa, C.A., Pecina, Q. V., Avendaño, A.C.H., Solís B.J.L. and Martínez V.B.B. 2010. Genetic diversity of mexican germplasm collection of *Jatropha curcas* L. 18th European Biomass Conference and Exhibition. Lyon France.

Zamarripa-Colmenero A, Ruíz-Cruz P A, Solís-Bonilla, JL, Martínez-Herrera J, Olivera-De los Santos A, Martínez-Valencia B. Biocombustibles: perspectivas de producción de biodiesel a partir de *Jatropha curcas* L. en el trópico de México. Folleto Técnico No.12 (2009). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo

Experimental Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas, México. 46 p.

Zamarripa-Colmenero, A.; Ruíz-Cruz, P. A.; Solís-Bonilla, J.L. y Díaz Padilla, G. 2008. ¡El piñón: una alternativa para la producción de Biodiesel en el Trópico! Desplegable para productores. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas, México.

Zamarripa-Colmenero, A. y Díaz Padilla, G. 2008. Áreas de potencial productivo del piñón *Jatropha curcas* L., como especie de interés Bioenergético en México. Oleaginosas en cadena. Boletín No.16. México, D.F., p. 4-6

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA Bioenergia EN PARAGUAY

Autor: Lisa Lovera

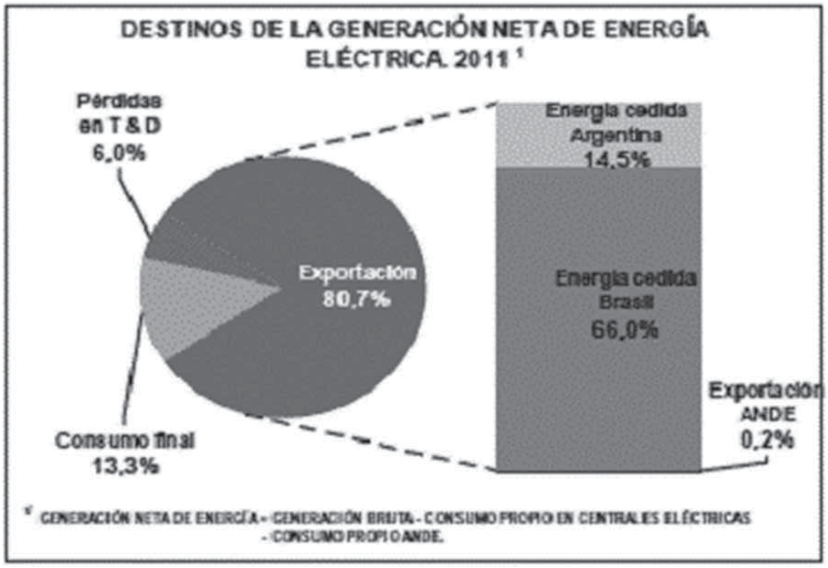
1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS

Paraguay es un país altamente dependiente de la energía hidroeléctrica, que genera a partir de tres grandes represas. Exporta diez veces lo que consume de electricidad, tornándolo una excepción en el contexto regional.

Hasta los años 60 el país era deficitario en términos energéticos, pero la situación cambió radicalmente con la puesta en marcha de las centrales de Acaray (nacional), Itaipú y Yacyretá (binacionales con Brasil y Argentina, respectivamente), que extendieron las redes de transmisión por todo el país.

Entre las tres represas concentran la casi totalidad de la producción eléctrica (97% de la capacidad instalada nacional), pero el 80% de la energía es exportada al Brasil y a Argentina. Si bien inicialmente tanto Itaipú como Yacyretá benefician con su producción por partes iguales a los países propietarios, en los hechos la existencia de excedentes de exportación en ambas represas se orientan a satisfacer las crecientes demandas energéticas insatisfechas del país copropietario, ya que Paraguay consume solo el 13% de la energía hidroeléctrica que produce. Actualmente, se está estudiando la factibilidad del proyecto Corpus Christi con Argentina.

GRÁFICO 1:
Distribución de la Energía Eléctrica generada en 2011



Según la Organización Latinoamericana de Energía, Paraguay representa el 85% de la energía que se exporta en la región.

Estas grandes represas binacionales han significado para Paraguay importantes pasivos financieros que se amortizan a partir de la cesión de su parte en la generación. Un nuevo acuerdo con Brasil en 2009 aumenta considerablemente las compensaciones que Paraguay recibe por la cesión de la electricidad de Itaipú y abre las puertas para la comercialización a terceros países.

El Plan Estratégico para el Sector Energético (PESE), elaborado en 2004, plantea la energía hidroeléctrica como base energética del país, debido a su carácter renovable, como recurso. Ello es comprensible cuando se considera que más de la mitad de la población paraguaya consume leña o carbón para la cocción de alimentos, lo que representa como afectación del desarrollo sustentable del país.

La demanda interna viene incrementándose en forma constante a partir del aumento del consumo doméstico. El sector residencial absorbe el 42% de la energía eléctrica y el industrial sólo el 24%. Esto también marca diferencias importantes con el resto de los países del Mercosur.

GRÁFICO 2:

Distribución de la Energía Eléctrica en cuanto al consumo por sectores

La cobertura eléctrica de la población es casi total, pero no alcanza a la mayor parte de la región Occidental y a algunas zonas de la región Oriental. Si bien la Administración Nacional de Electricidad

(ANDE) controla la totalidad de la generación y transporte de electricidad, en la distribución también está la Compañía de Luz y Fuerza Sociedad Anónima (CLYFSA) en la localidad de Villarrica y las comunitarias Cooperativas de Producción de las colonias menonitas del Chaco.

Matriz energética del Paraguay

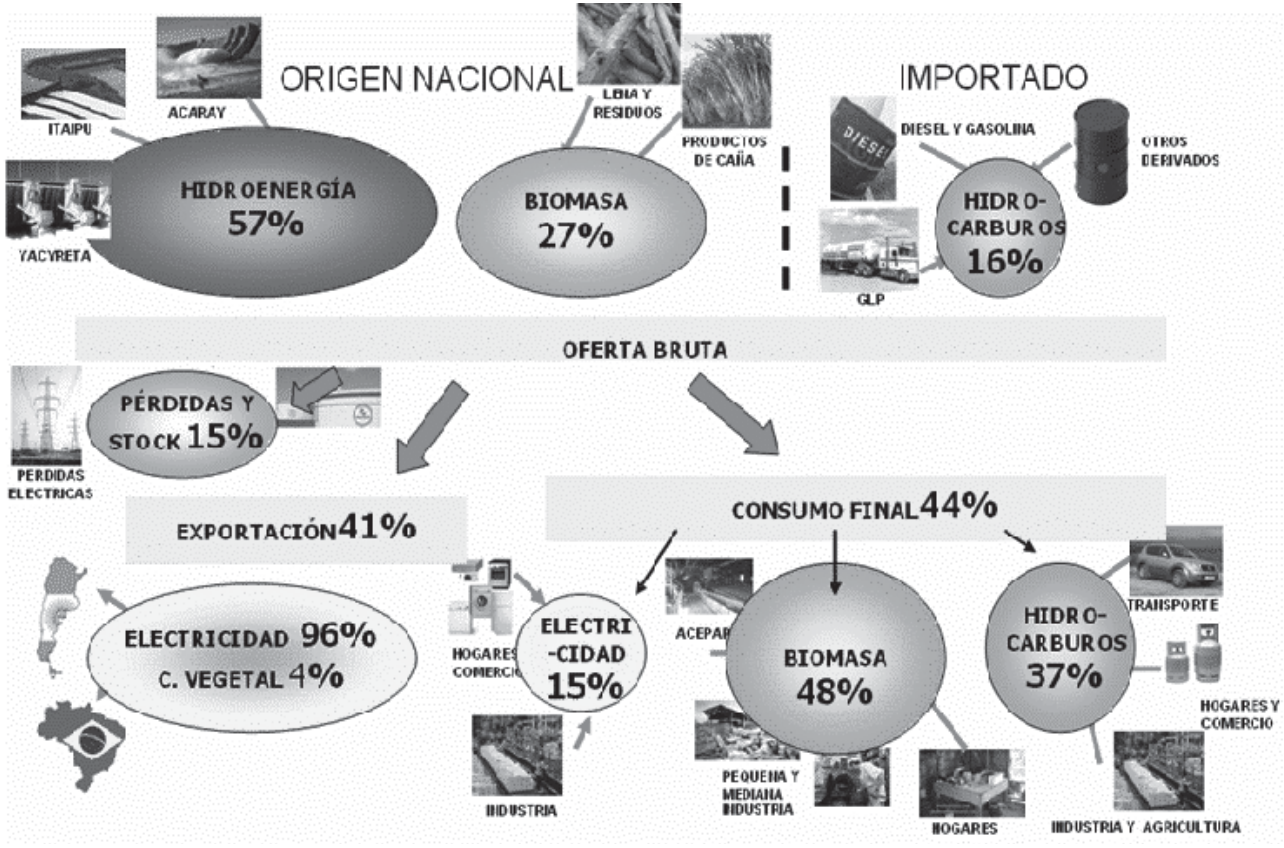
La matriz energética paraguaya tiene un elevado componente de biomasa, donde se destaca la leña como principal combustible a nivel doméstico y comercial, tanto urbano como rural.

La leña posee una importante tradición en una sociedad con fuerte impronta rural. Pero la mayor parte es consumida en los centros urbanos. Algunas industrias utilizan leña o carbón, pero su escaso desarrollo hace que el mayor consumo pase por el sector residencial y comercial, que tiene a la leña como principal fuente energética (74%). En hogares rurales, representa tres cuartas partes de la energía utilizada para la cocción. Además, una parte importante del carbón producido es exportado hacia los países vecinos.

Cerca del 70% de la extracción anual de bosques naturales es utilizada como leña y carbón vegetal. Esta producción no es sostenible, ya que se extrae de bosque nativos a tasas mucho mayores que las de reposición, sin ningún plan de manejo. Paraguay presenta una de las tasas de deforestación más elevadas de América Latina.

Existen amplias posibilidades de reducir esta problemática ambiental modificando la matriz de consumo energético: en el medio urbano incentivando el consumo eléctrico y en zonas apartadas de la red nacional recurriendo a fuentes alternativas como la solar, la eólica y la mini hidráulica.

FIGURA 1:
Matriz energética Paraguaya (2011)



66 Viceministerio de Minas y Energía. Disponible en www.ssme.gov.py.

Legislación de Biocombustibles

En este sentido, se puede decir que en el Paraguay existe un marco legal que respalda la producción y uso de los Biocombustibles.

En el año 2005, fue aprobada la Ley Nº 2.748 de Fomento de los Biocombustibles, la cual declara de interés nacional su producción, las materias primas para su manufacturación y el uso del mismo en todo el territorio nacional. La misma atribuye al Ministerio de Industria y Comercio (MIC) la autoridad reguladora de los biocombustibles y al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) la de promover la producción de materias primas de origen vegetal y animal, para los biocombustibles, así como la emisión de certificados de origen.

En el 2006, el Decreto Nº 7.412 reglamento dicha ley de biocombustibles y estableció las especificaciones técnicas de carácter obligatorio con las que deberá cumplir el Biodiesel. Así mismo establece que el Vice ministerio de Comercio, órgano dependiente del MIC, será quien autorice y apruebe a personas físicas o jurídicas que se dediquen a la producción y venta de biocombustibles.

La Ley Nº 2748/05 establece además que los productores de agrocombustibles gozan de beneficios impositivos regulados por las Leyes Nº 60/90 y 2421/04. Declara además la obligatoriedad para la mezcla de los agrocombustibles con los combustibles líquidos convencionales en porcentajes a ser establecidos por el MIC tomando en cuenta la producción efectiva en el país. Cabe señalar que las mezclas de etanol y biodiesel en los combustibles derivados del petróleo son establecidas por Decretos del Poder Ejecutivo, por medio del Ministerio de Industria y Comercio.

En Diciembre del 2011, El Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y metrología (INTN), aprobó la Norma Paraguaya NP 16.018.05. Esta Norma fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización (CTN) 16 - Combustibles, integrado por representantes de instituciones públicas, empresas privadas, asociaciones de consumidores, universidades, con el propósito de establecer los requisitos y métodos de ensayo para el Biodiesel puro (B100) que se emplea en motores Diesel.

2. CADENAS PRODUCTIVAS

La creciente demanda de energía en el mundo, el incremento de los precios del petróleo y sus derivados, la disminución progresiva de las reservas de petróleo y la presión internacional por reducir la emisión de gases contaminantes, ha dado nuevo impulso en los últimos años al desarrollo de fuentes de energía renovables, entre las cuales ha cobrado notable protagonismo los biocombustibles.

El Paraguay ha sido favorecido por esta situación por encontrarse

en una posición inmejorable para la producción de biocombustibles para el mercado local y para las exportaciones, en razón de su cultura agrícola, la riqueza de sus suelos, la abundante disponibilidad de agua dulce, su clima favorable y su situación geográfica estratégica.

El etanol y el biodiesel surgen como combustibles renovables y alternativos a los derivados del petróleo, para hacer frente a la creciente necesidad de las naciones de alcanzar su seguridad energética y mejorar las condiciones del medio ambiente.

Las principales fuentes de agroenergía provienen de:

- Etanol y la cogeneración de energía eléctrica,
- Biodiesel de origen animal o vegetal,
- Biomasa forestal y sus residuos,
- Los sub-productos de la industria agropecuaria y de la agroindustria.

Los principales biocombustibles producidos en el Paraguay son el etanol de caña de azúcar y el biodiesel de origen animal o de oleaginosas.

El Paraguay está decidido a ser un país productor y exportador de biocombustibles. Para ello, las políticas apuntan a incentivar el consumo interno y mejorar la competitividad para la exportación, aumentando la superficie cultivada y la productividad.

2.1. Etanol

Descripción de la cadena de producción

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

La producción de caña de azúcar en 2010/2011 alcanzo 5,3 millones de toneladas sobre un área de 104.055 hectáreas. La que se distribuye en varios departamentos del país. Sin embargo se identifica que son tres los que cuentan con las mayores superficies cultivadas, El Departamento de Guairá ocupa el primer lugar con 31.525 hectáreas (39% del total nacional). Le sigue Paraguarí con 16.618 hectáreas cultivadas (20%). En tercer lugar esta Caaguazú con 12.296 hectáreas cultivadas y con el 15% de participación.[67]

Identificación de los actores y canales de la cadena

A continuación se detalla la cadena de valor de la caña de azúcar, teniendo en cuenta que es la principal materia prima para la produc-

67 Boletín de la Mesa Sectorial de Biocombustibles. REDIEX. Asunción, Paraguay, diciembre de 2011.

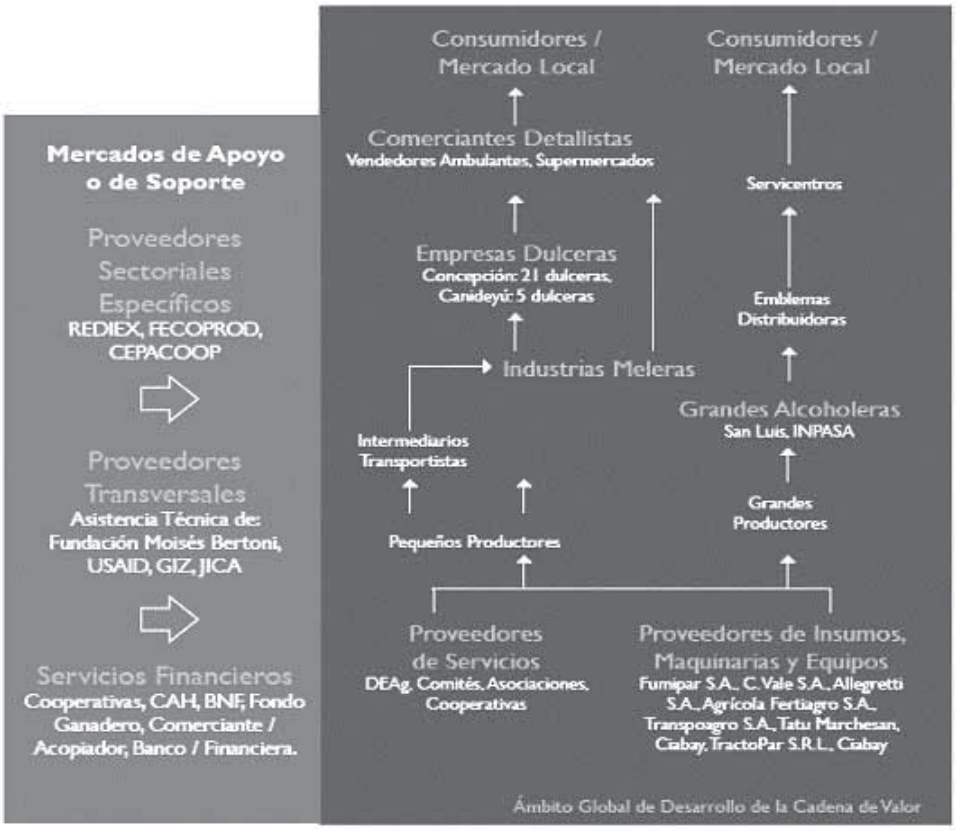
ción del Etanol en el Paraguay, en las que participan una serie de actores, en mayor o menor medida, entre los cuáles se destacan:[68]

Proveedores de Servicios. Son las instituciones públicas y privadas que prestan diversos servicios y asistencia técnica a los productores.

Proveedores de Insumos, Maquinarias y Equipos. Son empresas que

FIGURA 2:

Flujograma de la cadena de actores y canales de la cadena de caña de azúcar[69]



68 Caña de azúcar. Análisis de la cadena de valor en Concepción y Canindeyú, Setiembre de 2011.

69 Ibid.

proveen equipos e implementos agrícolas para la producción primaria, y también a las pequeñas y grandes industrias para el proceso de transformación.

Productor. Por lo general son pequeños y en algunos casos están nucleados en organizaciones o comités. Tienen trato directo con las pequeñas industrias de miel negra y realizan las ventas a intermediarios locales (por lo general transportistas). Los productores medianos a grandes trabajan en forma individual y tienen un trato directo con las industrias de azúcar y alcohol.

I**ntermediarios locales.** Es el transportista que compra por parcela la producción generada por los pequeños productores que están un poco más retirados de las pequeñas industrias.

Comerciante detallista. Este eslabón, el último de la cadena antes de llegar al consumidor final, está compuesto por varios integrantes, entre ellos: supermercados, mercados populares, almacenes, vendedores ambulantes, entre otros.

Industriales. Las pequeñas industrias artesanales de miel por lo general son productores individuales, o en su defecto, organizaciones de cañicultores nucleados en comités, que trabajan de manera informal. Las grandes industrias son empresas que se encargan de procesar la caña, principalmente para generar alcohol carburante (anhidro y etílico) y proveer a los emblemas para combustible.

Tanto los productores medianos como los grandes, trabajan en forma individual y tienen un trato directo con las industrias de azúcar y alcohol.

Además de la caña de azúcar, otras materias primas que sean utilizado entre el 2010/2011 son; el Maíz con una plantación de 430.000 ha y 3,3 millones de toneladas producidas, luego, la Mandioca (300.000 ha) y 2,4 millones de toneladas, una importante parte destinada a la producción del almidón, el Sorgo (24.988 ha), 149.543 toneladas, y también cereales a una menor escala.

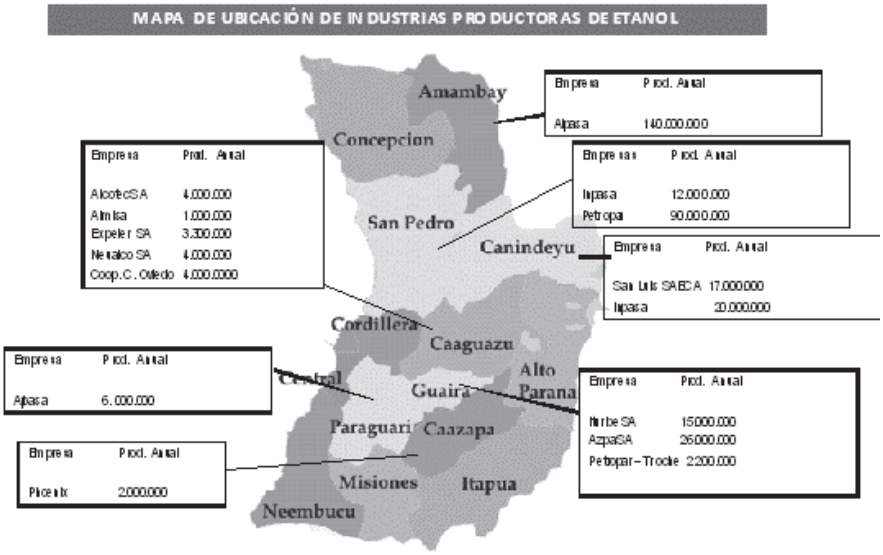
Capacidad de producción

Acorde a datos de la Dirección General de Combustibles (DGC/MIC), La capacidad de producción de las plantas instaladas de etanol alcanza 250 millones de litros por año y llegará a los 300 millones este año.

Plantas productoras de Etanol

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

FIGURA 3:
Mapa de ubicación de plantas productoras de Etanol[70]



Las tres principales plantas productoras de etanol son; INPASA, PETROPAR y AZPA que reúnen aproximadamente el 60% de la capacidad total instalada.

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

Composición de la capacidad y la producción de etanol

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

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

70 Datos proveídos por el Departamento de Biocombustibles – MAG.

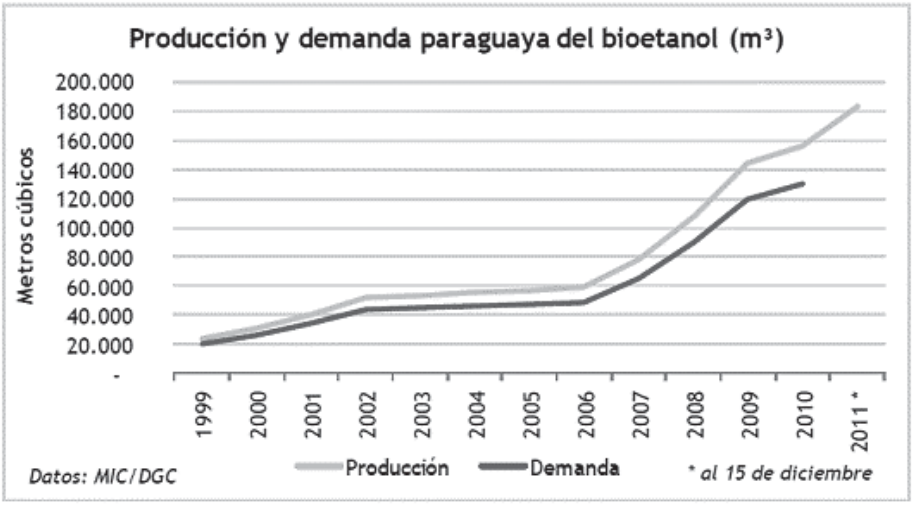
Producción y demanda de bioetanol (etanol anhidro)

Según la Dirección General de Combustibles del Ministerio de Industria y Comercio, la producción paraguaya de Etanol para combustibles es de cerca 182.700 m³ que equivale a un incremento del 15% en relación al año 2011.

Desde el 2000 se observa un incrementado año a año en la demanda como en la producción de etanol. En el 2010, la demanda fue de 130.000 m³ y la producción alcanzó 156.000 m³. En el 2011 la producción de éste combustible orilló 160.000 m³, atendiendo la demanda existente del producto, estima el sector.

GRÁFICO 2:

Evolución de la producción y la demanda del Etanol[71]



Impactos Económicos

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

71 Boletín de la Mesa Sectorial de Biocombustibles. REDIEX. Asunción, Paraguay, diciembre de 2011.

CUADRO 1:

Evolución de las exportaciones paraguayas de Biocombustibles[72]

Exportaciones de productos correspondientes a la Mesa Biocombustibles (USD)								
Producto	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Ene-Nov 2010	Ene-Nov 2011
Etanol sin desnaturalizar	39.600	20.250	45.440	37.636	90.196	382.740	374.060	51.840
Etanol desnaturalizado	-	-	-	56.000	28.000	25.920	25.920	26.640
Biodiesel	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Biocombustibles	39.600	20.250	45.440	93.636	118.196	408.660	399.980	78.480
Exportaciones de productos correspondientes a la Mesa Biocombustibles (ton)								
Producto	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Ene-Nov 2010	Ene-Nov 2011
Etanol sin desnaturalizar	28	13	29	20	47	383	373	37
Etanol desnaturalizado	-	-	-	29	15	13	13	13
Biodiesel	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Biocombustibles	28	13	29	49	62	397	387	50

Datos: BCP

Conforme a datos del Ministerio de Industria y Comercio, tenemos que, entre el año 2009 y 2010 se ha alcanzado el nivel máximo de exportación en los últimos tiempos.

La demanda local del etanol crece a ritmo sostenido por su precio competitivo en relación al alto precio de importación de las gasolinas, mientras que el biodiesel está comenzando a ser comercializado mezclado con el diesel, por la empresa estatal Petropar.

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

Impactos Sociales

Generación de empleo

Según el Censo Agronómico Nacional 2008, las estimaciones hechas en los Departamentos de mayor producción, se pueden generar hasta 80 jornales por hectárea anualmente.

Si se considera que la superficie establecida en Concepción y Canindeyú es de 4.383 hectáreas, la producción de caña de azúcar aporta

72 Ibid.

aproximadamente 350.640 jornales al año en finca del productor. Esta cifra no considera los trabajos de acarreo, que están a cargo de los transportistas.

A partir de algunas encuestas realizadas a productores, se ha podido estimar un promedio de Gs. 35.000 por jornal.

De acuerdo a estos datos, la industria de la caña de azúcar genera anualmente unos Gs. 122.724 millones por pago a los obreros a nivel de finca.

Importancia en la alimentación

La caña de azúcar es cultivada extensamente en países tropicales y subtropicales por el azúcar que contiene en los tallos. Es un edulcorante natural usado ampliamente y su azúcar es similar a la producida por la remolacha.

Las propiedades nutricionales de la caña de azúcar se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO 2:
Propiedades nutricionales de la caña de azúcar[73]

Propiedades Nutricionales (100 g)	
Agua	79,80%
Proteína	1,80%
Fibra	9,60%
Sucarosa	1,90%
Calorías	60 kcal

73 Caña de azúcar. Análisis de la Cadena de valor en Concepción y Canindeyú. Setiembre de 2011.

CUADRO 3:

Análisis nutricional de Miel de caña o negra (100gr)[74]

Composición		Minerales		Vitaminas	
Carbohidratos	79.8 %	Hierro (Fe)	3 mg	A	3.8 mg
Proteínas	0.6 %	Potasio (k)	1056 mg	B1	0.01 mg
Agua	19.3 %	Magnesio (Mg)	136 mg	B2	0.06 mg
Lípidos	0.2 %	Calcio (Ca)	118mg	B5	0.01 mg
Calorías	312 kcal	Fósforo (P)	116 mg	B6	0.01 mg
				C	7.0 mg
				D2	6.5 mg
				E	1 mg
				B6	0.03 mg

Fuente: www.inkanat.com/es/alimentacionnatural/index.html

En cuanto al producto generado del jugo de la caña de azúcar deshidratada, que es conocida como miel de caña o miel negra, las propiedades se detallan en la siguiente figura.

Impactos Ambientales

El etanol de la caña es considerado generalmente de menos impacto ambiental que el biodiesel, al utilizar áreas de cultivo que tradicionalmente fueron utilizados para la producción azucarera. Al considerarse el azúcar como alimento no básico y de consumo excesivo, muchos ambientalistas apoyan la reorientación parcial de la caña de azúcar para la elaboración del etanol. Los estándares sociales y ecológicos para la producción del azúcar orgánico nacional son internacionalmente reconocidos y pueden transmitirse a la producción del etanol.

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

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

74 Ibíd.

En este sentido se destaca la necesidad de realizar Estudios de Impacto Ambiental genéricos y específicos de todas las cadenas de biocombustibles *a priori* factibles, a fin de determinar más objetivamente las externalidades positivas o negativas que puedan surgir.[75]

El análisis debe prever los siguientes aspectos ambientales:

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

2.2. Biodiesel

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

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

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

Descripción de la cadena de producción

En la siguiente figura se puede observar la cadena productiva para

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

FIGURA 4:
Cadena productiva para el Biodiesel[76]

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

Como se puede observar en la figura, para la elaboración del Biodiesel, se producen una serie de cultivos tales como; Coco o mbokaja, Tártago, Soja, Girasol, Tung, Maní, Algodón, Sésamo, Piñón manzo, Canola o colza, Grasa animal, Aceites recuperados

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

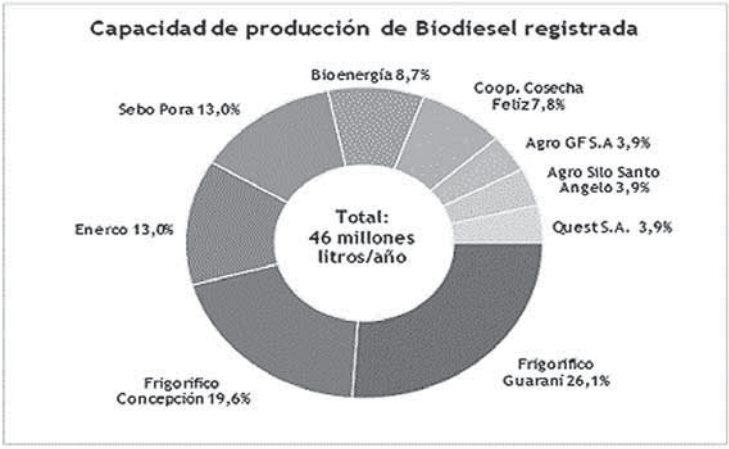
La producción aceitera se basa principalmente en el cultivo de soja, el cual registró una superficie de siembra de 2,4 millones de hectáreas para el ciclo agrícola 2006-2007, seguido en orden de importancia por el algodón y el girasol con 110 y 109 mil ha, respectivamente. En 2010/2011, la producción sojera alcanzo los 8,3 millones de toneladas.

Plantas productoras de Biodiesel

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

GRÁFICO 3:

Capacidad de producción de Biodiesel registrada en el 2008[77]



de Biodiesel por año, aproximadamente.

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

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

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

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

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

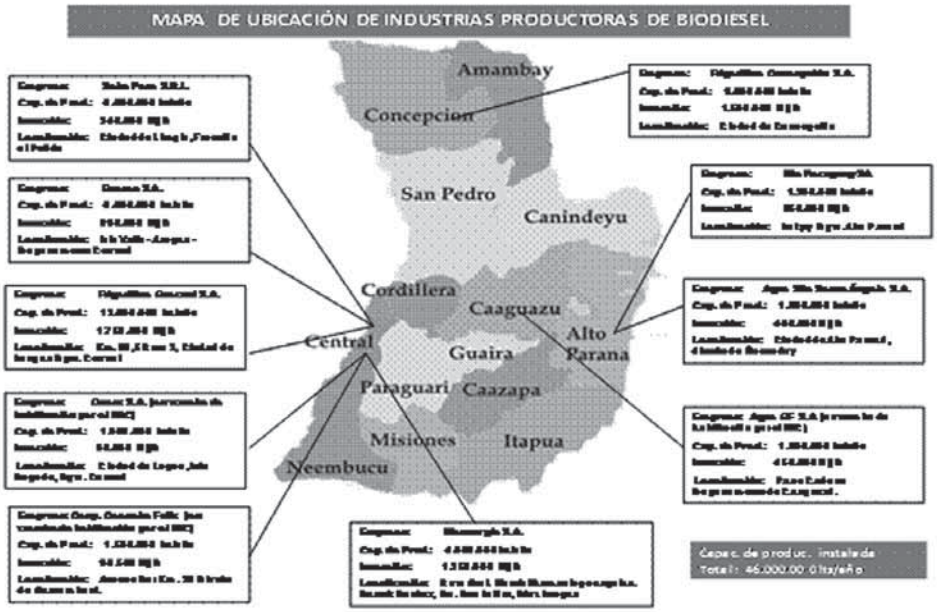
El 72,6% de la capacidad de producción existente y proyectada se concentra en Central, tendencialmente en las zonas sub-urbanas de este Departamento (distritos de Itauguá, Areguá, Luque, Limpio y Guarambaré).

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

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

FIGURA 5:

Mapa de ubicación de las industrias productoras de Biodiesel[78]



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

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

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

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

Las pequeñas plantas de Biodiesel (Santo Angelo y los proyectos

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

de Quest y Agro GF), cuentan con una capacidades de 1,8 millones de litros de Biodiesel por año, cada una.

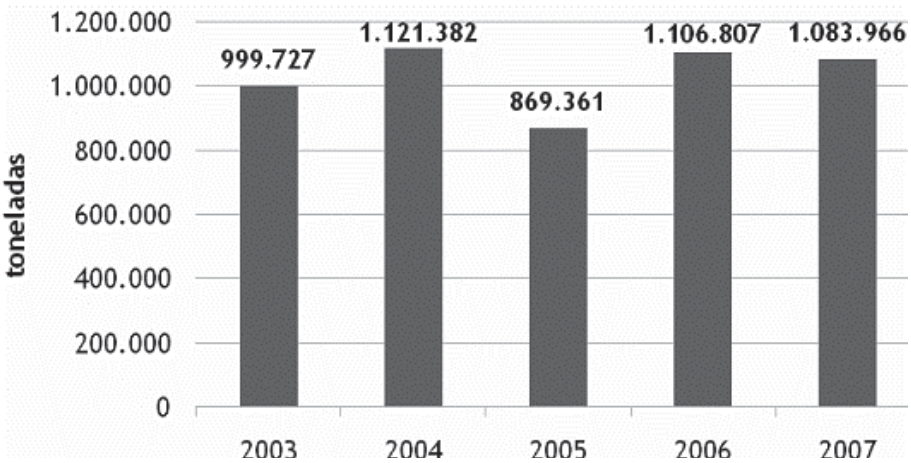
A nivel nacional, existe adicionalmente una cantidad no registrada de máquinas productoras de Biodiesel para uso casero, empresarial o comunitario, destinados a abastecer la demanda propia, particularmente para las maquinarias agrícolas. Como estas cantidades marginales no se comercializan en el mercado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

Impactos Económicos

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

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

FIGURA 6:
Importaciones nacionales de combustibles fósil (t)[79]



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

GRÁFICO 4:

Precio de importación del combustible fósil (US$/t)[80]

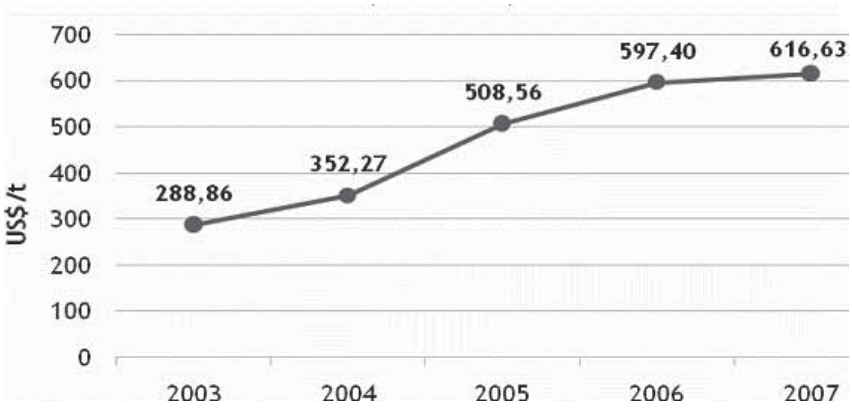
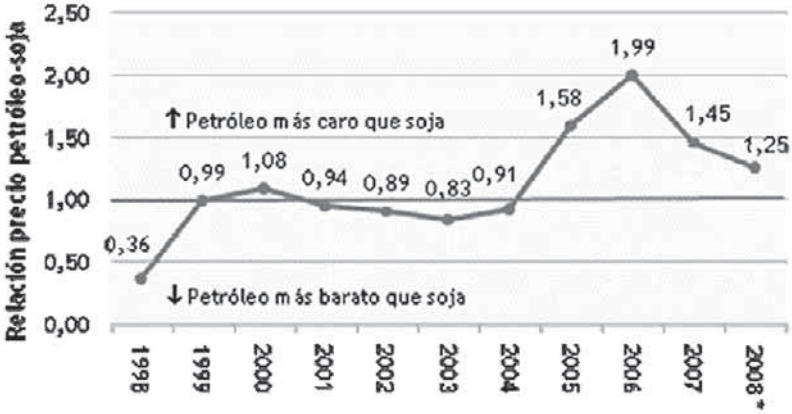


GRÁFICO 5:

Relación del precio internacional Petróleo - Soja[81]



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

Relación entre la Cotización Internacional del Petróleo y de la Soja

La relación entre los precios de mercado para el petróleo crudo por un lado y las semillas oleaginosas por otro lado son esenciales para la determinación de la rentabilidad de

80 Ibid.

81 Ibid

biocombustibles fabricados sobre la base de aceites vegetales.

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

En 1998, la relación petróleo-soja era de 0,36, es decir, una tonelada de petróleo valía como 0,36 toneladas de soja. Para 2006 se invirtió el panorama, cuando la fuerte alza del petróleo condujo a un índice de 1,99, lo que implica que por una tonelada de petróleo era posible adquirir casi 2 toneladas de soja.

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

Mercado paraguayo de combustibles

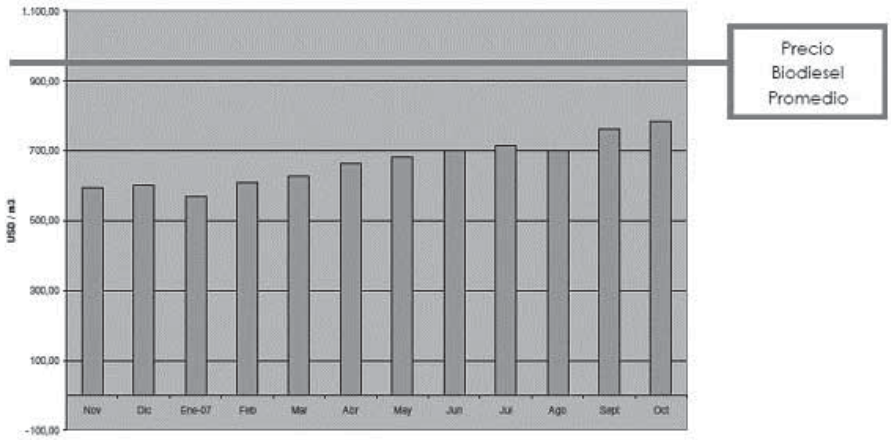
El Paraguay importa el 100% del combustible fósil que requiere para el transporte.

El volumen de combustible comercializado en el año 2007 fue de 1.300.000 m^3, de los cuales solo el 4,55 % fue biocombustible. Conforme a la matriz actual de los combustibles, existe un mercado local potencial para etanol de 350.000m^3 y para biodiesel de 1.000.000m^3.

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

En una primera etapa el país podría sustituir gradualmente la importación de combustibles fósiles por biocombustibles de producción local, logrando un importante ahorro

GRÁFICO 6:
Evolución del precio del Biodiesel en los tanques de planta en Villa Elisa



por egreso de divisas. Actualmente se calcula en 50 millones de USD el monto ahorrado por la substitución de casi el 5% de los combustibles fósiles. Este monto puede crecer hasta 1.000 millones de US$ por año, si substituimos el 100% de los combustibles fósiles importados por biocombustibles.

Impactos Sociales

En cuanto a los impactos sociales se considera en esta parte, las opciones de producción de materias primas disponibles y el empleo asociado a estas materias primas, de acuerdo a algunos análisis y consideraciones realizadas[82]

Oleaginosas del Complejo de Soja (CS)

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

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

Según algunas estimaciones teóricas realizadas, a fines de comparación, se estima que el empleo generado seria de 3.645 empleos directos y 13.900 empleos indirectos relacionados a la cadena del cs a tiempo completo.

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

A medida que se avanza en la cadena de producción, los puestos de trabajo tienden a ser a tiempo completo (industrias aceiteras, servicios relacionados: provisión de insumos, asesoramientos técnicos, etc.), por lo tanto aumenta la calidad de la ocupación, conforme se avanza en la cadena.

Oleaginosas de la agricultura familiar

Podemos incluir en esta categoría al cocotero o *mbokajá* y la posible

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

inclusión del piñón manso; por sus naturalezas, rubros agropecuarios que requieren de mano de obra intensiva comparada a los del Complejo Soja. En ambos casos la mayor incidencia de costos de la cadena está en la mano de obra, especialmente en el ámbito agropecuario.

Ámbito agropecuario

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

El cultivo de una hectárea densificada de:

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

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

Ámbito industrial

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

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

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

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

Impactos Ambientales

Los principales impactos ambientales de los Biocombustibles se en-

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

Oleaginosas del complejo soja (CS):

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

Oleaginosas de la agricultura familiar (AF):

El impacto ambiental generado por los rubros considerados, cocotero y piñón manso, aun debe ser estudiado; sin embargo de resultados obtenidos en los estudios realizados en otros países sobre piñón manso y la palma aceitera, muy similar a nuestro cocotero, se puede concluir que tendrían un desempeño ambiental, en el ámbito agropecuario, mejor que los rubros anuales del CS, sobre todo en la menor utilización de maquinaria agrícola (emisiones CO_2, particulados, NOx, etc.) e insumos químicos como fertilizantes y pesticidas (efecto “deriva” en la salud humana, nitrificación y eutrofización, contaminación de napas freáticas, entre otras).

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

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

3. CONCLUSIÓN

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

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

Según algunos expertos, necesitaríamos aproximadamente 250 millones de hectáreas de cultivos para especies bioenergéticas (cerca de una sexta parte de las tierras de cultivo en total) para satisfacer la demanda proyectada. Esto ocasionaría la deforestación, escasez de alimentos y agua, entre otros impactos sociales y ambientales, por lo que debe analizarse la posibilidad con mucho cuidado.

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

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

Los referentes del sector cañero coinciden en que hay una necesidad de mejorar el nivel de rendimiento productivo e industrial del rubro. Afirman que recién a partir de una producción de 80 t/ha el productor va obtener una suficiente rentabilidad. Finalmente, para alcanzar estos objetivos solo se precisan de 140.000 hectáreas de nuevas plantaciones. Esta necesidad es el aspecto más desafiante para los biocombustibles en el territorio paraguayo.

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

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

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

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

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

4. BIBLIOGRAFÍA

Balance energético Nacional 2011. Viceministerio de Minas y Energía. Consultado 07/12. Disponible en www.ssme.gov.py

Boletín Mesa Sectorial de Biocombustibles. Red de Inversiones y Exportaciones - REDIEX. Diciembre de 2011.

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

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

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

Memoria y Balance 2011. Administración Nacional de Electricidad (ANDE)

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

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

REDIEX. Boletín de Comercio Exterior. Asunción. 2011.

Páginas web consultadas

www.ssme.gov.py

www.ande.gov.py

www.olade.org

www.mag.gov.py

www.mic.gov.py

www.rediex.gov.py

www.petropar.gov.py

www.seam.gov.py

www.renenergyobservatory.org

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA Bioenergia EN PERÚ

Autor: Roxana Orrego Moya

Actualización y revisión: Marcela del Pilar Zulantay Alfaro

1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS

El Perú es una economía en crecimiento que demanda progresivamente mayores cantidades de energía. La Política Energética 2010 al 2040 y un amplio marco legal consolidan a largo plazo la introducción de energías renovables provenientes de fuentes hidráulicas, solares, eólicas, geotérmicas mareomotriz y de biomasa. Desde la década del 90 se inició el proceso de diversificación de la matriz energética introduciendo energías renovables y gas en sustitución de combustibles fósiles. En la última década se generó un marco legal que estableció mezclas obligatorias de biocombustibles líquidos (iniciado en el 2003 con la Ley 28.054, Ley de Promoción de Biocombustibles) e introdujo la compra de energía proveniente de fuentes renovables en las subastas de compra de energía eléctrica (D.L. 1.002 del 2008) creando un importante potencial para la generación de energía comercial a partir de biomasa.

La Ley 28.054 generó una demanda interna fija para biocombustibles líquidos. Actualmente la demanda de alcohol carburante[83] es excedida por La oferta de los proyectos existentes, mientras que aproximadamente el 90% de la demanda de biodiesel[84] es cubierta con importaciones. Por su parte, las cuotas asignadas en las subastas de compra de energía comercial para la energía proveniente de la biomasa han sido cubiertas en porcentajes mínimos.

En los últimos años, la instalación de nuevos cultivos para la producción de biodiesel y alcohol carburante en mezcla con el diesel y gasolina, ha permitido nuevas oportunidades de negocios, haciendo más notorio el rol del sector agrario en la generación de energía. Se estima que las inversiones existentes a la fecha en este rubro superan los 1.000 millones de dólares y han generado aproximadamente 4.000 nuevos puestos directos de trabajo y 9.000 puestos indirectos a lo largo de toda la cadena de producción. Este desarrollo se ha dado sin apoyo de subsidios directos.

La promoción de los biocombustibles líquidos en el Perú ha sido cuestionada en relación a sus posibles riesgos en la seguridad alimentaria y a la conservación del ambiente por su contribución a acelerar procesos de cambio de uso de tierra y ma-

83 Alcohol Carburante: Es el Etanol Anhidro Desnaturalizado, obtenido de la mezcla del Etanol Anhidro con la Sustancia Desnaturalizante en un proporción volumétrica no inferior al 2% ni superior a 3% en el caso de ser gasolina motor sin contenido de plomo.

84 Biodiesel: Combustible compuesto de ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadenas largas derivados de recursos renovables tales como aceites vegetales o grasas animales, para ser usados en motores de ciclo Diesel.

yores emisiones de gases de efecto invernadero, lo que aunado a la débil institucionalidad relacionada a ésta agroindustria ha llevado a postergar fechas y lugares de introducción de las mezclas obligatorias de biocombustibles. Actualmente, el mercado nacional de combustible cuenta con mezclas de Diesel B5 (5% de biodiesel) producido con materia prima importada casi en su totalidad y un gasohol[85] con una mezcla el 7,8% de alcohol carburante efectiva en diversas regiones del país, excepto la amazonía.

Por su parte, el proceso de regionalización existente en el país permite a los gobiernos regionales participar activamente en la plataforma política nacional concerniente a la promoción y regulación de las energías renovables, lo que ha llevado a diversos niveles de desarrollo de la bioenergia en regiones en relación a la capacidad de respuesta, constituyéndose en algunos casos Mesas Técnicas Regionales para la promoción de biocombustibles asignando fondos para programas de investigación y promoviendo la introducción de biocombustibles líquidos en cantidades mayores a las establecidas por Ley.

En relación al uso de biomasa para generación de energía eléctrica, se tienen dos ámbitos de aplicación: uno para generación de energía a escala comercial que sirva para autoabastecimiento de la industria o para ser introducida a la red eléctrica nacional a partir de los mecanismos de subastas de compra de energía a partir de fuentes renovables iniciados el 2009; y otro para electrificación rural en pequeñas escalas en poblaciones rurales que no tienen acceso a la red nacional de electricidad por razones geográficas y de alta dispersión poblacional, quienes representan un grupo humano de aproximadamente 5 millones de peruanos. En ambas alternativas el desarrollo aún es incipiente. Por su parte, las industrias agrarias presentan en general un uso ineficiente de los residuos y aquellas pocas que cuentan con tecnologías de biogás lo usan para autoabastecimiento; en tanto a pequeña escala desde los años 70 diversas ONG han implementado biodigestores tubulares unifamiliares en comunidades aisladas teniendo la fecha experiencias exitosas que podrían ser replicadas a mayor escala.

Para este informe se consideran tres categorías principales de sistemas bioenergéticos, de los que sólo los dos últimos son desarrollados a profundidad en el estudio: i) biomasa tradicional quemada directamente para cocinar y proporcionar calefacción (leña, bosta, yareta), ii) biomasa para generación de energía eléctrica, y iii) biocombustibles líquidos como el etanol y el biodiésel utilizados en el sector transporte.

En conclusión, el Perú ha dado pasos claros en la introducción de la bioenergia como alternativa ener-

85 Gasohol: Es la mezcla que contiene gasolina (de 97, 95, 90, 84 octanos y otras según sea el caso) y Alcohol Carburante.

gética asociada al desarrollo del agro y a la diversificación de la matriz energética, teniendo diversas oportunidades de ser desarrollada a diversas escalas. Sin embargo, su desarrollo es aún incipiente siendo necesario situar esta opción energética dentro de las agendas nacionales y regionales consolidando su contribución al desarrollo sostenible.

1.1. Introducción de las energías renovables en la matriz energética[86]

El Perú ha migrado progresivamente de una oferta interna predominante en petróleo crudo y derivados (50%) a una economía con una creciente participación de las energías renovables (26%) –de los cuales 14% corresponde al uso de Biomasa Tradicional; de gas natural (19%); y una participación minoritaria de carbón (5%) (Herrera, 2011).

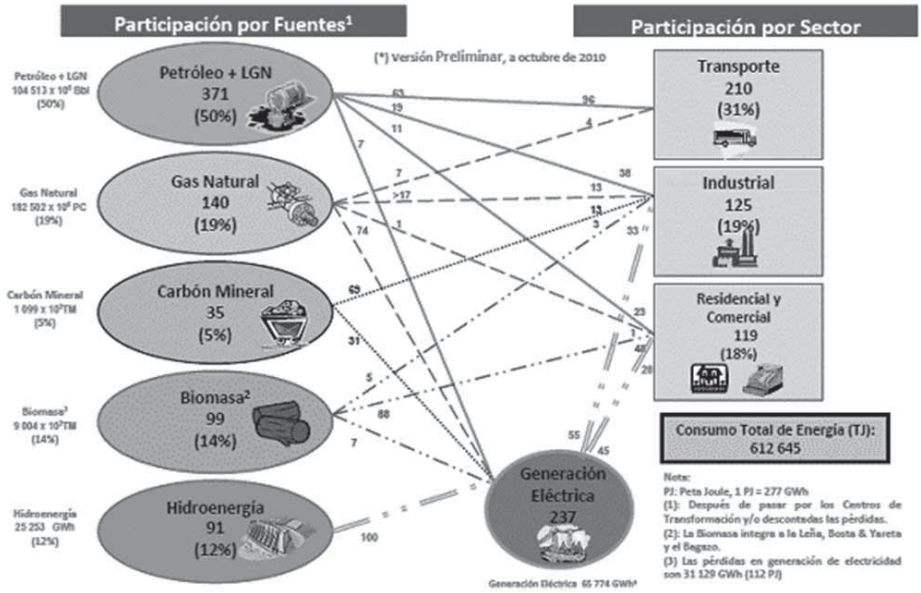
En relación a la Biomasa Tradicional (Leña, Bosta, Yareta y el Bagazo) son fuentes que principalmente se emplean para cocción y calentamiento de agua en los sectores residencial principalmente y en especial en zonas rurales y periurbanas que no están conectadas al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

A inicios del 2000 la matriz energética no era compatible con el potencial energético nacional. Dado que si bien el gas natural representaba el 58% de las reservas energéticas, su contribución a la matriz energética era ligeramente superior al 6%. Entonces, la principal medida para transformar la matriz energética se orientó a masificar el consumo de gas natural. Así en el 2005, ya con la puesta en operación de las disponibilidades del yacimiento gasífero de Camisea, el gas natural representó casi el 22% de los usos comerciales de la energía. Asimismo, la participación del petróleo en los usos comerciales de la energía se redujo de casi un 70% a 50% al año 2010.

La meta de transformación de la oferta energética, fijada por el Ministerio de Energía y Minas es alcanzar en el futuro una distribución, más o menos equilibrada, entre el gas, el petróleo y las fuentes renovables, dentro de las que se incluyen la energía hidroeléctrica y los biocombustibles como las fuentes más relevantes. La meta consecuentemente es que la participación del gas se eleve a 34% y que la del petróleo se reduzca a 33% mientras se espera que las fuentes renovables aumenten a 33%. No está claro sin embargo, el tiempo que demorará esta trayectoria, según las previsiones oficiales que se han hecho públicas y la participación que podrían tener los biocombustibles. Actualmente, la matriz energética del país se compone de la siguiente forma. Fig. 1. (Herrera, septiembre 2011).

86 El 2011 se inició el proceso de implementación del Sistema de Información Energético Nacional (SIEN) en coordinación con OLADE, DGH y DGE (PEI, 2012).

FIGURA 1:
Participación por fuentes y sector en energía



En relación a seguridad energética de combustibles tradicionales, el Perú es un país deficitario en Diésel y exportador de gasolinas. La migración de la matriz energética concentrada en una sola fuente (petróleo crudo) hacía una gama de fuentes energéticas ha repercutido en la reducción de las reservas y producción de petróleo, bajas en la calidad promedio del crudo nacional producido y el rápido incremento de la participación del diésel y ahora del gas en el transporte. Este panorama se complementa con el descubrimiento y puesta en explotación de grandes reservas de gas y condensados, junto a la masiva exploración de yacimientos realizada en los últimos años.

Actualmente el Gobierno Peruano continúa en el proceso de cambiar la matriz energética bajo la estrategia de mayor penetración del gas natural y energías renovables (hidroenergía, energía geotérmica, eólica, solar y biocombustibles), buscando promover el uso óptimo de los recursos energéticos, en especial los renovables, con el fin de incrementar la competitividad del país y elevar el nivel de vida de la población.

En los últimos 35 años, la estructura de la demanda de hidrocarburos líquidos experimentó una sustantiva transformación, en un contexto de reducida exploración de nuevas reservas, de caída constante de la producción nacional que además mostró un deterioro en la calidad promedio del crudo nacional, se incrementó el consumo de diesel del cual somos deficitarios y ha sig-

nificado un incremento sostenido de las importaciones de diesel o de petróleo crudo para procesarlo internamente, por lo que el país está sujeto a la volatilidad de las cotizaciones internacionales, lo que ha inducido a la conformación de un Fondo de Estabilización de los Precios del petróleo, para neutralizar el impacto inflacionario de las fluctuaciones que experimenta el mercado mundial.

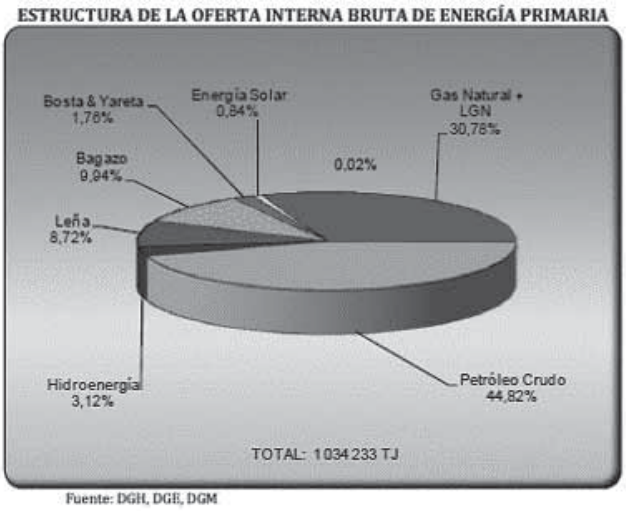
A este panorama se incluye el proceso de verticalización de la petrolera PETROPERU, que está en proceso de recuperar actividades desde la fase de exploración del recurso hasta la distribución final, lo que permitirá incrementar significativamente la oferta de hidrocarburos.

En relación a la balanza comercial de hidrocarburos, cabe indicar que del total de Diésel que se comercializó el 2008 a nivel nacional, aproximadamente, el 50% se produjo a partir de crudo importado y sólo el 25% a partir de Petróleo Nacional. Asimismo, el Balance Nacional de Hidrocarburos al 2016 previó que la demanda de diesel irá en aumento y la de gasolinas en retroceso. Sin embargo, una creciente introducción al país de vehículos gasolineros ha puesto en cuestionamiento esta declaración. El mayor consumo del diesel frente a las gasolinas en el mercado vehicular nacional respondió a un sistema tributario que gravó con menos impuestos al diesel frente a las gasolinas y actualmente se tiene un marco promotor de introducción de gas natural vehicular (GNV).

En el Balance Nacional de Energía 2010 (BNE, 2010) se indica que como parte de la Oferta Bruta Interna de Energía Primaria medida en TJ, la suma de lo portado por la leña, bagazo y bosta-yareta (102.774 TJ, 18.207 TJ, 8.661 TJ, respectivamente)

GRÁFICO 1:

Estructura de la oferta interna bruta de energía primaria



Fuente: DGH, DGE, DGM

fue 1,43 veces superior a la oferta de Hidroenergía (90.190 TJ). Sin embargo, no son considerados fuentes de Energía Primaria Comercial en el Balance Nacional de Energía que elabora periódicamente el Ministerio de Energía y Minas, debido a que se considera son estimaciones que guardan márgenes de error. A continuación se presenta la estructura de la oferta interna bruta de energía primaria, año 2010 (Cuadro 1).

En la participación de fuentes renovables para generación de energía eléctrica, desde el 2009 se han iniciado procesos de subasta de compra de energía eléctrica a partir de fuentes renovables para abastecer de energía al sistema eléctrico interconectado nacional. En la primera subasta en la energía proveniente de biomasa se adjudicó menos del 20% de la meta establecida y la segunda subasta quedó desierta no por falta de presentación de postores sino por los topes de precios establecidos en la subasta.

En las siguientes tablas se presentan los consumos de energía finales por fuentes a nivel nacional, 2009-2010 (Cuadro 1), la diversa demanda existente por regiones proyecciones 1995-2025 (Cuadro 2) y el consumo de combustibles (Cuadro 3).

CUADRO 1:

Consumo final total de energía por fuentes (MJ)

Fuente	2009	2010	Variación (%)
Diesel B2/Diesel 2	165.709	185.701	12,1%
Electricidad	106.852	113.692	6,4%
Leña	100.693	97.532	-3,1%
Gas Licuado	47.397	52.699	11,2%
Gasolina Motor	51.988	48.449	-6,8%
Gas Distribuido	37.650	47.531	26,2%
Kerosene-Jet	27.660	30.266	9,4%
Carbón Mineral	22.949	25.676	11,9%
No Energéticos de Petróleo y gas	11.884	13.659	14,9%
Petróleo Industrial	19.633	9.195	-53,2%
Bosta & Yareta	10.299	8.661	-15,9%
Bagazo	12.201	8.512	-30,2%
Gasohol	0	8.397	100,0%
Carbón Vegetal	2.008	2.097	4,4%
Coque	1.337	1.811	35,5%
Energía Solar	214	239	11,7%
Gas Industrial	0	0	0,0%
TOTAL	618.474	654.117	5,8%

Fuente: Empresas del sector, DGH, DGE, Datos estimados

CUADRO 2:

Demanda de energía eléctrica por regiones (GWh)

Región	Población Habitantes	Participa-ción (%)	Consumo de Energia Eléctrica (GW.h)	Participa-ción (%)	Consumo de Energía Eléctri-ca Percápita (kW.h/hab)
Amazonas	411.043	1,4%	35,08	0,1%	85,3
Ancash	1.109.549	3,8%	1.448,39	5,0%	1305,4
Apurimac	444.202	1,5%	88,00	0,3%	198,1
Arequipa	1.205.317	4,1%	2.241,89	7,7%	1860,0
Ayacucho	642.972	2,2%	98,24	0,3%	152,8
Cajamarca	1.493.159	5,1%	912,38	3,1%	611,0
Callao	926.788	3,2%	1.525,12	5,3%	1645,6
Cusco	1.266.827	4,3%	696,55	2,4%	549,8
Huancavelica	471.720	1,6%	214,59	0,7%	454,9
Huanuco	819.578	2,8%	138,74	0,5%	169,3
Ica	739.087	2,5%	1.725,46	6,0%	2334,6
Junin	1.292.330	4,4%	1.053,88	3,6%	815,5
La Libertad	1.725.075	5,9%	1.262,08	4,4%	731,6
Lambayeque	1.196.655	4,1%	555,60	1,9%	464,3
Lima	8.981.440	30,8%	11.914,47	41,1%	1326,6
Loreto	970.918	3,3%	751,10	2,6%	773,6
Madre de Dios	117.981	0,4%	31,73	0,1%	268,9
Moquegua	169.365	0,6%	1.793,01	6,2%	10586,7
Pasco	290.483	1,0%	608,33	2,1%	2094,2
Piura	1.754.791	6,0%	869,80	3,0%	495,7
Puno	1.340.684	4,6%	350,87	1,2%	261,7
San Martin	771.021	2,6%	162,81	0,6%	211,2
Tacna	315.534	1,1%	180,88	0,6%	573,3
Tumbes	218.017	0,7%	132,38	0,5%	607,2
Ucayali	456.177	1,6%	185,33	0,6%	406,3
Total	29.130.713	100%	28.976,71	100%	994,7

Fuente: Documento de INEI "Estimaciones y proyecciones" 1995-2025

La Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles tiene como uno de sus objetivos el contribuir a transformar la estructura del uso comercial de la energía y en este sentido, la eficacia de dicha Ley debería medirse sobre la base de su contribución a la diversificación de la disponibilidad de combustibles para el mercado interno, aportando también al mejoramiento de la calidad de los combustibles para mitigar las externalidades contaminantes del transporte. Sin embargo, la exportación es también un objetivo importante para junto con el desarrollo del mercado interno de biocombustibles, propiciar el desarrollo agroindustrial, a la vez que mejorar el saldo en divisas de la balanza comercial. En tal sentido, especialmente la industria del etanol en el Perú presentaba un interesante potencial desde sus inicios para convertirse en un "cluster de etanol". Sin embargo, las limitaciones en disponibilidad de recursos agua y suelo, la ausencia de una autoridad que promueva este desarrollo con mecanismos que aseguren la inclusión y demuestren que el balance costo beneficio es favorable para el país han hecho que este potencial no se desarrolle.

CUADRO 3:
Consumo de combustible por región (GWh)

Región	Consumo de Combustible (GW.h)
Amazonas	163
Ancash	6.723
Apurimac	408
Arequipa	10.406
Ayacucho	456
Cajamarca	4.235
Callao	7.079
Cusco	3.233
Huancavelica	996
Huanuco	644
Ica	8.009
Junin	4.892
La Libertad	5.858
Lambayeque	2.579
Lima	55.305
Loreto	3.486
Madre de Dios	147
Moquegua	8.323
Pasco	2.824
Piura	4.037
Puno	1.629
San Martin	756
Tacna	840
Tumbes	614
Ucayali	860
Total	134.502

1.2. Marco legal

1.2.1. Para biocombustibles líquidos

La Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles (Ley N° 28054, del 7 de agosto del 2003), establece el marco general para promover el desarrollo del mercado de los biocombustibles sobre la base de la libre competencia y el libre acceso a la actividad económica, con el objeto de diversificar ese mercado, fomentar el desarrollo agropecuario y agroindustrial, generar empleo, disminuir la contaminación ambiental y ofrecer un mercado alternativo frente a las drogas.

La Ley N° 28.054 tiene dos reglamentos. El primero dado por D.S N° 013-2005-EM, **Reglamento de Promoción de los Biocombustibles** trata sobre normas técnicas, porcentaje y cronograma de aplicación para el Gasohol y Biodiesel, así como de la promoción de cultivos y desarrollo de tecnologías. El segundo **Reglamento de Comercialización de Biocombustibles** de abril de 2007 precisa las Autoridades de Aplicación y sus competencias, las normas técnicas de calidad de los Biocombustibles y sus mezclas, los porcentajes de mezcla y modifica el cronograma de uso de Biocombustibles. Además, éste segundo Reglamento estableció que a partir del 1 de enero del 2010 el gasohol (mezcla que contiene gasolina y 7,8% de alcohol carburante) es de uso obligatorio en todo el país y el Biodiesel se comercializaría obligatoriamente a partir del 1 de enero del 2010 como Diesel B2 (mezcla que contiene Diesel N°2 en 98% y 2% de biodiesel) aumentando desde el 1 de enero del 2011 a Diesel B5.

El 2009 el Ministerio de Energía y Minas con D.S. 091-2009-EM postergó la entrada en vigencia del gaso-

hol a nivel nacional y estableció un nuevo cronograma de mezcla para su introducción progresiva en el territorio nacional, exceptuando a la amazonía.

Este cronograma fue nuevamente postergado en el 2010, con D.S. 061-2010-EM del Ministerio de Energía y Minas, postergando la entrada en vigencia del gasohol hasta junio de 2011 para las regiones de Lima, Callao, Ica, Huancavelica, Moquegua, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Arequipa, Puno y Tacna.

A partir del 15 de julio de 2011 mediante D.S. Nº 024-2011, del 13 de mayo por el Ministerio de Energía y Minas (MEM), se aplica la nueva normativa en los departamentos de Lima y Callao, esto con la intención que los agentes de la cadena de comercialización puedan recibir, despachar, transportar y comercializar gasohol de acuerdo al porcentaje de mezcla de alcohol carburante con gasolinas. Cabe señalar que el gasohol ya era de uso obligatorio en los departamentos que se citan a continuación (Casquero, 2011).

CUADRO 4:

Nuevo cronograma de implementación de los gasoholes

NUEVO CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS GASOHOLES (Según Artículo 1º del D. S. Nº 024-2011-EM, publicado el 13 mayo 2011, que modifica el Artículo 8º del D. S. Nº 021-2007-EM, Reglamento de la Comercialización de los Biocombustibles y sus Mezclas)

DEPARTAMENTO	FECHA DE INICIO
Piura y Lambayeque	01 de abril de 2010
Tumbes y Cajamarca	01 de mayo de 2010
La Libertad y Ancash	01 de junio de 2010
Huánuco	01 de julio de 2010
Pasco	01 de agosto de 2010
Junín	01 de septiembre de 2010
Lima y la Provincia Constitucional del Callao	15 de julio de 2011
Ica	01 de diciembre de 2011
Huancavelica	01 de diciembre de 2011
Ayacucho	01 de diciembre de 2011
Apurímac	01 de diciembre de 2011
Cusco	01 de diciembre de 2011
Arequipa	01 de diciembre de 2011
Puno	01 de diciembre de 2011
Moquegua	01 de diciembre de 2011
Tacna	01 de diciembre de 2011

1.2.2. Para energía eléctrica a partir de biomasa

El Gobierno del Perú dio en el año 2008 la Ley N° 1.002, **Ley de Promoción, Inversión y Generación de Electricidad con el Uso de Energías Renovables**, considerándose como energías renovables a la eólica, solar, geotérmica, biomasa, mareomotriz e hidráulica (cuando la capacidad no sobrepase los 20 MW); con fines de diversificar la matriz energética y en cuyo marco se han dado hasta la fecha dos subastas públicas de compra de energía.

La **Ley 1.002** y su reglamento (D.S. Nº 050-2008-EM que fuera derogado por el nuevo Reglamento D.S. N° 012-2011-EM) establecen las condiciones para el otorgamiento de las concesiones para el desarrollo de generación con recursos energéticos renovables (RER). Entre los alcances de este marco regulatorio se establece que el nivel de penetración de las RER se incrementará en 5% del consumo de electricidad (en cada año del primer quinquenio), siendo el consumo al 2011 de 31.796 Gwh/h (Comunidad Andina, 2011). Además, establece la formulación de un Plan Nacional de Energías Renovables y de Planes Regionales lo que permitirá cumplir con los objetivos de la Ley de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el uso de energías renovables.

El Decreto Ley 1.058 de **Promoción de Inversión Eléctrica con Recursos Hídricos y otros Recursos Renovables del 2008** establece que la generación de energía eléctrica a base de recursos hídricos o a base de otros recursos renovables, tales como el eólico, el solar, el geotérmico, la biomasa o la mareomotriz, gozará del régimen de depreciación acelerada, la misma que no será mayor de 20% como tasa global anual, para efectos del Impuesto a la Renta.

Finalmente, con norma de **OSINERGMIN Nº200-2009-OS/CD** se establecen las metodologías que deberán seguir aquellas instalaciones de generación eléctrica híbridos, para certificar su aporte de energía proveniente de centrales de generación de electricidad con RER que han obtenido Energía Adjudicada como resultado de las subastas señaladas en el DL 1002.

Estas normas definen a la biomasa como la porción biodegradable de productos, desperdicios y residuos de origen biológico provenientes de la agricultura (incluyendo sustancias animales y vegetales), forestal e industrias relacionadas, así como porción biodegradable de desperdicios industriales y municipales.

En el marco normativo a nivel de regiones se destaca la Ordenanza Regional O.R. Nº 027-2008-GRSM/CR del Gobierno Regional de San Martín (amazonía) que declara de interés regional y de necesidad pública el desarrollo de la actividad bioenergética de la Región San Martín y crean el Programa de Biocombustibles de la Región San Martín – PROBIOSAM. 2008.

1.3. Institucionalidad

De acuerdo a la Ley 28054 en el 2007 se creó el Programa de Promoción del Uso de Biocombustibles (PROBIOCOM) adscrito a la Agencia de Promoción de la Inversión Privada (PROINVERSIÓN), que pretendía reunir a los Ministerios de Energía, Agricultura, Producción, la Agencia de Petróleos, el Organismo Regulador y la Agencia de Lucha Contra las Drogas, para fomentar el trabajo interinstitucional e intersectorial en

los aspectos de promoción del consumo, comercialización, normas de calidad, producción agrícola y desarrollo tecnológico de los biocombustibles. Sin embargo está instancia no estuvo operativa debido a la complejidad de los temas relacionados a biocombustibles que trascendían a la promoción de inversiones.

El 2009, el Gobierno Peruano creó por D.S. 075-2009-PCM la Comisión Multisectorial de Bioenergia (CMB) con el objeto de evaluar y recomendar medidas que promuevan la gestión integral de la bioenergia a nivel nacional. La Comisión Multisectorial se instaló el 2010 y está conformada por los Vice ministerios de Agricultura (MINAG), Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales (MINAM), de Energía (MINEM) y de MYPE e Industria (PRODUCE). La preside el Viceministro de Agricultura. La Comisión es de carácter permanente y esta adscrita al MINAG y tiene las siguientes funciones: a) Identificar y recomendar las acciones necesarias para solucionar problemas que se presenten en cualquiera de las fases de las Cadenas Productivas de la bioenergia; b) Establecer mecanismos de consulta con diversos actores nacionales e internacionales involucrados en la promoción de la bioenergia; c) Promover y participar en eventos relacionados a la bioenergia. En la práctica se dejó sin efecto al PROBIOCOM.

A la fecha la CMB se ha constituido en un órgano de consulta y asesoramiento para dirigir la orientación de la política bioenergética del país, dando recomendaciones a partir de grupos técnicos que han sido conformados para dicho fin.

El Ministerio de Energía y Minas implementó en el 2009 la Dirección de Promoción y Concesiones de Gas Natural y de Biocombustibles al interior de la Dirección General de Hidrocarburos, encargada del planeamiento y la promoción de las inversiones para los biocombustibles en coordinación con las otras entidades competentes, sin embargo no presenta ninguna representatividad en dicha materia ya que el tema de biocombustibles está supeditado al de hidrocarburos.

A nivel regional se presenta una dinámica diferenciada. Por ejemplo el Gobierno Regional de San Martín, ha declarado como meta de mediano plazo su independencia energética por lo que vienen investigando en el cultivo del piñón blanco (Jatropha curcas) y trabajando un programa con agricultores para su desarrollo con el objetivo de producir aceite vegetal combustible como sustituto del Diesel, realizando acciones correspondientes a la adaptación de la flota automotriz regional. Además de desarrollar otros emprendimientos relacionados a generación de energía eléctrica.

En líneas generales no existe una autoridad nacional sobre biocombustibles que diseñe y marque el rumbo de la política y de otro lado, la institucionalidad para la coordinación de las políticas sectoriales es todavía muy débil.

1.4. Marco tributario

El gasohol y el biodiésel se encuentran dentro de la Ley de Promoción de la Inversión en la Amazonía, Ley N° 27037, lo que les otorga los siguientes beneficios tributarios: pago de Impuesto a la Renta de tercera categoría (10%) y exoneración del pago del Impuesto General a las Ventas.

El biodiésel se encuentra exonerado del pago del Impuesto Selectivo al Consumo, mientras que el gasohol no, lo que viene siendo motivo de un amplio debate, en el que se destaca que ambos biocombustibles tengan, entre otros, los mismos beneficios que las plantas de procesamiento de gas natural[87]. Además de plantear que dicha actividad esté comprendida en los beneficios de la Ley de Promoción Agraria y que se exonere del Impuesto Selectivo al Consumo.

En relación a la Ley de Promoción del Sector Agrario, Ley 26.865, están fuera de su ámbito de beneficio las actividades agroindustriales de oleaginosas y de etanol anhidro, dado que la ley fue dada para promover el desarrollo de actividades agroindustriales primarias. Entre los requisitos para ser beneficiario de ésta Ley, se establece que la industria azucarera no puede percibir más del 20% por un subproducto diferente al azúcar, por lo que las industrias azucareras han solicitado reiteradas veces que se incluya al etanol anhidro, a la cogeneración eléctrica y al bagazo para papel dentro de los beneficiarios de la Ley, lo que ha sido rechazado por el Ministerio de Economía y Finanzas. Cabe indicar que la industria azucarera puede diversificarse para evitar esta afectación tributaria. Los beneficios de la Ley de Promoción Agraria son: el pago del 15% del Impuesto a la Renta de tercera categoría, la depreciación del 20% de las inversiones en obras de infraestructura hidráulica y obras de riego y la recuperación anticipada del pago del IGV por adquisición de bienes de capital e insumos, entre otros.

La política económica vigente está en contra de este tipo de medidas. Además en el país ya existen grandes inversiones en marcha sobre etanol anhidro y biodiesel, lo que demuestra su competitividad sin necesidad de subsidios y/o exoneraciones.

1.5. Evaluación de infraestructura disponible para biocombustibles líquidos[88]

Estado situacional de la infraestructura existente

87 La Ley de Promoción de la Inversión en Plantas de Procesamiento de Gas Natural Ley N° 28176, brinda un régimen especial a las plantas de gas para establecer su estabilidad tributaria y cambiaria, así como facilidades para la depreciación. Además, el gas natural está exonerado del ISC y a partir de Julio del 2005 se exoneró del Impuesto Selectivo al Consumo al GLP.

88 Informe del Grupo Técnico de Análisis de Mercados de la Comisión Multisectorial de Bioenergia. Agosto 2010.

...En las Refinerías de Petróleo

En el Perú existen siete Refinerías de Petróleo, mediante las cuales se abastece gran parte de la demanda total de combustibles del país. Estas refinerías procesan crudos nacionales e importados.

Petróleos del Perú dispone en sus 04 refinerías, de infraestructura para recepción, almacenamiento y mezcla de Biodiesel B100, así como para almacenamiento y despacho de Diesel B2, de donde despacha este producto vía tuberías, buques-tanque, barcazas o Carros-tanque hacia las plantas de ventas o clientes según sea el caso.

Las refinerías de la Costa (Talara – Piura- y Conchán –Lima-) disponen de sistema de recibo para Biodiesel B100 desde Buques-tanque y vía camiones cisterna, mientras que la Refinería Iquitos puede recibir este producto transportado por vía fluvial mediante barcazas.

La Refinería La Pampilla (Lima) también dispone de sistema de recibo para Biodiesel B100 desde Buques-tanque y vía camiones cisterna y realiza el mezclado en tanque, teniendo posibilidades de hacerlo en línea. Por otro lado, tiene los sistemas para recepción de alcohol carburante vía camiones cisternas. No tiene instalaciones para la recepción de este producto vía Buque-tanque.

Las refinerías existentes son presentadas en la figura 2.

FIGURA 2:
Planta de procesamiento de hidrocarburos

Las operaciones de recepción, almacenamiento y despacho de hidrocarburos tienen lugar en los terminales o plantas de venta. En nuestro país existen en la actualidad 41 Plantas de Abastecimiento.

Los establecimientos de venta al público previo a la introducción de los biocombustibles líquidos en mezcla, realizaron la limpieza de sus tanques de almacenamiento además de diversas charlas de difusión para el almacenamiento y manipuleo del Gasohol, enfatizando los aspectos de limpieza y cuidados tendientes a evitar la presencia de agua en los sistemas.

El ente regulador de estos mecanismos que aseguran la adecuada manipulación y calidad del producto son regulados por el OSINERGMIN, no teniéndose conocimiento de deficiencias en su funcionamiento.

2. CADENAS PRODUCTIVAS

2.1. Cadena de valor del biodiesel

El biodiesel se introdujo en el Perú desde inicios del 2009 en una proporción del 2% (B2) aumentándose a 5% (B5) a partir del 1 de Enero del 2011.

A nivel nacional, la única oleaginosa que se produce a nivel comercial para biodiesel es la palma aceitera. El piñón blanco *(Jatropha curcas)* y la higuerilla son cultivos promisorios que están en proceso de desarrollo de su paquete tecnológico existiendo diversos emprendimientos a nivel de regiones.

El Perú es un país deficitario en grasas comestibles ya que importa el 85% de los aceites y grasas para consumo humano. Se estima que para cubrir la demanda de Diesel B5 se requiere adicionalmente a las hectáreas necesarias para cubrir la demanda de grasas y alimentos, la producción de aproximadamente 50.000 ha de palma aceitera, lo que frente a las 40.000 ha existentes, nos presenta un enorme déficit en el desarrollo de este cultivo.

Este déficit interno de producción de materia prima generó que en las fechas de inicio de las mezclas obligatorias (enero de 2009 para el Diesel B2 y enero de 2011 para Diesel B5), las refinerías importen Biodiesel EEUU y Ecuador, ante lo cual la industria nacional solicitó medidas compensatorias y de derechos antidumping. A fines del 2009 el Instituto Peruano de Protección al Consumidor aplicó derechos antidumping provisionales (15/11/09) y derechos compensatorios provisionales (23/12/09) a las importaciones de Biodiesel provenientes de EEUU. En el 2010 se establecieron derechos antidumping definitivos a las importaciones de biodiesel puro de los EEUU. Actualmente los principales proveedores de biodiesel im-

portado son Indonesia, Argentina y Canadá principalmente.

A la fecha, el único productor en el Perú que incluye plantaciones y procesamiento de biodiesel es la empresa Industrias del Espino S.A. ubicada en la Región San Martín en la amazonía peruana, empresa que ha estado tradicionalmente asociada a la producción de aceites y grasas para consumo humano, constituyéndose su producción de biodiesel en un costo de oportunidad y cuya planta de biodiesel se encuentra operativa en un 10% aproximadamente, de su capacidad instalada.

Entre el 2006 y el 2008 se instalaron alrededor de la ciudad de Lima diversas plantas de transesterificación que en su capacidad instalada total exceden la demanda interna de biodiesel, sin embargo estas se ven obligadas a comprar materia prima para su procesamiento y están operativas en porcentajes bajos.

Finalmente, se resalta que la Norma Técnica Peruana de Biodiesel fue aprobada en julio del 2008. Actualmente estaría en proceso de revisión a solicitud de las empresas comercializadoras de combustibles -para agregar el punto de mezcla en frío aduciendo funcionamiento deficiente en altura- sin perjuicio que en términos formales la Comisión a cargo de su aplicación ha señalado que "esta norma se encuentra vigente, y no ha sido ni se encuentra en proceso legal de modificación o revisión" (Comisión de Fiscalización de Dumping, agosto 2010). Esta propiedad se relaciona al desempeño del producto en bajas temperaturas, permitiendo garantizar una adecuada fluidez tanto del Biodiesel como de sus mezclas en las diferentes zonas de nuestro país, incluyendo las zonas de baja temperatura.

2.1.1. Producción

A nivel nacional, la única oleaginosa que se produce a nivel comercial es la palma aceitera africana, cultivo que se produce en ciertas áreas de la Amazonía.

El piñón blanco y la higuerilla son cultivos adaptables a diversas zonas climáticas, por lo que se tiene bastante expectativa en su producción. Sin embargo, ambos son cultivos promisorios, lo que significa que recién están siendo promovidos a escala industrial o comercial, al no tener un paquete tecnológico consolidado y en lo cual están trabajando diversas instancias públicas y privadas.

El Ministerio de Agricultura, a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria, desde el 2007 está desarrollando el Programa de Investigación en Cultivos Agroenergéticos, cuyo objetivo es contribuir al incremento de la productividad y competitividad de cultivos agroenergéticos (caña de azúcar, sorgo dulce, piñón, higuerilla y colza) para una sostenible producción bioenergética .Sin embargo el alcance del proyecto fue mermado por reducción de presupuesto ya que el INIA

reevaluó su posición en relación a bioenergéticos y determinó que no eran prioritarios en su agenda. Además con diversos proyectos que se están impulsando con las Regiones (San Martín, Piura y Lambayeque) se espera tener un paquete tecnológico del piñón para el 2012. Hasta mediados del 2011 se han efectuado una serie de avances e iniciativas en este sentido, tales como la puesta en marcha de la 1era planta piloto de producción de biodiésel en base a piñón blanco en la Región de San Martín operada por Industrias del Espino (http://www.inia.gob.pe/notas/nota0766/).

En palma se cuenta con un Plan Nacional de Promoción de la Palma Aceitera que se planteó como meta incrementar la producción a 50,000 has para el 2011. Plan que está siendo actualizado y ampliado hasta el 2020.

En el Perú, existen aproximadamente 50,200 de has de palma cultivadas con 24.593 de has en producción (Ministerio de Agricultura, 2011), de las cuales aproximadamente 20.000 ha pertenecen a la gran empresa y el resto están en manos de pequeños productores asociados, los cuales cultivan, en promedio 5 has por familia.

Los cultivos de oleaginosas presentan un avance diferenciado. Son las condiciones del mercado del país las que no han permitido un mayor desarrollo de este cultivo con fines agroenergéticos.

Cabe mencionar que el 2007, cuando aún se hablaba de un boom de los biocombustibles líquidos como alternativa a los altos precios del petróleo, el programa nacional "Sierra Exportadora" declaró el interés de desarrollar 300.000 ha de canola en 5 años. Lo cual no prosperó por no contarse con las áreas disponibles, por no contar con un paquete tecnológico maduro y por que el precio de aceite de canola es uno de los más altos del mercado.

Avance histórico del cultivo de palma aceitera en el Perú

Como ya se ha mencionado en la actualidad contamos con aproximadamente 50,200 ha de palma aceitera, cultivo que remonta sus inicios a la década de los años 60 cuando fue promocionada por el Estado, debido a diversos estudios que concluyeron que la amazonía peruana tiene las condiciones agroclimáticas adecuadas para su desarrollo.

En 1968, se establecen las primeras 200 hectáreas en la zona de Tananta –Tocache. Entre 1973 -1990 funcionó la empresa EMDEPALMA que tuvo 5,2763 has en producción. En 980, se estableció la empresa Palmas del Espino S.A. en la zona de Uchiza – Tocache que es la única empresa que ha instalado una planta procesadora de biodiesel en la amazonía asociada a cultivo de palma aceitera.

En 1990, un programa del gobierno regional de Ucayali inicia un programa de palma aceitera con

pequeños agricultores que se organizan en el Comité Central de Palmicultores de Ucayali – COCEPU.

En 1997 se constituye la empresa Oleaginosas Amazónica S.A. – con participación mayoritaria de los productores organizados en COCEPU

Entre 2002-2004 se inicia un programa de palma aceitera con pequeños productores de Aguaytia y se constituye la Asociación de Palmicultores de Shambillo – ASPAH

El 2004, se constituye la empresa Oleginosas Padre Abad S.A.-OLPASA, con participación mayoritaria de productores agrupados en ASPASH

El 2006, se inicia un programa de palma aceitera con pequeños productores en la zona del Pongo de Caynarachi, se organizan en la Asociación Jardines de Palma – JARAPAL. A su vez se constituye la empresa Industrias de Palma aceitera de Loreto y san Martín S.A. - INDUPALSA

En 2009, La asociación Central de Productores de Palma de Tocache-ACEPAT, constituye la empresa Oleaginosas del Perú S.A. –OLPESA, mediante el establecimiento de una plantación piloto de 200 ha, en la localidad de Tananta, Distrito y Provincia de Tocache, Departamento de San Martín; sobre esta base se constituyo la empresa EMDEPALMA, que logro instalar 5.250 ha y una planta extractora de aceite de 20 TM/RFF/Hora.

Al 2010 existe un total de 6 empresas extractoras de aceite de palma con una capacidad de producción de 171.680 t/año (Ministerio de Agricultura, 2011).

CUADRO 5:

Situación Nacional fase industrial: Extractoras Aceite Palma

Situación Nacional

Fase Industrial: Extractoras Aceite Palma

Empresa	Ubicación	Capacidad Extractoras TM/RFF/hora	Capacidad procesar TM/RFF/año	Capacidad Producir Aceite TM/año	Capacidad Utilizada TM/Aceite
OLAMSA	Región Ucayali Neshuya	12	86,400	17,200	9,140
OLPASA	Región Ucayali Aguaytia	6	43,200	8,640	3,000
INDUPALSA	Región San Martín Caynarachi	6	43,200	8,640	2,150
OLPESA	Región San Martín Tocache	10	72,000	14,400	9,175
Palmas del Espino	Región San Martín Uchiza	60	432,000	108,400	34,000
Palmas Bolivar Tocache	Región San Martín Tocache	10	72,000	14,400	1,990
TOTAL		**104**	**748,000**	**171,680**	**59,480**

Perspectivas de desarrollo de la palma aceitera

Uno de los principales problemas de la amazonía es la alta deforestación, debido a la agricultura migratoria y los cultivos ilícitos, que ocupan el territorio, en forma desordenada e informal. Informes del sector del año 2005, indican que existen alrededor de 7 millones de hectáreas deforestadas, con una alta tasa de deforestación, estimada en 150.000 ha, anuales.

Después de mas de 43 años de promoción del cultivo, se han logrado establecer 50.000 ha, durante los últimos 10 años se han incrementado sustantivamente las superficies cultivadas, con la participación de los Gobiernos Regionales, los Programas de Desarrollo Alternativo, DEVIDA y apoyo de la Cooperación Técnica Internacional, como Naciones Unidas, USAID, la Unión Europea, GTZ, Fondo Contravalor Perú – Canadá.

CUADRO 6:

Evolución del cultivo de palma aceitera – (ha)

Año/ Región	2006	2007	2008	2009	2010
San Martín	15.880	20.994	21.179	25.661	28.658
Ucayali	6.641	3.214	10.573	12.102	12.699
Huanuco	-	250	750	1.000	1.000
Loreto	1.250	1.250	1.750	5.900	7.844
TOTAL	**23.771**	**25.708**	**34.252**	**44.663**	**50.201**

Fuente: Informes de las AA de Tocache, Aguaytia, Pucallpa, Yurimaguas

Los problemas críticos que enfrenta la industria de palma para lograr una mayor extensión son principalmente, el acceso limitado a créditos y a los servicios financieros; la falta de aplicación del paquete tecnológico integral; la falta de un plan para el establecimiento de nuevas plantaciones y de mantenimiento a las plantaciones existentes; carencia de infraestructura económica básica, caminos rurales, electrificación rural, vías en mal estado; débil organización de la cadena productiva.

2.1.2. Distribución

El Biodiesel B5 se transporta empleando los mismos medios usados anteriormente para el Diesel Nº 2 y el Biodiesel B2. La información técnica recomienda para el transporte de Biodiesel sistemas construidos con materiales compatibles como acero al carbono, aluminio, acero inoxidable y el vitón (elastómero).

2.1.3. Consumidor final

El biodiesel que se encuentra en las estaciones de servicio debe respe-

tar las especificaciones técnicas de los biocombustibles, los cuales tienen que adaptarse a las exigencias y requerimientos de los distintos clientes en el país, de acuerdo a las norma técnicas aplicables.

En relación a la operatividad y eficiencia de las mezclas de Diesel B2 y B5, se recibieron denuncias de algunos usuarios de éstas mezclas en zonas frías, quienes exigieron productos que mantengan una performance a -18°C sin complicaciones. La limitación de no poder mezclar en línea en las plantas de abastecimiento, hacen imposible diferenciar la calidad que va a un cliente de otro. Frente a este reclamo, actualmente se encuentra en revisión la NTP del Biodiesel para agregar el punto de mezcla en frío. La primera NTP del Biodiesel (vigente) fue aprobada en julio del 2008.

2.1.4. Restricciones ambientales

Del total de plantaciones de palma cultivadas, aproximadamente el 50% pertenecen a la gran empresa y el resto está en manos de pequeños productores asociados, los cuales cultivan, en promedio 5 ha por familia. En jatropha e higuerilla se tiene aún un cultivo incipiente, teniendo la jatropha un importante impulso en la amazonía.

Las tierras en donde se siembran estos cultivos orientados a biocombustibles son zonas aptas para el desarrollo de los mismos, conforme a la normativa peruana. Considerando que, tal como expuesto en el alcohol carburante, el desarrollo del mercado de biodiesel en el Perú prioriza orientar la producción de forma sostenible.

Los productos químicos que se empleen en el proceso productivo deben ser controlados mediante un adecuado manejo, principalmente los álcalis o ácidos según el tipo de proceso que se emplee (de catálisis alcalina o catálisis ácida). De igual manera, también es importante la adecuada disposición o el uso de la glicerina, que viene a ser un subproducto del proceso.

En la importación del biodiesel para el transporte se debe realizar en barcos que cuenten con sistema de gas para la impermeabilización de los tanques donde se transporta el producto y el tamaño mínimo de lote es de 5.000 t; estos dos factores hacen que los buques más apropiados para el transporte sean los de productos químicos que cuentan con un mayor número de tanques y segregaciones para el transporte de productos frente a barcos de hidrocarburos ligeros. Como consecuencia la disponibilidad de medios de transporte apropiados es limitada y los costos de transporte son mayores debido a que no se puede tomar ventaja de las economías de escala que se logran en buques de hidrocarburos ligeros de mayor tamaño (pueden tener una capacidad de bodega de entre 2 a 3 veces mayor). Adicionalmente los barcos de productos químicos normalmente no realizan viajes exclusivos para un solo cliente ni viajes directos entre el puerto de car-

ga del Biodiesel y el puerto donde se desea recibir el producto, por lo que el tiempo de suministro está sujeto al itinerario de viaje que tiene el barco según las cargas que se tienen a bordo.

Resulta importante considerar planes de contingencia y equipos de seguridad en caso de derrames de Biodiesel en el mar y sobre todo en puertos. Asimismo, debiera contemplarse sanciones en caso se verifiquen derrames durante la travesía.

2.2. Cadena de valor del alcohol carburante

Actualmente en las regiones de costa y sierra se mezcla alcohol carburante con gasolina en 7.8%. Lima y Callao fueron incluidos el 15 de Julio, las regiones del sur se han incorporado progresivamente de acuerdo al cronograma vigente. Las regiones de la selva han sido excluidas del ingreso del gasohol (alcohol carburante más gasolina) por limitaciones logísticas.

En Perú el alcohol carburante no es sustituto de la gasolina sino es usado como oxigenante o mejorador de octanaje en una proporción de 7,8%, porcentaje que permite cumplir con los valores de oxígeno establecidos en la Norma Técnica Peruana de la gasolina. El octanaje de los distintos tipos de gasolina que las refinerías del Perú producen para ser comercializadas oscila en un rango de 70 a 80 octanos. Para mejorar el octanaje anteriormente se mezclaban con naftas importadas y se utilizaban aditivos (MTBE, MMT) para lograr la especificación técnica deseada.

La demanda interna de alcohol carburante para cumplir la mezcla de 7,8% se estima que es cubierta aproximadamente con 10.000 ha de caña de azúcar a conversión directa. Por lo que los excedentes están orientados a un mercado de exportación.

En abril de 2011 se aprobó la Norma Técnica Nacional de Alcohol Carburante.

2.2.1. Producción

Actualmente existen aproximadamente 6.500 ha de caña de azúcar que son convertidas directamente a alcohol carburante, lo que en el 2012 aumentará a unas 20.000 ha. La empresa Sucroalcolera del Chira S.A. (Piura) es la única productora contando con una planta de producción de 350.000 L/día. MAPLE Etanol (también en el valle del Chira) entrará en operación el primer trimestre del 2012 con 10.000 ha. Todas las demás empresas azucareras que existen en el Perú pueden producir Alcohol Carburante como un sub-producto sobre la base de la melaza para lo cual tendrían que adaptar nuevas instalaciones para lograr el grado de pureza del alcohol.

En algunas regiones de Selva del país (San Martín y Ucayali) se produce actualmente alcohol hidratado que es menos costoso para el

consumidor final que el etanol carburante, por tener menores costos de producción y requerir de una tecnología sencilla que es posible de instalar con módulos a pequeña escala. Las motos de la Amazonía ya utilizan este biocombustible aun cuando a la fecha esta pendiente su evaluación y el correspondiente desarrollo de normas técnicas que permitan regular su comercialización.

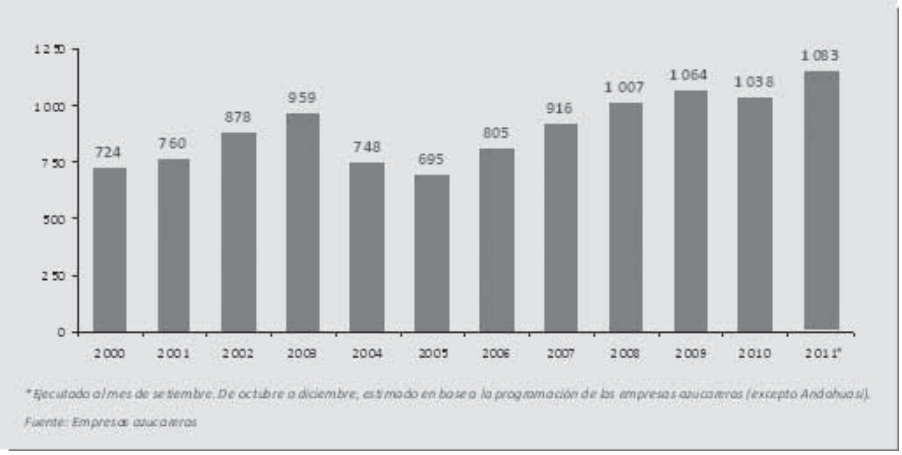
En unos años se prevé que estarán disponibles tecnologías que permitan extraer etanol de residuos forestales y agrícolas, incrementando significativamente su potencial de producción a bajos costos.

Es interesante destacar que, a partir del decenio de los noventa del siglo pasado, el sector agrícola empezó a captar mayor inversión privada después que en los veinte años anteriores predominara una estructura empresarial marcada por el cooperativismo y otras modalidades asociativas. Ello ha permitido desarrollar para la exportación una serie de cultivos que se habían estancado o que estaban orientados solamente al mercado interno. En este sentido, se ha incrementado la intensidad del capital en las nuevas inversiones y se ha incorporado mayor progreso técnico, particularmente en la variedad de las especies y en el uso de los recursos hídricos. Así el sector agrícola se ha convertido en uno de los más dinámicos dentro de las exportaciones no tradicionales aunque todo este caudal de nuevos negocios está concentrado solamente menos del 2% de la superficie agraria del país.

En relación a la producción azucarera tradicional se menciona que

GRÁFICO 2:

Producción de azúcar comercial (miles de toneladas)



Fuente: Ministerio de Agricultura. 2010

antes de la Reforma Agraria, existían 12 empresas agroindustriales azucareras, que abarcaban 117.000 ha de la costa y poseían altos niveles productivos. En los años 70 se expropian las empresas azucareras y se crean las Cooperativas Agrarias de Producción. Posteriormente, durante la década de los 90, las empresas empezaron a acogerse al proceso de reconversión existiendo diversos procesos pendientes de resolución judicial.

Entre las razones que explican el descenso de la productividad debe mencionarse, como la principal, la menor incorporación del progreso técnico, durante la gestión cooperativista, especialmente en lo que respecta a la variedad de caña sembrada. Al 2004, se utilizaban más de 18 variedades siendo solamente dos las que daban cuenta de casi el 70% de la producción. En el 2006, la producción de caña de azúcar creció 15% impulsada tanto por la ampliación de las áreas cosechadas en Casagrande, Pucalá y Laredo, como por los mayores rendimientos que se han venido alcanzando con las mejoras introducidas en el sistema de riego. Este crecimiento se explica también por el significativo aumento en la capacidad de molienda de las empresas azucareras, en pleno proceso de modernización de sus plantas.

La caña de azúcar se siembra en la costa y Selva del Perú, abarcando una extensión mayor a 100.000 hectáreas sembradas, de las que la costa posee cerca del 70% y la diferencia se encuentra en la Selva.

Los rendimientos de caña de azúcar en el Perú han descendido durante los últimos 30 años mostrando recuperación en los últimos años. En la década del 70 se llegó a una productividad promedio de 170 t/ha a nivel nacional. En la actualidad los niveles se encuentran en un promedio de 120 t/ha.

Entre las razones que permitieron el descenso de la rentabilidad y producción de la industria azucarera en el Perú, se tiene la falta de innovaciones en las últimas décadas, manteniendo el uso de variedades antiguas y las dificultades asociadas a procesos de titularidad lo que está siendo revertido por las inversiones de los últimos años.

Es importante indicar que en el 2009 en relación al fuerte incremento de los precios internacionales del azúcar, a nivel nacional ocurrió una disminución en los stocks tradicionales que derivó en que los precios nacionales del azúcar se incrementen paulatinamente. Ante esta situación de posible desabastecimiento y altos precios el Ministerio de Agricultura declaró en emergencia el sector azucarero por 180 días (Decreto Supremo 003-2010-AG) y creó el Grupo Técnico de Análisis del Sector Azucarero (GTASA) vigente hasta el 31 de diciembre de 2011 que tiene como objetivo analizar los cambios y hechos de importancia que incidan en el comportamiento del mercado domestico de azúcar, a fin de identificar preventivamente ciertas situaciones que puedan afectar negativamente a los consu-

CUADRO 7:
Producción de azúcar por empresa al 2010

Producción de azúcar	Cantidad (t)	Particip. (%)
Departamento/Empresa	1.038.176	100,0
LAMBAYEQUE	286.096	27.6
Pucalá	95.420	9,2
Tumán	100.955	9,7
Pomalca	86.005	8,3
Azucarera del Norte	3.716	0,4
LA LIBERTAD	519.448	50,0
Casa Grande	247.526	23,8
Cartavio	155.145	14,9
Laredo	116.778	11,2
ANCASH	67.928	6,5
San Jacinto	67.928	6,5
LIMA	160.644	15,5
Paramonga	129.547	12,5
Andahuasi*	31.097	3,0
AREQUIPA	4.059	0,4
Chucarapi	4.059	0,4

Fuente: Ministerio de Agricultura. 2010

midores o al desempeño del sector azucarero.

Con la declaratoria de emergencia el Ministerio de Agricultura exigió la verificación del cumplimiento del stock nacional de azúcar antes de permitirse la exportación hacia los Estados Unidos, bajo la cuota asignada por dicho país en el marco de la OMC, libre de aplicación de medidas arancelarias.

2.2.2. Distribución

La empresa Consorcio Terminales – GMT, cuenta con instalaciones provisionales, las cuales están hechas de manera que garantice la calidad del producto y la seguridad en las operaciones que realicen para el despacho de gasohol.

Asimismo, las empresas Vopak Perú S.A. y Refinería La Pampilla S.A.A., operadoras del Terminal Callao y de la Planta de Ventas de la Refinería La Pampilla, respectivamente, tienen facilidades para recibir y almacenar Alcohol Carburante y despachar Gasohol garantizando la proporción volumétrica de Alcohol Carburante requerida.

Petróleos del Perú dispone de sistemas provisionales de recibo, almacenamiento y mezcla de Alcohol

Carburante y despacho de Gasohol en sus plantas de venta de Talara, Piura y El Milagro.

La cadena mayorista de Grifos y Estaciones de Servicio, Peruana de Combustibles S.A. -PECSA, Repsol Comercial S.A.C. -RECOSAC y Primax S.A. realizaron la adecuación de sus tanques de almacenamiento para cumplir en la fecha prevista la venta de Gasohol desde sus establecimientos propios y asociados en Lima y Callao y gradualmente ampliar en provincias.

2.2.3. Consumidor final

Al cumplir un rol de aditivo oxigenante de la gasolina de acuerdo a lo señalado en las normas técnicas nacionales, el alcohol carburante no presenta ningún impacto en el consumidor final.

2.2.4. Restricciones ambientales

Las características físicas del alcohol carburante requieren de un transporte por oleoducto en condiciones de dedicación exclusiva (alcoholducto), ya que es hidrófilo y agresivo con algunos materiales utilizados en los poliductos de recepción actualmente existentes en el país. Dado que en el Perú la red de oleoductos (Terminales Marítimos de algunas Refinerías y de la mayoría de las diferentes Plantas de Abastecimiento) son multiproductos (transportan diferentes carburantes y combustibles de aviación), el transporte de etanol por dicha infraestructura no es viable y debe realizarse en camiones cisterna.

En el país solo existen dos instalaciones donde se puede descargar alcohol carburante, Terminal de Químicos del Callao (Odfjell) y Terminal de Pure Biofuels (esta última nunca puesta en prueba).

En relación a las mezclas, estas se realizan en los puntos más próximos a los puntos de despacho, a través de sistemas confinados y preferentemente en línea, para minimizar las emisiones y riesgo de ingreso de humedad.

Debido a la probabilidad de emisiones, se emplean sistemas similares a los empleados para las gasolinas, teniendo en cuenta los cuidados necesarios acorde a lo mencionado anteriormente.

2.3. Biocombustibles de segunda generación / biogás

La utilización energética de residuos agrícolas y forestales puede ser a través de:

- Compactación de residuos, transformándolos en briquetas para su posterior utilización como leña, en todos los procesos que tradicionalmente se utilizan leña, sea panaderías, pizzerías, calderas en general.
- Compactación de los residuos para hacer pellets, mejorando su eficiencia energética.

- La quema directa de los residuos, en calderas, generando calor o un proceso de vapor.
- La quema directa de los residuos en una termoeléctrica para producción y comercio de energía eléctrica.
- La gasificación de los residuos que puede generar un gas combustible o un gas de síntesis.
- Producción de carbón a partir de los residuos.
- La producción de etanol mediante el uso de residuos ligno celulosicos a través de las biorefinerías.

2.3.1. Consideraciones generales

Como ya fue mencionado en el punto correspondiente a marco legal, mediante Decreto Legislativo 1002 del año 2008, se declaró de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de nueva generación eléctrica mediante el uso de RER. Señalándose un porcentaje de participación en la generación de energía eléctrica a partir de RER.

En ese sentido, OSINERGMIN aprobó, el 2009, el procedimiento sobre hibridación de instalaciones de generación eléctrica con recursos renovables, incorporando en la definición de biomasa a los residuos de las actividades agrícolas e incluyendo en éstos a los procedentes de los procesos de eliminación de las cáscaras, reconociendo con ello el valor energético de este tipo de residuo. Lo que es un importante avance legal considerando que hasta la fecha la leña, bagazo, bosta y yareta no son considerados fuentes de Energía Primaria Comercial en el Balance Nacional de Energía que elabora periódicamente el Ministerio de Energía y Minas.

En este sentido, cabe resaltar que en el Perú se han identificado vacíos legales que limitan la utilización de residuos agrarios con fines energéticos. Por ejemplo a la fecha el Ministerio de Agricultura no ha emitido el reglamento para el manejo de residuos de actividades agropecuarias y agroindustriales, tal y como se dispuso en el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (Ley LGRS 27.314 del 2000), por lo que está aún pendiente la generación de un marco legal específico. Cabe precisar que la LGRS fue modificada con la finalidad de premitir a los gobiernos regionales incorporarse a este marco regulatorio, asignándoles la función de promover la adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción, a fin de complementar las iniciativas del gobierno nacional y gobiernos municipales.

En el Cuadro 7 se muestra que en el sector agricultura aun se cuenta con reglamentaciones que obligan a la quema de residuos para el control fitosanitario:

CUADRO 7:

Regulamentación para quema de residuos

Cultivo	Artículos que obligan a quemar	Porque quemar?
1. Arroz	**Artículo 12º.-** Es obligatoria la eliminación o quema de rastrojos y malezas de los campos, incluyendo acequias, bordos y contornos. El plazo será establecido por la Coordinación del SENASA. Excepcionalmente se permite el uso de rastrojos y paja de arroz al término de cada campaña, con fines exclusivamente ganaderos, industriales o agrícolas	Evitar hospederos para plagas
2. Algodón	**Artículo 3º.-** Fija fechas se siembra, matada y quema	Básicamente por cortar ciclo de: - Marchites o Wilt. - Gorgojo de la chupadera. - Gusano rosado
	Artículo 12º.- Queda prohibida la incorporación al suelo de rastrojos (brozas y tocones) del Algodonero en los valles de la costa peruana	
	Artículo 14º.- Queda prohibido el uso de tocones o broza del algodonero como combustible doméstico, en cercos o para otros fines, excepto los que serán usados como materia prima para obtención de combustible sólido, operación que será supervisada oficialmente	En los últimos años la mayoría de agricultores rotan de cultivo luego del algodón; antes no, por lo tanto ahora no es necesario quemar la broza (IRVG hizo ensayos al respecto)
3. Marigold	**Artículo 10º**: es obligatoria la eliminación y quema de rastrojos de Marigold, luego de terminada la cosecha, no debiendo encontrarse rastrojos en el campo, por más de 3 días.	Evitar hospederos para plagas

Por otro, lado, de acuerdo a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, los gobiernos regionales tienen entre las funciones en materia agraria la administración y supervisión de la gestión de actividades y servicios agropecuarios. Función dentro de la cual se encuentra comprendida la producción agrícola de cultivos y crianza y el proceso agroindustrial que significa la molienda.

A nivel regional se han dado (Gobierno Regional de San Martín) ordenanzas regionales que prohíben la quema de residuos agrarios a cielo abierto, lo que es una practica bastante común y extendida a nivel nacional, encargando a las gerencias Regionales de Desarrollo Económico y de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente que vía reglamentaria se dispongan los mecanismos técnicos legales para su aprovechamiento con fines energéticos.

2.2. Subastas de energía eléctrica a partir de fuentes renovables

La producción total de energía eléctrica en el país fue 3.271 gigavatios por hora (Gwh) en noviembre, resultado mayor en 7,3% respecto a noviembre del 2010, según reporte del Ministerio de Energía y Minas. Por su parte, las empresas del mercado eléctrico generaron 3.070 Gwh y las de uso propio 201 Gwh (6% del total de la producción nacional). La generación eléctrica con centrales hidroeléctricas representó el 53 % (1.729 Gwh) del total de la producción nacional, y creció 13.1% más que en noviembre del año anterior. En tanto, la generación termoeléctrica ascendió a 1.542 Gwh, resultado 1,4% mayor que el período similar del 2010.

En este contexto, el Sistema de Subastas peruano que permite la introducción de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables en la red eléctrica nacional se caracteriza por:

- Se han realizado dos subastas a las fecha ofertándose un total de 3.295 Gwh/año de las cuales 1.641 Gwh/año se ofertaron para el rubro de biomasa (54% del total ofertado), adjudicándose sólo 197 Gwh/año lo que corresponde a un 6,5 % de la energía total requerida de biomasa.
- En cada subasta se fijan objetivos específicos (cantidad de energía y potencia) por tecnología y para un periodo determinado (15 a 25 años).
- Se invita a presentar ofertas (cantidad de energía, el precio asociado y la fecha de entrega), los precios tope se mantienen en secreto hasta luego de cerrada la convocatoria. Las ofertas con menores precios se adjudican de contratos de largo plazo para construir una central de energía renovable.

2.2.1. Resultados primera subasta

La primera subasta de la electricidad generada con RER en el Perú duró aproximadamente un año (agosto 2009 a julio 2010). Su objetivo fue seleccionar mediante un proceso de subasta los proyectos de generación RER con biomasa, eólica, solar y pequeñas hidroeléctricas para el suministro de electricidad al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), teniendo como límites, entre otros: a) la fecha máxima para la puesta en operación comercial el mes de diciembre de 2012; b) las cuotas de energía asignadas a tecnología y c) los precios base máximos.

Al no haberse cubierto la totalidad de la energía requerida en el primer proceso de subasta, se procedió con una segunda convocatoria para cubrir la energía remanente. En tal razón la Primera Subasta RER tuvo dos convocatorias cuyos resultados en relación a la biomasa se describen a continuación:

1. Requerimiento de Energía en la Primera convocatoria

a. Requerimientos de energía para biomasa 813 GWh/año. Total requerido RER: 1.314 GWh/año.

b. De un total de 22 empresas postoras solo 2 presentaron proyectos con biomasa con lo que se cubrió sólo el 18% de la energía requerida. Los proyectos adjudicados fueron: Uno correspondiente a la empresa azucarera Paramonga y otro del relleno sanitario de Huaycoloro en Lima.

2. Requerimiento de Energía en la segunda convocatoria

a. Requerimientos de Energía de biomasa 419 GWh/año. Total requerido RER: 427 GWh/año.

b. De un total de 19 empresas postoras, 3 presentaron proyectos con biomasa los que fueron descalificados debido a que los precios ofertados resultaron mayores que los precios máximos establecidos por OSINERGMIN.

2.2.2. Resultados segunda subasta

En esta segunda subasta (abril y setiembre del 2011) los requerimientos de energía para biomasa se presentaron en dos rubros, uno proveniente de residuos urbanos (235 Gwh/año) y otro para biomasa de residuos agroindustriales (593 Gwh/año) de un total de 1.981 Gwh/año requeridos en total.

Como resultado de la subasta no se adjudicó ningún proyecto para generación de energía a partir de biomasa de residuos agroindustriales habiéndose presentado dos postores con una capacidad de 228 Gwh/año.

Como lecciones aprendidas de ambas subastas se resalta que si bien se ha tenido una baja cobertura de las cuotas requeridas para biomasa por otro lado se ha logrado promocionar a gran escala la participación de RER en la matriz energética. En relación al sistema de precios, OSINERGMIN estima que la confidencialidad de los precios de reserva ha permitido lograr ofertas con precios competitivos, a pesar de una limitada cantidad de participantes. Mientras que otras opiniones y sobretodo, solicitudes oficiales de Gobiernos Regionales, han solicitado evaluar el mecanismo de precios puesto que se han excluido a proyectos de gran envergadura para el desarrollo regional sin considerar los diversos beneficios colaterales de los mismos.

Por otra parte, al analizar los proyectos de biomasa presentados en ambas subastas se puede precisar que la gran mayoría corresponde a proyectos de generación a partir del bagazo de caña proveniente tanto de los ingenios azucareros como de las plantas alcoholeras. En total de la oferta presentada el 96% correspondía a proyectos de generación a partir del bagazo de caña, lo que demuestra el alto potencial de ésta industria.

Actualmente no existe fecha definida por parte del Ministerio de Mi-

nas y Energía de Perú para la realización de una Tercera Subasta a partir de RER (http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/EnergiasRenovables.html).

2.3. Potencial de generación de energía para residuos agrarios

En el Perú las actividades de agroindustria que implica el procesamiento de los cultivos de caña de azúcar y arroz son las de mayor importancia en cuanto a integración sectorial. El área que abarca las plantaciones de dichos cultivos es significativamente superior a la suma del conjunto de otras plantaciones que suministran materia prima para diversas agroindustrias.

Asimismo, proyecciones relativas al desarrollo de la agricultura en la costa del país, muestran que en los años 2012 y 2015 los residuos agrícolas de cinco cultivos (caña de azúcar, maíz amarillo duro, algodón, arroz y sorgo dulce) podrían aportar un valor energético equivalente a 106.800 TJ y 133.440 TJ, respectivamente. Estos valores indican que se dispondría de 'biocombustible residuo agrícola' para operar una potencia de generación térmica del orden de 1.270 MWe en 2012 y 1.590 MWe en 2015 (Gianella, 2010).

Tradicionalmente el Bagazo (residuo fibroso proveniente del procesamiento de la caña de azúcar) ha sido utilizado en los ingenios azucareros para generación de calor (vapor de agua proveniente de las calderas de proceso) y generación de electricidad asociado a turbinas de vapor que operan junto con los calderos para autoconsumo, lo que a nivel nacional se caracteriza por sus bajos niveles de eficiencia.

A su vez, una pequeña proporción del residuo cáscara de arroz y del algodón se destina como combustible para uso en ladrilleras, también bajo condiciones de reducida eficiencia energética. A la fecha la empresa Agro Industrial Paramonga S.A.A. – AIPSA, es la única azucarera que ha llevado a cabo inversiones para incrementar significativamente su eficiencia de cogeneración, habiendo sido una de las empresas adjudicadas para suministro de energía eléctrica en la primera subasta.

La FAO estima que del total de los residuos agrícolas en la costa (usando los promedios de rendimiento de los últimos años y el 40% del total de los residuos generados) generan un volumen que podrían permitir la generación de 750 – 800 MW durante 7.500 horas/año, con una eficiencia termoeléctrica de 30%, recurso que actualmente se quema en el campo[89].

Según el análisis del estudio Bioenergia y seguridad alimentaria "BEFS" realizado por la FAO la oferta total de recursos biomasicos disponibles en el país para la producción de energía es 272 millones de tone-

89 FAO, Bioenergia y Seguridad Alimentaria "BEFS". El Análisis de BEFS para el Perú. 2010

ladas anuales, de los cuales 256 t anuales aproximadamente corresponde a la biomasa leñosa dendroenergética y 16 t anuales de residuos derivados de las actividades agrícolas, agroindustriales y madereras. El análisis del potencial de residuos pecuarios señala que la dispersión de los núcleos de crianza limita su aplicación a opciones de consumo doméstico y de pequeña escala.

Una limitante adicional a las ya descritas, es la existencia de una norma que prohíbe el traslado de estos residuos a otra provincia por motivos de sanidad, para evitar plagas y enfermedades. Esta prohibición haría que en cada provincia tuviera que haber una planta de procesamiento de estos residuos antes de trasladarlos a una planta de producción de energía, trayendo como consecuencia un aumento de los costos de producción. En este sentido, se debería estudiar bajo que condiciones podría permitirse el traslado de los residuos y si estas son viables o no.

Un factor importante que afecta el potencial disponible de generación eléctrica proveniente de plantaciones de caña de azúcar, son las prácticas tradicionales de quema para la cosecha de los cultivos de la caña. Esta práctica insostenible ambientalmente origina una degradación de la caña debido a las altas temperaturas durante la quema lo cual conlleva a una perdida en el rendimiento de extracción de la sacarosa y a un menor aprovecha-

CUADRO 8:

Cálculo de utilización de los residuos de la caña de azúcar

Residuo	Peso por ha	Uso actual		Uso potencial
		Destino	%	
Follaje: hojas verdes y secas, vainas verdes y secas, cogollo	1,5t	Se quema	95%	Ademas de la perdida de energia que significa la quema del follaje, se contribuye a la perdida de calidad del jugo de la cana; es decir: reduccion del contenido de sacarosa. Utilizar el follaje implica la necesidad de introducir cambios a nivel de ingenieria de base, proceso y detalle, tanto en logistica de campo como en la planta industrial y planta termica de las azucareras.
Bagaso	8 - 12t	→ Industria de pulpa de celulosa y/o tableros aglomerados. → Cogeneracion (autoconsumo)	85% 15%	El bagazo de cana de azucar se usa para cogeneracion en los ingenios azucareros (autoconsumo), en instalaciones de baja eficiencia termoelectrica (0.07 ? 0.09).

miento del potencial existente de biomasa a partir de la utilización de los residuos. Únicamente las plantas alcoholeras han incorporado procesos de cosecha mecanizada.

Un análisis realizado para determinar el potencial existente para producción de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de los residuos de biomasa de la producción de caña de azúcar actual, calculado a partir de la utilización del 70% del follaje y el cogollo se tiene que se tendría un potencial de generación entre 198,4 Mw y 394,2 Mw en términos de potencia eléctrica y entre 1.059 Gwh y 2.300 Gwh de energía (García, 2011).

Las cifras de la tabla 8 fluctuaran en relación a las tecnologías utilizadas para la cosecha y para las calderas.

Otros estudios consideran que las cantidades finales obtenidas de energía a partir de bagazo de caña representan aproximadamente un 25% del total nacional pudiendo significar que a nivel de regiones podría autoabastecerse sus demandas totales dependiendo de consideraciones técnicas de dispersión de la materia prima.

CUADRO 9:

Oferta de energía a partir del bagazo de caña por tipo de biocombustible

	Tecnología	Biocombustible	Cantidad nacional actual de bagazo de caña (t)	Perdidas en el pretratamiento (perdidas, secado, entre otros)	Cantidad nacional actual de bagazo de caña disponible (t)	Eficiencia	Cantidad nacional de biocombustible (t)	Poder calorífico del biocomsbustible (MJ/kg)	Energía (TJ)	Energía (GWh)
NACIONAL	Peletizadora	Pellets	28.259	30%	8.478	60%	5.087	16	81.386	22.601
	Briquetadora	Briqueta				60%	5.087	19	96.646	26.839
	Cogeneración	Calor				54%	4.578	18	80.114	22.248
		Electricidad				25%	2.119	18	37.090	10.300
	Pirólisis	Bio-oil				30%	2.543	15	38.150	10.594
		Gas pobre				30%	2.543	8	20.346	5.650
		Carbón vegetal				30%	2.543	25	63.583	17.657
	Gasificación	Lecho fluidizado				65%	5.511	18	99.189	27.545
		Fischer-tropsch				65%	5.511	30	165.315	45.908
	Biodigestores	Digestión anaeróbica				20%	1.696	50	85.116	23.637
	Fermentación	Fermentación alcohólica				20%	1.696	13	21.194	5.886

2.4. Otros cultivos

Algodón: Las cantidades finales de energía no representan una cantidad significativa, alcanzando en el mejor de los casos el 0,7% a nivel regional, por lo cual se requeriría que la producción se incremente significativamente.

Arroz: Las cantidades finales de energía representan en el mejor de los casos a nivel nacional cercano al 0,3% y en el mejor de los casos a nivel regional podría cubrir significar entre el 30% y el 0,1% según sea el caso.

Café: Las cantidades finales de energía no representan una cantidad significativa, ni siquiera a nivel regional, por lo cual se requeriría que la producción se incremente significativamente.

Residuos forestales: Las cantidades finales de energía representarían a nivel nacional aproximadamente el 0,012%, aún así es posible atender parcialmente el consumo de energía de una región de bajo consumo energético, en el mejor de los casos este porcentaje puede incrementarse a 0,02% a nivel nacional. Para un incremento más significativo, se requeriría ampliar la cantidad de concesiones significativamente

CUADRO 10:
Oferta de energía a partir de biomasa residual

Materia prima	Oferta (GWh)	% en relación a la demanda
Cascarilla de arroz	62 - 484	0,04% - 0,3%
Broza de algodón	20 - 156	0,01% - 0,1%
Bagazo de caña	5.886 - 45.908	3,6% - 28%
Cascarilla de café	166 - 21	0,08% - 0,01%
Residuos forestales	2.484 – 19.379	1,8% - 7%

Finalmente es importante mencionar que generar electricidad con biocombustibles residuos agrícolas permite acceder a Certificados de Emisiones Reducidas (CERs), lo cual implica la posibilidad para disponer de financiamiento adicional que permitiría reducir el costo de la inversión en actividades de agroindustria con componente de bioenergia.

3. CONCLUSIÓN

El Perú se encuentra en un proceso de diversificación de su matriz energética, que ha permitido el ingreso de biocombustibles líquidos en mezcla obligatoria con los combustibles y la venta de energía eléctrica a partir de biomasa.

La producción de materia prima para biocombustibles líquidos presenta diversas limitaciones, debido principalmente al acceso a recursos tierra y agua para la expansión de los cultivos. A la fecha aproximadamente el 90% del biodiesel utilizado proviene de importaciones, mientras que el potencial de desarrollo del etanol anhidro está orientado a la exportación. Situación que aunada a nuestra condición de importadores netos de aceites y grasas para consumos humano indica el alto déficit de identificación de áreas aptas para cultivos de oleaginosas.

La aún naciente industria de biocombustibles en el país representa

una oportunidad de asociación entre el sector público y el privado, así como para la incorporación de pequeños productores en cadenas de exportación rentables, a través del impulso de medidas de apoyo al desarrollo rural, de acuerdo a la realidad de cada zona geográfica.

El Perú dispone de un significativo volumen de biomasa residuos agrícola no aprovechado para fines de energía comercial. A excepción de bagazo de caña de azúcar que es usado con mínimos porcentajes de eficiencia, la mayor parte de los residuos se eliminan mediante quema directa en el campo, hecho que implica un costo adicional y altas emisiones de gases de efecto invernadero asociado a pérdidas de oportunidades de financiamiento para mitigación.

Los residuos agrícolas y pecuarios constituyen una importante fuente de energía primaria comercial y son usados tradicionalmente a nivel rural, sin embargo el sector energía no los considera como fuentes de Energía Primaria Comercial en el Balance Nacional de Energía lo que se constituye en un indicador más del desconocimiento del potencial de contribución de las fuentes agrarias en la generación de energía y de la débil institucionalidad relacionada.

El aprovechamiento del alto potencial de utilización del bagazo y el follaje de la caña de azúcar para generación de energía eléctrica a escala comercial está supeditado a la mejora de técnicas de cosecha y manejo del cultivo.

Los procesos de subastas de comprar de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables han revelado la carencia de emprendimientos para energía-electricidad basados en el uso de biomasa, lo que refleja la falta de capacidades técnicas y profesionales en relación a ésta industria. Más del 90% de proyectos postores han sido relacionados a la industria azucarera y descartados por haber excedido el tope de precio de la subasta.

4. BIBLIOGRAFÍA

Balance Nacional de Energía (BNE). Ministerio de Energía y Minas. Perú. 2010.

Comisión de Fiscalización de Dumping y Subsidios del INDECOPI, 151-2010/CDF-INDECOPI, 17 de agosto de 2010.

Comunidad Andina (www.comunidadandina.org). Fuente: Ministerio de Energía y Minas de Perú, 2011. Perú: Indicadores de Energía Eléctrica, 2002-2011.

Elaboración del Diagnóstico del Potencial y Propuestas de Aprovechamiento de los biocombustibles de 2da y 3ra generación en el Perú. DEUMAN. Abril 2011.

Especificaciones Técnicas y Beneficios del Gasohol, Casquero Aranda, César, OSINERGMIN (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería), 5 de diciembre de 2011.

Evaluación de Residuos Agrícolas y Pecuarios para Generación de Energía. Jaime Gianella Silva. Consultoría elaborada en el marco del Proyecto Bioenergia y Seguridad Alimentaria BEFS. FAO GCP/INT/020/GER.

FAO, Bioenergia y Seguridad Alimentaria "BEFS". El Análisis de BEFS para el Perú. 2010

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (2007) Línea de Base Biocombustibles en la Amazonía Peruana, SNV. Iquitos.

La Escasez de Azúcar y el Desarrollo del Sector Sucroenergético Peruano. Bryan Manuel Julca Briceño, Marcos Fava Neves. Universidad de Sao Paulo, Brasi. 2010

MANEJO Y GESTIÓN DE LA CASACARILLA DE ARROZ COMO RESIDUO SÓLIDO PARA FINES ENERGÉTICOS. Informe Legal. Informe elaborado en el marco del proyecto "Biocombustibles: consideraciones ambientales y sociales en la región San Martín, Perú". Sociedad Peruana de Derecho Ambiental.

Ministerio de Agricultura, Perú, marzo 2011. Informe Situación Actual Palma Aceitera.

Plan Estratégico Institucional (PEI) 2012-2016. Ministerio de Energía y Minas. Perú.

Ponencia Magistral. "El Gobierno del Presidente Humala: Su visión y planes para el sector energético. Herrera Descalzi, Carlos. Ministro de Energía y Minas. septiembre 2011.

Potencial de Cogeneración a partir de los Residuos Biomásicos de la Caña de Azúcar en el Perú. Ing. Henry García Bustamante - GVEP International Sucursal del Perú

Primer Informe del Grupo Técnico de Análisis de Mercado en Bioenergia (2010). Ministerio de la Producción y Ministerio de Energía y Minas, Comisión Multisectorial de Bioenergia. Lima

Primer Informe del Grupo Técnico de Políticas en Bioenergia (7 de mayo de 2010). Ministerio del Ambiente, Comisión Multisectorial de Bioenergia. Lima.

Tablero de comando para la promoción de los biocombustibles en el Perú, CEPAL/GTZ. Lima. Sánchez, F. & Orrego, R. (2007)

ESTADO DEL ARTE Y NOVEDADES DE LA Bioenergia EN URUGUAY

Autor: Martín Perugorría

1. ASPECTOS RELEVANTES EN EL CONTEXTO DEL PAÍS

1.1. Marco legal

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

Artículo 1º.- 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 2º.- 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 Pórtland, 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 3º.- 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 ener-

gías abordados fueron energía eólica, energía solar térmica, biomasa sólida para la generación de electricidad y la producción de agrocombustibles.

En noviembre del 2007 se formula también la Ley Nº 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 seria 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 reglamentario de la Ley Nº 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.

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 DNE (Dirección Nacional de Energía), 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 mí-

nimo del 30% del monto total de la inversión realizada para la central generadora.

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

En lo referente a energías renovables específicamente se aprobó el Decreto Nº 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 Nº 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 DNE 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 para las empresas detalladas en los artículos 3º y 4º. El presente 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 obtener dichos beneficios fiscales.

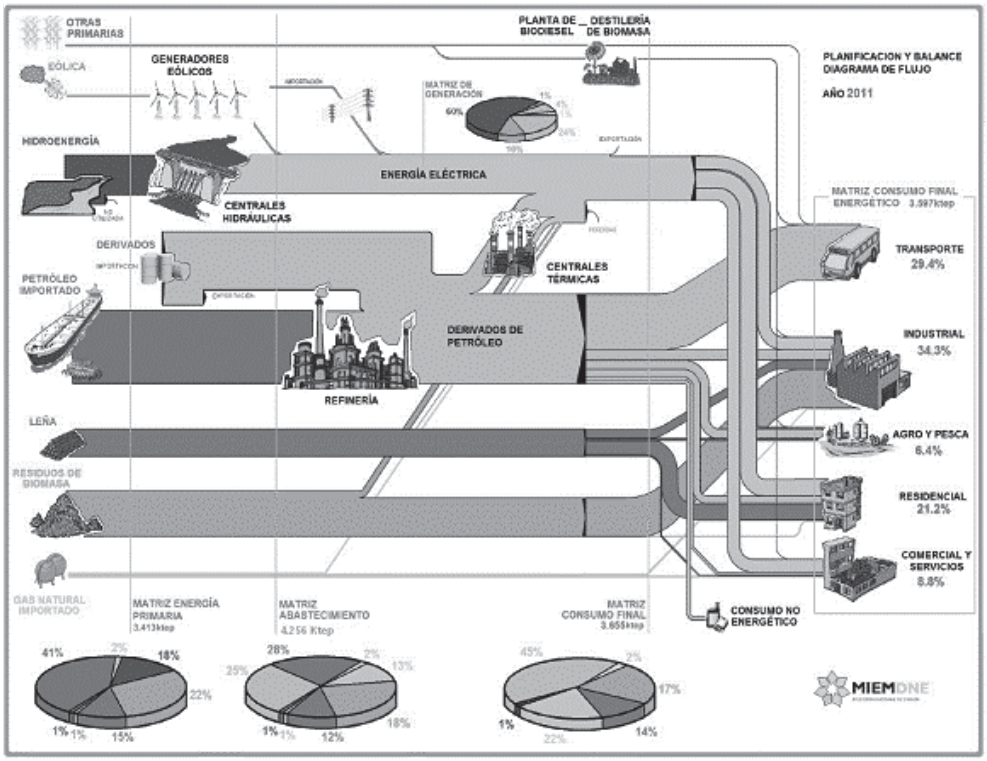
1.2 Política energética y planificación estratégica

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.

1.3. Matriz energética del Uruguay

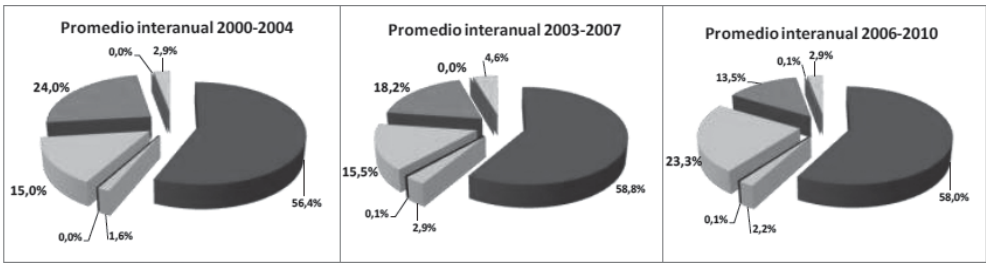
Hoy la matriz energética implica una dependencia altísima de la importación de petróleo, esto lo debemos corregir. El costo para el país -al precio del crudo en estos días- representa aproximadamente US$ 1.800.000.000 por año.

FIGURA 1:
Balance energético 2011



Fuente: DNE

GRÁFICO 1:
Matriz energética en Uruguay



Fuente: DNE

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 alcancen un 50% de la matriz energética primaria total

Energía Eléctrica: La participación de fuentes renovables no tradicionales alcance 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.

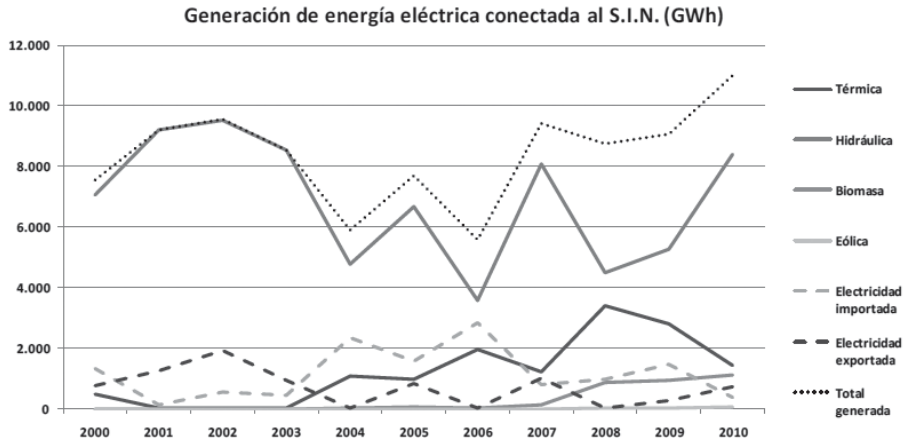
Biodiesel: Mínimo obligatorio del 5% sobre total de mezcla con diesel a partir del 1º de enero de 2012.

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.

GRÁFICO 2:

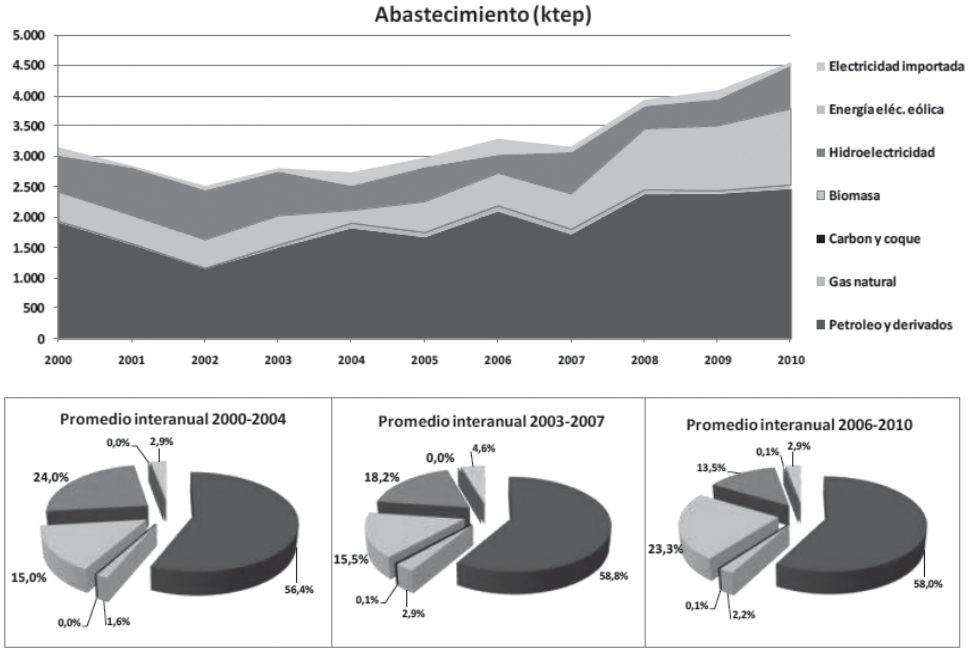
Generación de energía eléctrica conectada al SIN



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

GRÁFICO 3:

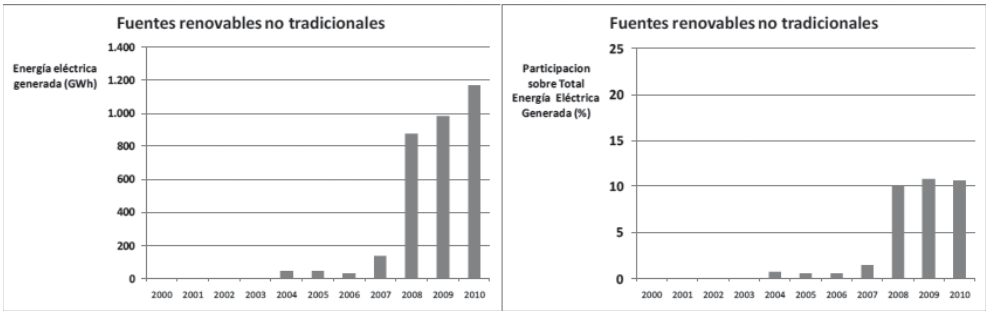
Abastecimiento de energía (ktep) en los últimos 10 años en Uruguay



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

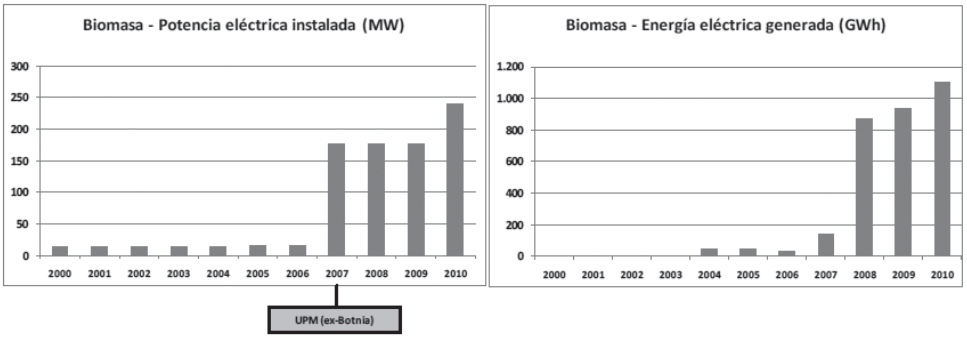
GRÁFICO 4:

Energía eléctrica generada a partir de fuentes renovables no tradicionales



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

GRÁFICO 5:
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.

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 involu-

crándose 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 (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.

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".

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. CADENAS PRODUCTIVAS

2.1 Energía eléctrica a partir de biomasa

2.1.1. 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, 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.

2.1.2. 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.

GRÁFICO 6:
Evolución de la extracción según destino de la biomasa

Fuente: Dirección Nacional Forestal, MGAP

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

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 ha efectivas de forestación que corresponden según lo expresado anteriormente a más de 1.600.000 ha 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 1) y para pulpa (Cuadro 2).

CUADRO 1:

Totales nacionales de residuos forestales generados en campo proveniente de plantaciones para aserrío en m^3

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 2:

Totales nacionales de residuos forestales generados en campo proveniente de plantaciones para pulpa en m^3

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 3) y pulpa (Cuadro 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

General

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 t, se obtiene que a nivel nacional se cuenta con 464.063 t/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.

2.1.3. 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.

CUADRO 5:

Superficies sembradas en Hectáreas con arroz y otros cultivos en Uruguay

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

Especie	Número de explo-taciones [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

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

Fuente: DIEA.

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.

Trigo

En la última zafra se produjo paja como subproducto de este cultivo a razón de 1,2 t/ha sembrada. La tendencia 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 ha 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 PCI=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 condicio-

nes 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 132.000t 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.

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 t/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.

2.1.4 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.

Las cifras para el Área Metropolitana por su escala son sumamente interesantes y representan más de la mitad de la capacidad de producción de residuos sólidos a nivel nacional.

Desde el año 2005 existe en la ciudad de Maldonado una planta piloto de generación de energía eléctrica a partir de residuos sólidos urbanos generados en el Departamento de Maldonado. Dicha planta resultó de una donación de fondos del FMAM-PNUD, con el Banco Mundial como agencia de ejecución y la inversión inicial fue de U$S 1.469.800. Se captura biogás del relleno sanitario con el cual mediante dos generadores eléctricos de 0.5 MW, energizados con motores a biogás de 4 tiempos, 12 cilindros y 36 litros. Los residuos utilizados no incluyen ni inertes ni de baja velocidad de degradación como podas, escombros. Los residuos anuales tratados son 64.000 toneladas anuales (año 2009), con un 60 % en peso de composición en materia orgánica.

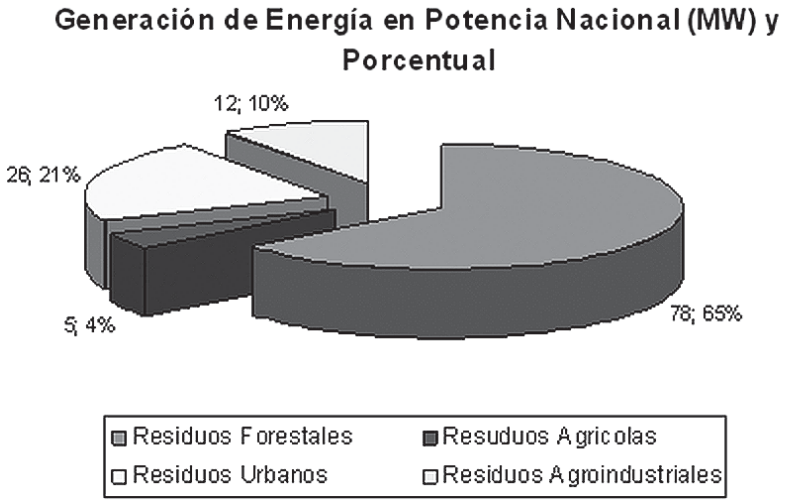
La generación de residuos sólidos urbanos es un problema social y ambiental a ser resuelto, debido al impacto sanitario y ambiental generado. Esto se debe fundamentalmente a que en la mayoría de los casos sobre todo en los sitios de disposición final, los mismos son vertederos a cielo abierto cuya vida útil en muchos casos se encuentra

finalizando. Es necesario entonces encontrar una solución a dicha problemática tratando de valorizar los residuos. La problemática mayor es la escala pequeña y además la dispersión de los vertederos, lo que en muchos casos inviabilizaría económicamente proyectos de generación de energía a partir de residuos sólidos urbanos por la logística necesaria y costos de transporte. Es necesario también considerar la heterogeneidad de la composición ya que la misma es altamente dependiente de diversos factores como son el nivel de ingresos, grado de urbanización, estación del año, tipo de actividad por ejemplo si es una ciudad turística, etc.

2.1.5. Impactos económicos

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) Gráfico 7.

GRÁFICO 7:
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.

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.

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 CO_2 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.

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,

CUADRO 6:

Proyectos de generación de Electricidad a partir de Biomasa

Agente	Materia prima	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

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 autoconsu-

mo 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 biodigestion anaerobia de residuos urbanos generados por los habitantes de los principales núcleos urbanos del departamento. Tiene una capacidad instalada de 1,2 MW que vuelva 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.

Los actores involucrados son claramente los que surgen de cada sector involucrado en esta cadena. Como se menciono 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.

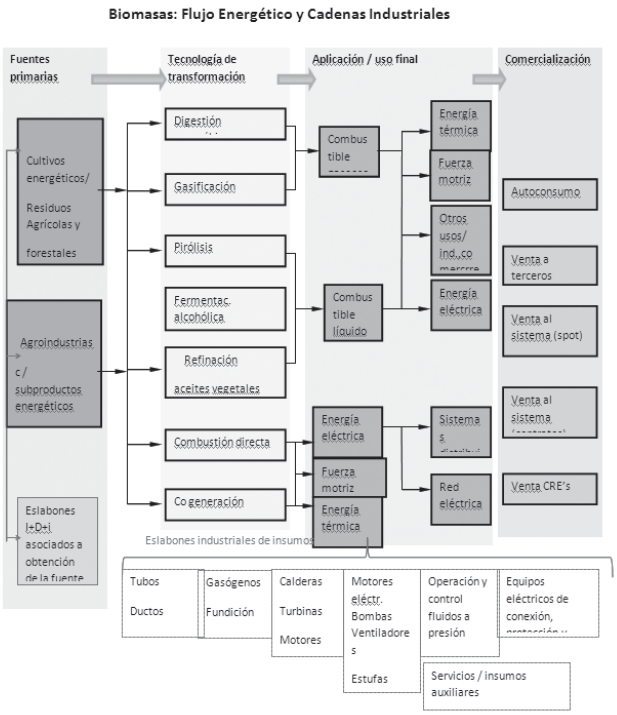
Se toma como base una instalación de mediano porte, del orden de 10 MW. El valor de inversiones se sitúa en el entorno de 12 a 15 millones de dólares (aunque es necesario considerar posibles crecimientos tanto por fluctuaciones de insumos como por devaluación relativa del dólar).

2.1.6. Impactos sociales

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

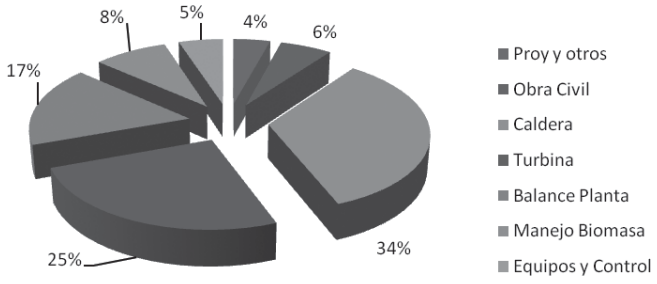
En base a la información producida, dirigida a estimar la capacidad sustentable en base a residuos de cosechas forestales a nivel nacional, se pudieron identificar departamentos que pudieran conformar “polos” con potencial para albergar proyectos para generación energética a base de residuos forestales 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 2:
Flujo energético y cadenas industriales



Fuente: Gabinete Productivo, Cadenas de Valor I, sector energías renovables.

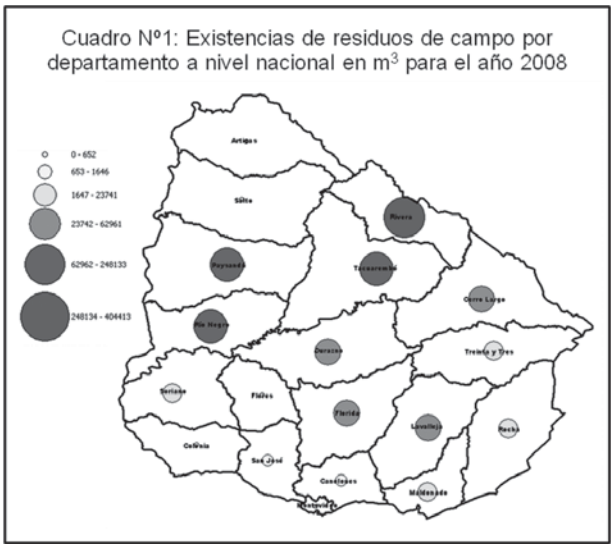
GRÁFICO 8:
Componentes de proyecto, expresados en % de la inversión total



Fuente: DNE-MIEM.

FIGURA 3:

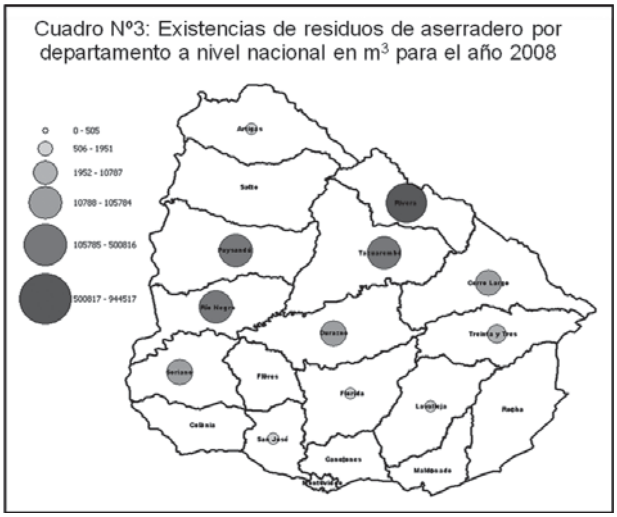
Existencias de residuos de aserradero a nivel nacional (en m³) – Año 2008



Fuente: Dirección Nacional Forestal.

FIGURA 4:

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 t/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 t de cáscara de arroz, por lo que, en principio, habría un remanente algo superior a 35.300 t/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 t/año (33.173 y 9.447 t/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.

2.1.7. Impactos ambientales

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 250.000 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.

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 (DNE) del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM).

CUADRO 7:

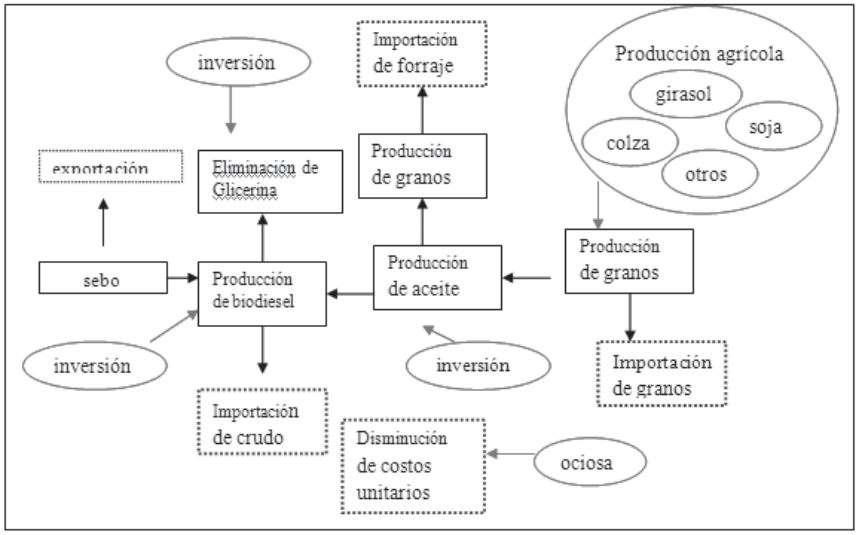
Uruguay. Rendimiento de biodiésel por hectárea, según la materia prima

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

Fuente: MIEM 2005.

FIGURA 5:

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 publica 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 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 Nº 17.598 de 13 de diciembre de 2002. 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.

CUADRO 8:

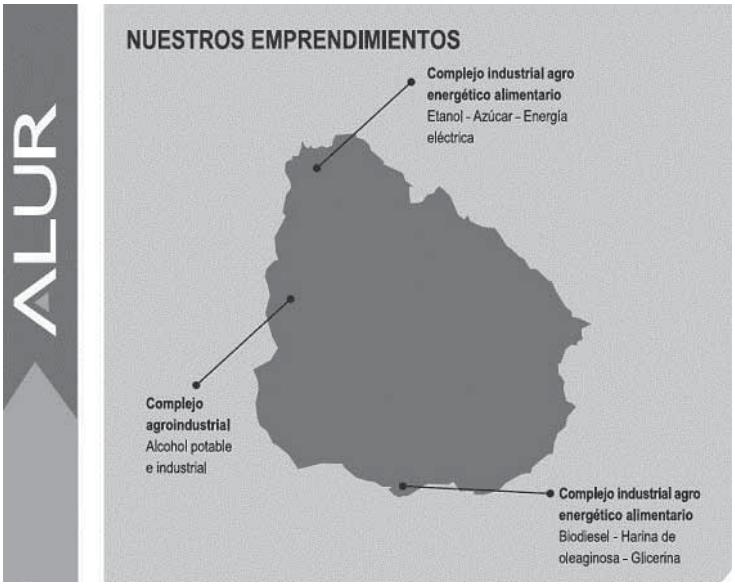
Emprendimientos asociados a la producción y comercialización de agrocombustibles

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
Ileral 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 5:
Emprendimientos de ALUR



Fuente: ALUR.

Capacidad anual instalada:

- 40.000 t de azúcar
- 28.000 m³ de etanol
- 18.000 m³ de biodiesel
- 25.000 t 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 de-

terminado 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 embasado 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 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.

CUADRO 9:
Rendimientos y hectáreas de girasol y soja

Cultivo	Año	Superficie (miles de ha)	Producción (miles de t)	Rendimiento (kg/ha)
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

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

2.2.5. Impactos económicos

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,y;
- 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 oleagi-

nosos, 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 promisoria, 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$S 15/t de grano procesado, en caso de lograrse la plena ocupación la capacidad de procesamiento instalada. Eso representaría, un abatimiento de costos agregado de U$S 450.000 a US$ 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 45.000 m^3 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 45.000 m^3 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%.

Se ha denominado subsidio a todo pago necesario para rentabilizar la producción de biodiesel (al 10%), con una inversión inicial de US$ 3,3 millones 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 observase 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 US$ 209/t y US$ 241/t.

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 US$ 309/t precio que es igual al promedio de las exportaciones del año 2004 (precio relativamente alto).

La producción de glicerol sería de 3.900 toneladas anuales (para 45.000 m^3 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 US$ 60 y a US$ 80.

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. 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. 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.

2.2.6. Impactos sociales

- 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”.

2.2.7. Impactos ambientales

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. 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

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

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

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 Kg 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 contraestación 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 está 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 más propicias para este cultivo son en este departamento y en el norte de Salto. Según el último 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 11:

Rendimientos y hectáreas de caña de azúcar

Cultivo	Año	Superficie (miles de ha)	Producción (miles de t)	Rendimiento (kg/ha)
Caña de azúcar	2005	3,2	154,2	48188
	2006	3,1	172,2	55584
	2007	3,0	144,5	48818
	2008	5,2	293,2	56513
	2009	6,0	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 necesa-

rias 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.

2.3.1. Impactos económicos

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 ha de suelos productivos, de los cuales 14.000.000 ha se usan para ganadería, 1.000.000 ha para forestación, 500.000 ha para soja, 100.000 para arroz, 100.000 ha para trigo entre otros y para la caña se usan solo 10.000 ha de las cuales 2.500 ha son solo para alcohol, por lo tanto cuando uno se plantea "alimento u alcohol" hay que ver el contexto.

2.3.2. Impactos sociales

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 biocombusti-

bles 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 deman-

da 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.

2.3.3. Impactos ambientales

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 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 O_2, 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 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 CO_2, las emisiones de CO_2 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%. 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

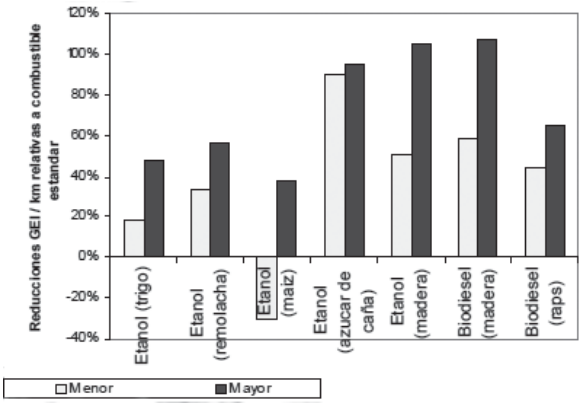
GEI a partir del uso de bioetanol de maíz, encontró resultados que van desde reducciones de 33% hasta incrementos de 20%, promediando una reducción de 13% en las emisiones de GEI en comparación con el petróleo. El estudio también argumenta que la reducción podría ser mejorada ya que los números no reflejan 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%, para el caso de bioetanol en base a remolacha, las reducciones estarían entre un 35% y 53%.

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%, pero pueden alcanzar reducciones de más de un 100% en comparación a la gasolina convencional.

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

GRÁFICO 9:

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.

3. CONCLUSIÓN

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, 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;
- 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;
- 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.

4. BIBLIOGRAFÍA

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 biodiesel. MGAP-ANCAP-MVOTMA-MEF-OPP-MIEM, Setiembre 2005

Informe de las Energías Renovables en Uruguay. 2011. Dirección Nacional e Energía, MIEM.

Informe Dendroenergía en Uruguay, Dirección Nacional de Energía, 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, 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, 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 de Energía, 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, MIEM.

Libro del Gabinete Productivo, Cadenas de Valor (I), Capitulo 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.