

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias - ODEPA -



**Biomasa, agroenergía, bioenergía, eficiencia energética,
ahorro energético:
¿tienen sentido?**

Rebeca Iglesias Casanueva

Septiembre de 2008

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
SITUACIÓN INTERNACIONAL	2
SITUACIÓN NACIONAL	12
PROYECTOS DESARROLLADOS	15
INSTITUCIONALIDAD	16
POLÍTICA AGRARIA PARA EL DESARROLLO DE BIOCOMBUSTIBLES	17
ALGUNAS ACCIONES DE LAS INSTITUCIONES DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA	18
LEYES Y NORMATIVAS	19
DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA	21
INSTRUMENTOS DE FOMENTO	22
PERSPECTIVAS	23

**Biomasa, agroenergía, bioenergía, eficiencia energética, ahorro energético:
¿tienen sentido?**

Rebeca Iglesias Casanueva

Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – ODEPA
Ministerio de Agricultura

Director y Representante Legal
Iván Nazif Astorga

Se puede citar total o parcialmente citando la fuente

ODEPA
Teatinos 40 Piso 8
Fono: 397 3000 – Fax: 3973044
Casilla 13.320 Correo 21 – Código Postal 6500696
www.odepa.gob.cl
Santiago de Chile

INTRODUCCIÓN

La energía es uno de los factores productivos de mayor relevancia para el logro de los resultados proyectados en todas las actividades socioeconómicas de un país.

Nuestro país ha sido privilegiado con numerosas fuentes o tipos de energía. A lo largo de su territorio y dependiendo de su ubicación es posible que existan una o más simultáneamente: hidráulica, solar, eólica, mareomotriz (diferencia de mareas), undimotriz (movimiento de las olas), geotérmica, fósil (gas natural y petróleo) y a partir de biomasa.

Históricamente las necesidades energéticas del país han sido suplidas principalmente por petróleo crudo, gas natural, carbón, hidroelectricidad y leña. A estas fuentes se ha agregado en los últimos años la biomasa. Los hidrocarburos utilizados son mayoritariamente importados.

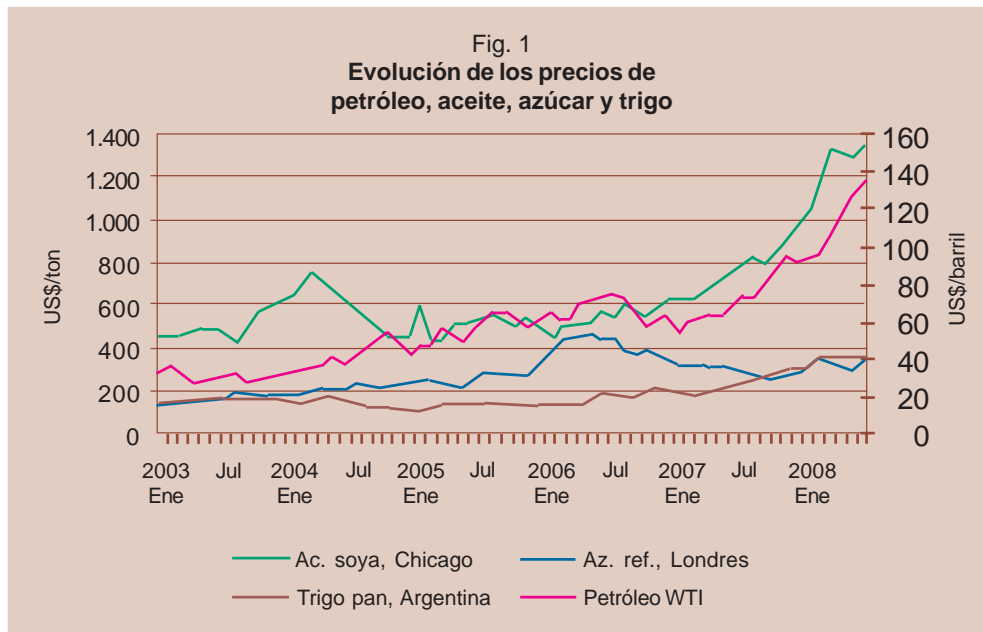
El Ministerio de Agricultura está abocado al desarrollo del sector y a convertir a éste en uno de los ejes principales del crecimiento económico y social del país. Concretar este objetivo significa cambiar el concepto de desarrollo exportador, desde el simple aprovechamiento de ventajas comparativas para la generación de productos con poco valor agregado (*commodities* agropecuarios), a la creación de ventajas competitivas cuyo aprovechamiento dé como resultado productos silvoagropecuarios de alto valor, diferenciados por atributos de calidad.

Alcanzar esta calidad significa, entre otros factores, contar con la energía necesaria, hacer un uso eficiente de ella e incorporar el ahorro energético en los procesos productivos de última generación, como elementos importantes de competitividad.

SITUACIÓN INTERNACIONAL

En los últimos treinta años, la economía mundial ha estado sujeta a variaciones abruptas y significativas del precio del petróleo. A principios de los años 70, el precio del crudo pasó desde US\$ 16 a US\$ 40 por barril en un año; en 1999 tuvo un mínimo de US\$ 17 por barril¹, y a fines de julio de 2008 el precio alcanzó a US\$ 140 por barril.

La alta volatilidad en el precio del petróleo se ha transmitido, en parte, al precio de otros *commodities* como, por ejemplo, el aceite de soya en bruto de la Bolsa de Chicago, el azúcar refinado de la Bolsa de Londres y el trigo de pan en Argentina. En el período enero de 2003 a junio de 2008 el coeficiente de variación del precio del petróleo WTI² alcanzó a 40%, superior a la variación observada en los otros tres *commodities* (Figura 1)



2 Bernardita Piedrabuena K. «Fondo de Estabilización del Petróleo: historia y perspectivas». En «La industria de los combustibles líquidos. El caso de Chile». M. Soledad Arellano Schmidt y Salvador Valdés Prieto, editores. Ediciones Universidad Católica de Chile, octubre 2006.

3 WTI, siglas de *West Texas Intermediate*, también conocido como *Texas Light Sweet*, es un tipo de petróleo crudo usado como punto de referencia en la fijación de precios del petróleo y del *commodity* en los contratos de futuros de la *New York Mercantile Exchange*.

Hasta mediados de 2006 los precios de los cuatro *commodities* mantuvieron una relativa estabilidad, con fluctuaciones menos pronunciadas que las que se aprecian desde julio de 2006. A partir de entonces el precio del aceite en bruto de soya subió en cerca de 150%; el del trigo de pan, en más de 100%, y el del petróleo, en alrededor de 80%. El precio del azúcar fue una excepción y se mantuvo con variaciones al alza y a la baja.

El aumento observado en el precio de los alimentos está asociado al incremento del consumo en muchos países, situaciones de sequía o de inundaciones y algunas políticas específicas para el sector agrícola que han implicado cambios importantes en la estructura productiva. También ha existido un componente importante de especulación a nivel mundial.

Entre otras causas del alza en el precio de los granos y otros *commodities*, base de alimentos humanos y animales, se incluye la producción de biocombustibles. Los precios internacionales de los principales granos y alimentos se caracterizan por tener ciclos, con períodos altos y bajos, los cuales reflejan la evolución propia de los mercados y la estrecha relación, por un lado, entre los *commodities* y, por otro, con las políticas macroeconómicas y de seguridad alimentaria definidas por cada país en particular. Estas últimas serán determinantes para proveer al mundo de los alimentos suficientes en el futuro.

Sin embargo, ya sea por una necesidad de abastecimiento de energía o por presiones geopolíticas, económicas, sociales o medioambientales, es difícil identificar algún país que, siendo importador de petróleo, se haya marginado voluntariamente del desarrollo de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos alternativos, a partir de la biomasa, utilizando procesos físico-químicos de primera y segunda generación, en la búsqueda de reducir la dependencia energética a través de la sustitución de combustibles fósiles.

El término bioenergía se refiere a la energía obtenida a partir de biomasa, que es la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos procedentes de la agricultura (de origen vegetal y animal), de la silvicultura y de industrias conexas, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo).

El término biocombustibles corresponde a combustibles derivados de biomasa renovable, para su uso en motores a combustión interna o para otro tipo de generación de energía, que puedan sustituir parcial o totalmente los combustibles de origen fósil (Brasil, Ley N° 11.097, enero 2005).

Los biocombustibles líquidos son el bioetanol, producto de la fermentación de azúcar o almidón, y el biodiésel, resultado de la transesterificación de aceites vegetales.

De acuerdo al Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) de España, se pueden considerar como biocombustibles o biocarburos de segunda generación aquellos que utilizan materias primas no convencionales (por ejemplo, lignocelulosa) y se obtienen a partir de procesos complejos (como el de Fischer-Tropsch).

Varios organismos multilaterales han creado instancias de apoyo, análisis y estudio para ir en ayuda de los países que han decidido incorporar las energías renovables no convencionales (ERNCC) en su matriz energética.

En el marco del proyecto «Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe», la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), en conjunto con la Organización Latinoamericana de Energía (Olade) y la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), han realizado una serie de estudios de países de la región, con el objeto de examinar el aporte de las políticas energéticas a las condiciones de sustentabilidad del desarrollo. La Guía para la Formulación de Políticas Energéticas (2003) presenta los elementos básicos necesarios en los procesos de identificación y formulación de políticas energéticas, de los instrumentos necesarios y de las acciones que permitan mejorar las condiciones de viabilidad de las políticas que se formulen.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha instaurado una Plataforma Internacional de Bioenergía (IBEP), que brinda su experiencia y su asesoramiento tanto a los gobiernos como al sector privado para que puedan establecer políticas y estrategias bioenergéticas. Les ayuda también a cuantificar los recursos de la bioenergía y las implicaciones de su empleo en el desarrollo sostenible, según las características de cada país. La plataforma coopera igualmente en la formulación de programas nacionales de bioenergía, utilizando la experiencia de la FAO en la promoción del desarrollo de la bioenergía en los ámbitos nacional, regional y mundial.

El uso de la biomasa para generar energía presenta algunas características positivas: permite un cierto grado de almacenamiento, es flexible y se transforma de varias maneras, de acuerdo a diferentes usos. Sin embargo, también se mencionan inconvenientes a su utilización: es un recurso disperso y heterogéneo, lo que plantea problemas técnicos y económicos de gestión; no existiría un mercado de la biomasa; su oferta es desestructurada y la logística de suministro no estaría resuelta. Además, la viabilidad de los proyectos no sólo depende de las tecnologías de transformación (gasificación, hidrólisis de celulosa), sino también de las tecnologías de acondicionamiento y preparación de la biomasa.

La mayoría de los países que han iniciado la producción de bioenergía y de biocombustibles líquidos han establecido una normativa e institucionalidad que permite, por un lado, definir los cortes o porcentajes obligatorios de uso de biocombustibles en mezclas con combustibles fósiles y, por otro, los controles de calidad que aseguren al consumidor un estándar mínimo para la comercialización.

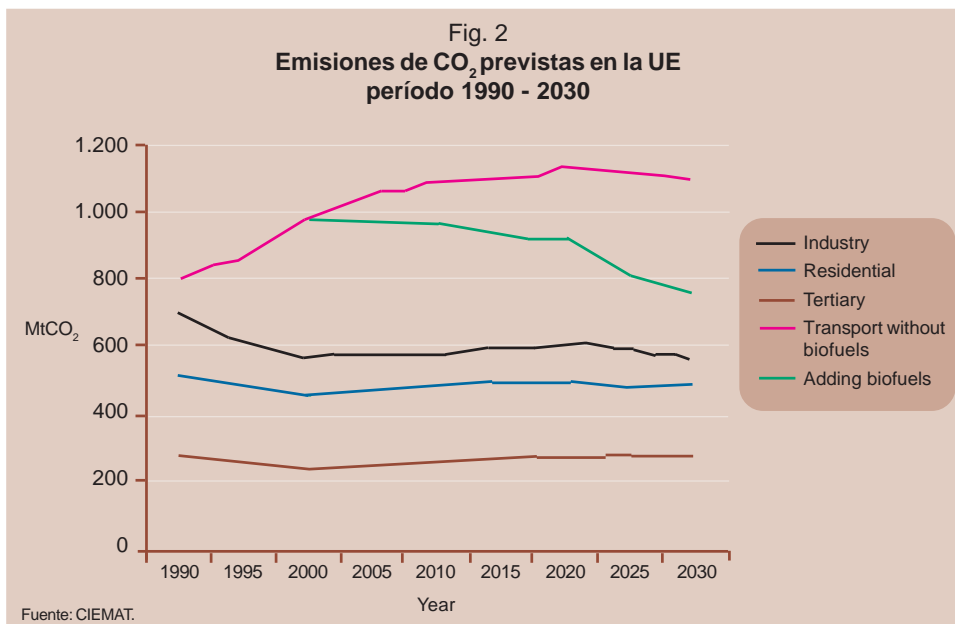
A través de diversas legislaciones, directrices, instrumentos de fomento, subsidios y sellos sociales, los países han promovido la producción de biocombustibles líquidos como el bioetanol y el biodiésel. Leyes que establecen un consumo obligatorio o la incorporación gradual de estos combustibles en mezclas con gasolina y diésel, respectivamente, tienden a reducir la dependencia del petróleo, a lo menos en el sector transporte, y permiten que la investigación, el desarrollo y la innovación en biocombustibles se realicen bajo parámetros definidos. Grandes productores, como los Estados Unidos y Brasil, cuentan con leyes, políticas tributarias y agrícolas específicas para la producción de biocombustibles para el mercado interno y principalmente para la exportación.

En la Tabla 1 se incluyen las metas de incorporación de biocombustibles en mezclas con combustibles fósiles en diversos países.

Tabla 1. Uso obligatorio de bioetanol y biodiésel en mezclas				
País	Porcentajes (%)			
	2008	2009	2010	2012
Alemania	2,00 BE 4,4 BD	2,50-6,20 BE 4,40-6,20 BD	3,60-6,75 BE 4,40-6,75 BD	
España	1,9	3,4	5,83	
Francia	5,75	6,25	7	
Holanda	2,50-3,00	3,00-4,50	3,50-5,75	
Italia	3	4	5	
Suecia	5,00 BE	5,00 BE		
EE.UU.	3,80 BE	4,30 BE	4,80 BE	
Argentina				5
Brasil			23,00-25,00 BE 2,00 BD	
Perú *	7,80 BE 5,00 BD		7,80 BE 5,00 BD	
Paraguay	3	5		
Uruguay	2,00 BD	2,00 BD	2,00 BD	5,00 BE

Fuente: elaborado por Odepa con información legal de países.
 BE: bioetanol
 BD: biodiésel
 * 2008: sólo en algunas regiones. A partir de 2010 en todo el país.

Es indiscutible la estrecha relación que tienen el reemplazo de un cierto porcentaje de combustibles fósiles por biocombustibles y la reducción de los gases de efecto invernadero (GEI) a largo plazo, tanto en regiones como en países específicos, y su efecto sobre el cambio climático. En la figura 2 se incluyen las estimaciones hechas por el Ciemat sobre las emisiones de CO₂ hasta el año 2030 en la Unión Europea. La incorporación de biocombustibles en el sector transporte a partir de 2000, reduciría en cerca de un 20% las emisiones de CO₂ a la atmósfera en el año 2030.



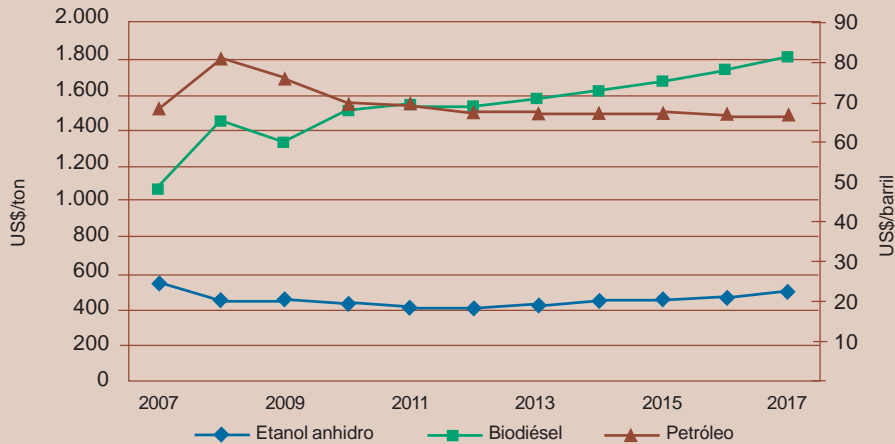
De acuerdo a las estimaciones realizadas en enero de 2008 por el Instituto de Investigaciones en Políticas Alimentarias y Agrícolas (Fapri, por su sigla en inglés), de las universidades de Iowa y Missouri-Columbia, en EE.UU., el comercio mundial de los biocombustibles líquidos, etanol y biodiésel, alcanzaría en 2017 a 4.217 millones de galones, tres veces más que lo estimado para 2008.

El comercio mundial neto de etanol alcanzaría a 3.600 millones de galones en 2017 (11 millones de toneladas), y sería un 203% superior al estimado para 2008. Brasil figura como un importante productor y casi único exportador de etanol, mientras que EE.UU., la Unión Europea, Japón y Canadá serían los mayores importadores.

Las proyecciones para biodiésel indican un leve aumento de 8% para el período, desde 557 millones de galones en 2008 a 602 millones en 2017 (1,9 millones de toneladas). El principal exportador sería Argentina, seguida por EE.UU. e Indonesia. Las importaciones de la UE representarían cerca del 71% del comercio mundial de biodiésel en 2017.

Las predicciones de precios efectuadas por el Fapri, bajo las condiciones de mercado de enero de 2008, indican que al año 2017, mientras el precio del trigo se mantendría en cerca de US\$ 260/ton, los precios de petróleo, bioetanol y biodiésel alcanzarían a US\$ 67/barril, US\$ 497/ton y US\$ 1.800/ton, respectivamente (figura 3).

Fig. 3
**Proyecciones de precios de
 petróleo, bioetanol y biodiésel**



Fuente: elaborado por ODEPA con información de Fapri, Outlook 2008.

La utilización de tierras agrícolas para la producción de cultivos que pueden ser usados en la alimentación humana o animal, pero que se destinan a integrar mezclas combustibles, ha provocado innumerables discusiones en foros internacionales. El alza de los precios de estos *commodities* ha sido atribuida en parte a su destino a la producción de biocombustibles. En este contexto, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), estimó que la medida más urgente para frenar el alza de los precios de las materias primas agrícolas es una reducción drástica de los subsidios a los biocombustibles. Se argumenta que su desarrollo origina un tercio del alza de los precios agrícolas, especialmente de los cereales, los cuales podrían permanecer elevados al menos diez años.

En relación a esta disyuntiva, Odepa ha publicado recientemente un análisis del comportamiento de los precios de los principales *commodities* agrícolas, en el cual se demostró la importancia del incremento del consumo y la relación stock final/consumo en el precio final de estos productos.

La búsqueda constante de nuevas tecnologías en los centros de investigación, universidades e industrias extractoras y procesadoras, permitirá la adopción de nuevos métodos para producir biocombustibles de segunda generación a un menor costo. Bajo las condiciones de mercado analizadas por Ciemat, con posterioridad a 2010 sería posible reducir la brecha de precio del etanol de celulosa en relación con el etanol de maíz y la gasolina, como se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Estimación de costos de producción de combustibles de segunda generación			
Combustible	Materia prima	Proceso	US\$/l gasolina equivalente
Gasóleo	Petróleo	Refinería	0,22
Biodiésel	Aceite vegetal	Transesterificación	0,8
Diésel	Biomasa	HTU *	0,56
Diésel	Biomasa	Gasificación/F-T*	0,68
Diésel	Biomasa	Pirólisis	1,36
DME *	Biomasa	Gasificación/DME	0,47
Gasolina	Petróleo	Refinería	0,22
Etanol	Biomasa	Hidrólisis enzimática	0,27
Gasolina	Petróleo	Gasificación/F-T	0,76
Hidrógeno	Biomasa	Gasificación	4,91
Gas natural comprimido		Gasificación	0,46
Comparación de los costos actuales y previstos de gasolina y etanol (US\$/l)			
Combustible	2002	2010	Posterior a 2010
Gasolina	0,21	0,23	0,25
Etanol de maíz	0,43	0,4	0,37
Etanol de celulosa	0,53	0,43	0,27

Fuente: Mercedes Ballesteros. Centro de Investigaciones Energéticas, Medio-ambientales y Tecnológicas (Ciemat), España. Situación y perspectivas de los biocarburantes de segunda generación. Santiago, 13 marzo 2008. Con antecedentes de la Agencia Internacional de Energía (AIE). Precio de la gasolina basado en precios del barril de petróleo de US\$ 24 en 2002 y US\$ 30 en 2020.

* HTU: diésel HTU (*Hydrothermal Upgrading*), que utiliza biomasa húmeda, biometano de biogás, y madera gasificada.

* F-T: Fischer-Tropsch es un proceso químico para la producción de hidrocarburos líquidos (gasolina, keroseno, gasoil y lubricantes) a partir de gas de síntesis (CO y H₂).

* DME: 1,2-dimetoxietano. Es un éter incoloro y líquido usado como disolvente. Es muy soluble en agua.

En la cumbre de FAO, realizada en Roma en junio de este año, las Naciones Unidas solicitaron una mayor investigación en materia de biocombustibles, para delimitar las ventajas y desventajas que significa su producción a nivel mundial.

Las políticas medioambientales de los países de la Unión Europea han influido para que algunos países como Alemania, el Reino Unido y Polonia propongan mecanismos nuevos para alcanzar las metas de uso de energías renovables. Italia propicia un nuevo método de cálculo de los potenciales de energía renovable, como asimismo una reducción de la meta de 10% de uso de biocombustibles.

En Suecia, donde las importaciones de etanol brasileño se duplicarían en 2008 (alrededor de 200 millones de litros), debido al incremento de automóviles que usan E85, una mezcla de gasolina-etanol que tiene un 85% de biocombustible, está en estudio una propuesta de ley que prohíba el uso de combustibles fósiles sin mezcla para el año 2015.

En España, en junio de 2008 se aprobaron los porcentajes de obligatoriedad de mezclas de biocombustibles, que serán de 1,9% en 2008 (indicativo); de 3,4% en 2009 y de 5,83% en 2010, los que serían obligatorios.

Nuevas empresas bioenergéticas se desarrollarán en torno a la producción láctea en Pensilvania, Texas y Wisconsin, Estados Unidos; en Leppersdorf, Alemania, y en Irlanda. **Es interesante destacar el desarrollo de biogás a partir de** la utilización del estiércol **y sueros de leche, subproductos de lecherías**, como materias primas de un biodigestor anaeróbico. Éste puede ser usado para producir vapor de agua y electricidad. Además, el suero, a través de un proceso de fermentación, también puede ser transformado en bioetanol.

La búsqueda de especies vegetales que no compitan con la producción de alimentos ha permitido el desarrollo de convenios entre algunos países para proyectos de cultivar *Jatropha curcas* (Indonesia, Mozambique, Argentina, México, Perú), *Aloe vera* (India) y algas (Israel, Costa Rica, Holanda), orientados a la producción de biodiésel.

Recientemente fue presentado en Argentina un proyecto de ley que promueve el cultivo de microalgas para biocombustibles, fomentando la investigación, generación y producción tanto de la materia prima como de la tecnología que permitan identificar las especies de microalgas que mejor se adapten a las diferentes regiones de la provincia de Buenos Aires. Otro proyecto de ley tiende a promover el cultivo de cártamo en áreas de secano y bajo riego de Río Negro, lo que incrementaría las actuales 60.000 hectáreas sembradas en el norte del país.

También en Argentina, se inició un proyecto en convenio con capitales suizo-británicos, con el objetivo de plantar en 10 años unas 36.000 ha de tártago (ricino) en Misiones y Corrientes. La Cooperativa Agrícola de Misiones entregaría las semillas y la asistencia técnica a los productores y la Global Agricultural Resources (GAR), compañía internacional que produce biocombustibles derivados de aceites vegetales no comestibles, compraría el aceite por unos 20 años. Por otro lado, en convenio con un instituto de investigación de la India, comenzaría la investigación para la introducción de *Jatropha curcas*, reflejando la tendencia mundial de obtención de biodiésel a partir de aceites no comestibles y producidos sobre la base de especies susceptibles de cultivarse en suelos marginales.

En relación a los costos de producción del etanol, en Brasil, principal productor de etanol de caña de azúcar en América Latina, éstos están por debajo de la gasolina, como consecuencia de la escala de producción y las inversiones en investigación realizadas, lo que ha permitido mejorar la productividad agrícola e industrial. Para la producción de biodiésel, se están aplicando algunas políticas públicas de apoyo a la producción en el sector rural, como el «Sello Combustible Social», que permite a las empresas procesadoras la compra de materia prima originada en predios de pequeños productores, generando empleo y renta para ellos.

En Colombia, se promueve la producción sostenible de biocombustibles, a partir de caña de azúcar y palma, aprovechando las oportunidades de desarrollo económico y social de los mercados emergentes. Se consideran Sellos Ambientales, Sociales, de Eficiencia Agrícola, de Seguridad Alimentaria y de Transparencia. Se destaca el aporte de la investigación.

En mayo de 2008 se realizó en Santo Domingo, República Dominicana, el III Seminario Latinoamericano y del Caribe de Biocombustibles, organizado conjuntamente por la Organización Latinoamericana de Energía (Olade), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la FAO y la Comisión Nacional de Energía de República Dominicana (CNE). Respetando uno de los principios básicos de Olade: *«Contribuir a la integración, al desarrollo sostenible y la seguridad energética de la región, asesorando e impulsando la cooperación y la coordinación entre sus Países Miembros»*, en la ceremonia de apertura se firmó un Memorando de Entendimiento entre Olade y el IICA para desarrollar en forma conjunta el Programa Regional de Biocombustibles. Las principales conclusiones del seminario fueron :

- En América Latina y el Caribe no existe conflicto entre los cultivos bioenergéticos y la seguridad alimentaria, pues los países que producen biocombustibles cuentan con suficiente tierra dedicada a la producción de alimentos y las áreas destinadas a la producción agrícola para uso energético son limitadas. Brasil, primer productor regional de biocombustibles, utiliza para este fin el 0,7% de sus áreas cultivables.

- El problema alimentario en América Latina y el Caribe está relacionado principalmente con el acceso a los alimentos y no con la producción de biocombustibles. No obstante, este problema, existente desde hace unos treinta años, se ha acentuado por el cambio climático y el aumento de los precios del petróleo.

- La tendencia alcista de los precios de los alimentos tendría las mismas causas, incluyendo el incremento de la demanda, generada por economías en desarrollo como China e India y por la fuerte demanda en países desarrollados de ciertos productos como el maíz para producir etanol.

Recientemente, a fines de julio, en Quito, Ecuador, representantes de la Unión Europea (UE), el Banco Mundial (BM), la Comisión de Integración Energética Regional (CIER), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (Onudi), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), se reunieron en la sede de Olade, con el objetivo de unificar esfuerzos a nivel interinstitucional para contribuir al fortalecimiento del sector energético de América Latina y el Caribe. Los representantes del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) se comprometieron a trabajar en una agenda de enfoque temático, que permita identificar áreas de acción en las que OLADE y los diversos organismos internacionales puedan trabajar en conjunto. Además, se acordó identificar las complementariedades a nivel interinstitucional, a fin de coordinar acciones de cooperación y apoyo mutuo, analizar objetivos y temas comunes prioritarios, proponer mecanismos de trabajo

interinstitucional y aprovechar la instancia de coordinación para analizar el tema de integración energética como constructora del desarrollo sostenible. (www.olade.org)

SITUACIÓN NACIONAL

Las alternativas de suplir la demanda de energía de Chile estarían dadas por la posibilidad de importarla en su totalidad; importar una fracción y producir el resto en el país, o producir toda la energía con fuentes o materias primas nacionales.

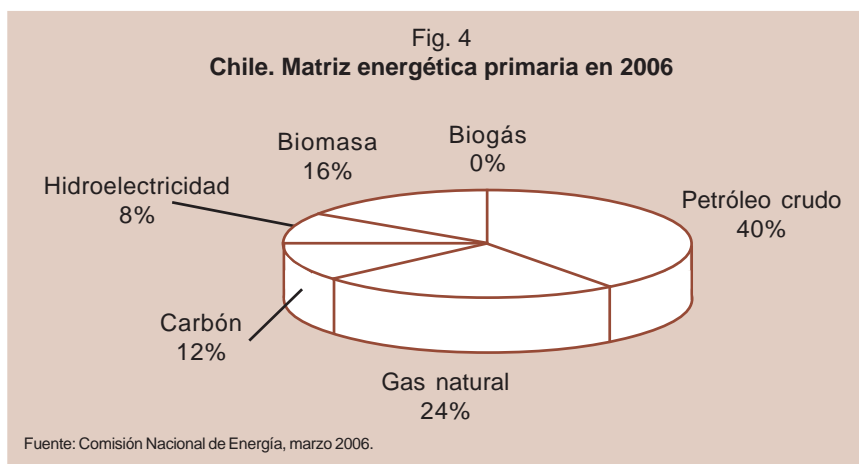
Chile tiene una alta dependencia de fuentes de energía no renovables: el 72% de la energía que el país consume se importa; el 98% del petróleo utilizado es importado, y no existe certeza del comportamiento futuro de algunas fuentes de suministro energético (recientemente se informó el alza de los impuestos a las exportaciones de gas natural argentino a Chile, retroactivo desde la segunda quincena de junio).

En el mercado internacional se ha puesto énfasis en la menor o mayor disponibilidad del petróleo en el largo plazo y en la disyuntiva entre esta disponibilidad y la producción de biocombustibles líquidos, bioetanol y biodiésel, para reemplazarlo a partir de cultivos que pueden ser destinados a la alimentación humana y animal.

En Chile, la situación ha sido un tanto diferente. Se ha evolucionado desde una percepción de posibilidades limitadas en torno a la utilización de la biomasa para producir energía, a un creciente interés en evaluar las alternativas regionales y particulares para producirla. Esto constituye una oportunidad para el sector agrícola: convertirse en proveedor eficiente de diversas materias primas o biomasa, fuente de bioenergía.

No obstante que numerosas empresas del sector forestal ya estaban produciendo vapor, gas o electricidad con los desechos forestales de sus explotaciones, y la investigación en biocombustibles líquidos se desarrollaba en numerosas universidades del país, el tema de la bioenergía y los biocombustibles en el país sólo fue realmente relevado a mediados de 2006. Un hito importante para ello fue el Seminario Internacional de Agroenergía y Biocombustibles efectuado en la Sede Regional de la FAO en Santiago, en julio de 2006.

Un 16% de la matriz energética de Chile en 2006 fue abastecida con energía producida por la biomasa disponible en el país, según cifras entregadas por la Comisión Nacional de Energía (figura 4).



A nivel regional, las necesidades energéticas varían tanto en cantidad como en el tipo de energía necesaria para desempeñar las actividades productivas y satisfacer las necesidades básicas de sus habitantes. Hay regiones con poca población, pero con una importante actividad industrial, que necesariamente demandan más energía que otras. En el sur de Chile la demanda de calefacción en los hogares es más pronunciada en relación con la demanda de combustibles líquidos para el transporte. Tomando el país en su conjunto, se estima que entre 25% y 30% de la energía destinada a calefacción y calentamiento de agua podría ser proporcionada por la energía solar.

Chile dispone de una superficie reducida para el uso agrícola; no obstante, el sector ha sido capaz de desarrollar importantes actividades productivas de calidad. Ellas demandan distintos tipos de energía y a su vez producen cantidades importantes de residuos a nivel agrícola y agroindustrial que son susceptibles de ser procesados y transformados en energía.

De acuerdo a las últimas cifras entregadas por el VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, existirían en el país cerca de 4,4 millones de hectáreas plantadas o sembradas con diversos rubros productivos del sector silvoagrícola (tabla 3).

Tabla 3. Sector silvoagrícola en Chile			
Silvoagrícola (ha)	1997	2007	Variación %
Plantaciones forestales	2.226.014	2.655.317	19,3
Forrajeras	608.538	518.502	-14,8
Cereales	648.111	480.833	-25,8
Frutales	234.480	324.279	38,3
Viñas	81.845	128.993	57,6
Hortalizas	111.871	95.194	-14,9
Leguminosas y tubérculos	127.139	70.909	-44,2
Cultivos industriales	70.603	70.167	-0,6
Semilleros	29.778	42.400	42,4
Viveros	2.333	2.298	-1,5
Flores	1.472	2.193	49,0
Total	4.142.184	4.391.085	6,0
Pecuario (n° cabezas)	1997	2007	Variación %
Bovinos	4.098.438	3.719.507	-9,2
Ovinos	3.695.062	3.888.717	5,2
Cerdos	1.716.881	2.945.370	71,6
Total	9.510.381	10.553.594	11,0

Fuente: elaborado por ODEPA sobre la base de **cifras preliminares** VI Censo Nacional Agropecuario y VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal.

En el sector pecuario, en 2007 existían 10,5 millones de cabezas (sin considerar a las aves), un 11% más que las existencias de 1997.

Independientemente de si algunos rubros silvoagropecuarios aumentaron o disminuyeron su participación en el total, si se observa o no un cambio en la estructura productiva, tanto a nivel comunal como regional, o si estas cifras son superiores o inferiores a las del censo de 1997, no hay duda de que, en términos de bioenergía y biocombustibles, ellas significan, por un lado, demanda de energía para la actividad productiva y, por otro, miles de toneladas de energía potencial renovable no convencional (ERNC) en forma de biomasa disponible en el país, como productos primarios, agroindustriales, desechos o residuos agrícolas y agroindustriales.

Como bien se señala en el documento «Contribución de la Política Agraria para el Desarrollo de los Biocombustibles en Chile», la principal limitación para la producción de biocombustibles que enfrenta el país es la escasez relativa de terrenos agrícolas cultivables. Sin embargo, esta limitante se convierte en un desafío a futuro para el sector agrícola y forestal. Nuevas tecnologías productivas y eficiencia en el uso de insumos, como asimismo la utilización de diversas fuentes de biomasa, podrían contribuir a la generación de distintos biocombustibles. En la actualidad hay numerosos residuos que no están siendo utilizados como fuentes de materia prima para la elaboración de biocombustibles. En algunos casos ello podría dar origen a nuevos negocios, generando empleos y creando actividades conexas y polos de crecimiento a nivel regional.

Desde el punto de vista del sector silvoagropecuario nacional, la producción de biomasa, excluyendo la destinada a la alimentación humana y animal, puede ser utilizada en la producción de biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos de primera y de segunda generación. Según la Ley N° 20.257 (D.O. 01.04.2008), un medio de generación renovable no convencional sería aquél cuya fuente de energía primaria es la biomasa, materia orgánica biodegradable que puede ser usada directamente como combustible o convertida en otros combustibles líquidos, sólidos o gaseosos.

Existen entonces diversas materias primas potenciales para producirlos:

- * Biocombustibles sólidos: leña, *pellets*, briquetas
 - Desechos de la industria forestal
 - Desechos de la industria del mueble y de la madera
 - Cultivos dendroenergéticos
- * Biocombustibles líquidos: etanol, metanol, biodiésel
 - Etanol:
 - + Cereales: maíz, trigo, avena, cebada
 - + Papa
 - + Remolacha
 - + Nabo forrajero
 - + Biomasa forestal y sus subproductos
 - + Residuos lignocelulósicos de cosechas y de agroindustrias
 - + Suero de leche

- Biodiésel:
 - + Aceites de oleaginosas: cártamo, linaza, maravilla, raps, ricino, jojoba, jatropa; de algas y otras especies
 - + Aceites reciclados
 - + Grasa animal
- Biocombustible gaseoso: biogás (metano)
 - + Purines de la actividad ganadera, porcina y avícola
 - + Suero de leche
 - + Desechos de mataderos
 - + Residuos agrícolas, mercados mayoristas
 - + Residuos agroindustriales y vitivinícolas
 - + Residuos urbanos residenciales e industriales
 - + Plantas de tratamiento de aguas servidas y vertederos
 - + Residuos lignocelulósicos

Con un alto componente regional, entre otras fuentes de biomasa, los cultivos anuales, las plantaciones forestales, el uso sustentable del bosque nativo, la explotación de algas y la utilización de residuos agrícolas y agroindustriales, amplían el horizonte del sector agrícola para constituirse en un abastecedor a largo plazo seguro, confiable y sostenible de materias primas para la elaboración de distintos biocombustibles.

PROYECTOS DESARROLLADOS

En la actualidad existe un mercado reducido, aunque no poco importante, de biocombustibles sólidos y gaseosos que permiten generar vapor, gas y electricidad para la actividad industrial de numerosas industrias y cuyo remanente se incorpora a la red de distribución eléctrica nacional.

La producción de *pellets* para generar calor usa los desechos de la industria agrícola, forestal y maderera. Actualmente se están evaluando plantaciones dendroenergéticas y el uso de residuos provenientes del manejo sustentable del bosque nativo y de plantaciones forestales, para la producción de *pellets* y biocombustibles líquidos, bioetanol y biodiésel, de segunda generación.

Respecto del bioetanol, aún no se produce en Chile, y se encuentra en etapa de inicio un proyecto para elaborarlo a partir de nabo forrajero en Aysén, como un proyecto integrado ganadero-energético. En la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, se está evaluando producirlo a partir de maíz, en predios de pequeños productores, con una superficie acotada.

En la fabricación de biodiésel, existen a lo menos tres empresas que iniciaron experiencias piloto: dos en Santiago, utilizando aceites vegetales reciclados de consumo humano y grasas animales, subproducto de la industria cárnica, y otra en Gorbea, Región de la Araucanía, sobre la base de aceite de raps canola, en etapa de planta piloto.

Se evalúa la introducción de nuevos cultivos anuales y perennes que sirvan como fuentes de materias primas para producir biocombustibles. A lo menos tres proyectos están estudiando la posibilidad de producir *Jatropha curcas* (especie arbustiva perenne oleaginosa), como cultivo energético renovable para la producción de biodiésel (Universidad de Tarapacá, Universidad de

Chile-FIA e INIA-Corfo, en la Región de Coquimbo). Estos proyectos contemplan la plantación de *Jatropha curcas* en suelos marginales en el norte del país, que no están destinados a la producción de alimentos. El uso de estos suelos presenta algunas ventajas, entre las que es posible mencionar que se incorporan a la estructura productiva regional nuevas alternativas productivas; se optimiza la utilización de los insumos productivos y de los recursos agua y suelo para obtener por unidad de superficie el mayor rendimiento de materia prima a un menor costo de producción; se amplían las alternativas de ingreso a los productores agrícolas y se crean polos de desarrollo regionales.

En el norte, además, se evalúa la producción de biodiésel a partir de microalgas, producidas en estanques o infraestructura especialmente diseñada para estos fines, en terrenos también marginales, sin uso actual.

Los proyectos de vapor, biogás y electricidad que se encuentran operando están relacionados con los residuos de la explotación forestal, principalmente. En fase de planta piloto se están aprovechando también purines y materias primas vegetales. Además de las ventajas que implican el ahorro y la independencia de otros combustibles, la generación de biogás y de bioetanol a partir de *riles* de lecherías o de residuos agrícolas contribuye a una producción lechera sustentable desde el punto de vista ambiental y revierte la controversia sobre la utilización de tierras aptas para producir alimentos en la producción de biocombustibles. A lo menos cinco proyectos de biodigestores están siendo llevados a cabo, dos de ellos ya con instalaciones funcionando y produciendo biogás, en Negrete y Los Ángeles.

La investigación en procesos físicos y químicos a nivel de laboratorio e industrial, por otro lado, busca constantemente la elaboración de biocombustibles de segunda generación a partir de lignocelulosa y la producción y utilización de subproductos sin valor económico.

INSTITUCIONALIDAD

Las iniciativas mencionadas se han producido como consecuencia del trabajo conjunto de numerosas instancias de los sectores público y privado. Respecto de la institucionalidad necesaria para posicionar la producción de la bioenergía y los biocombustibles en el país, se han desarrollado numerosas acciones a partir de mediados de 2006, cuyos objetivos principales son abordar diversos aspectos necesarios para obtener la mayor cantidad de antecedentes que permitan elaborar, con una participación multisectorial, la Política Nacional de Biocombustibles de Chile.

Es así como fue creado el Comité Público-Privado de Bioenergía, en el cual participan la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA); la Corporación de la Madera (Corma); el Colegio de Ingenieros Agrónomos; la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile; Empresas Iansa S.A.; Biodiésel América (BDA); el Movimiento Unitario Campesino y Etnias de Chile (Mucech); el Programa Chile Sustentable (PCS) y la Fundación Sociedades Sustentables (FSS). Por el sector público participan la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama); la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo); la Comisión Nacional de Energía (CNE) y la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), y es coordinado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa).

El Comité Intraministerial está conformado por las diez instituciones dependientes del Ministerio de Agricultura: el Centro de Información de Recursos Naturales (Cirén); la Comisión Nacional de Riego (CNR); la Corporación Nacional Forestal (Conaf); la Fundación para la Innovación Agraria (FIA); la Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro (Fucoa); el Instituto de Desarrollo Agropecuario (Indap); el Instituto Forestal de Chile (Infor); el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA); el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa), que coordina el comité.

El Comité Interministerial está integrado por la Comisión Nacional de Energía (CNE), que lo coordina; la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC); el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT); el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV); la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama) y la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) del Ministerio de Agricultura.

La Comisión Asesora Interministerial en Materia de Biocombustibles en Chile, fue creada por el Ministerio de Minería en junio de 2008 (Decreto N° 128, publicado en el Diario Oficial del 12 de agosto de 2008). Su misión es asesorar a diversas secretarías de Estado e instituciones públicas en acciones concretas, planes, políticas y medidas para el desarrollo de la cadena de valor de los biocombustibles, alternativa a los combustibles líquidos derivados del petróleo. Está integrada por los siguientes miembros o sus representantes: ministro del Interior, ministro Secretario General de la Presidencia, ministro de Hacienda, ministro de Educación, ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción; ministro de Minería, ministro de Agricultura, ministro de Transportes y Telecomunicaciones, ministro del Medio Ambiente, ministro de Bienes Nacionales y ministro Presidente de la Comisión Nacional de Energía, quien la preside.

POLÍTICA AGRARIA PARA EL DESARROLLO DE BIOCOMBUSTIBLES

La Unidad de Bioenergía fue creada en la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) en agosto de 2006. Desde entonces ha desarrollado un conjunto de acciones tendientes a difundir la temática a nivel nacional, recoger experiencias internacionales y fomentar los estudios y las alianzas estratégicas público-privadas. Sobre la base de los aportes recopilados por los tres comités: el Público-Privado y el Intraministerial, coordinados por la Unidad de Bioenergía, y el Interministerial, y con antecedentes obtenidos directamente, Odepa elaboró una propuesta de Política Agraria para el Desarrollo de los Biocombustibles en Chile, realizada en conjunto con el Gabinete Ministerial, que permitiría avanzar en la producción de biocombustibles en Chile³.

Esta propuesta, dada a conocer en noviembre de 2007, está basada en cuatro principios básicos aplicables desde la etapa de producción agrícola (a partir de la semilla o fuente de materia prima) hasta la producción de biocombustibles en plantas agroindustriales:

- *seguridad e independencia energética,
- *diversificación de la matriz energética,
- *sustentabilidad ambiental, y
- *desarrollo inclusivo y territorial.

3 https://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/Politica_Agraria_Biocombustibles.pdf

Entre las medidas consideradas están la creación de un Consejo de Ministros, un Coordinador Nacional, un Consejo de Expertos Nacionales en Bioenergía y Centros de Excelencia o Consorcios Tecnológicos; la readecuación de algunos instrumentos de fomento ya disponibles, y la concentración de los esfuerzos de I+D+i en la formación de técnicos especializados en procesos productivos de menor costo.

ALGUNAS ACCIONES DE LAS INSTITUCIONES DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA

Centro de Información de Recursos Naturales (Cirén): realizó un estudio relacionado con el tema de bioenergía, denominado «Potencialidades de la biomasa en la generación de energía». El objetivo del estudio fue evaluar el potencial aporte del sector silvoagropecuario en la generación de energía y analizar su factibilidad técnica, ambiental y económica. Se hizo una revisión del estado del arte sobre el tema a nivel internacional, especialmente en países europeos, y en Chile, para posteriormente presentar un estudio aplicado sobre el potencial de la biomasa en el sur del país, proveniente especialmente de bosques nativos, desechos de plantaciones, matorrales y rastrojos de origen agrícola.

Comisión Nacional de Riego (CNR): firmó un convenio de cooperación con la Comisión Nacional de Energía (CNE), cuyo objetivo es definir una estrategia para el desarrollo de micro y minicentrales de pasada en canales de riego. Ambas instituciones están desarrollando un estudio para determinar el potencial de generación de electricidad a nivel nacional y definir las principales oportunidades de inversión.

Corporación Nacional Forestal (Conaf): en el Programa de Bosque Nativo que a partir del presente año se ha implementado en Conaf, se ha definido una línea de acción destinada a impulsar iniciativas que promuevan el uso del bosque nativo como fuente de energía renovable, con el propósito de contribuir a la diversificación de la matriz energética del país. Además, participa en el Sistema Nacional de Certificación de Leña a través del Consejo Nacional de Certificación de Leña (Conacel), y recientemente sería la institución designada para administrar la Ley N° 20.283, sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal.

Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro (Fucoa): en la Revista «Nuestra Tierra», con una circulación de 15.000 ejemplares, Fucoa ha relevado el tema, publicando los lineamientos sectoriales definidos por el Ministerio de Agricultura y los resultados del Seminario Internacional sobre Agroenergía y Biocombustibles, así como las conclusiones de los Seminarios Internacionales hacia una Política Nacional de Bioenergía 2006, realizados en Talca, Temuco y Coyhaique.

Fundación para la Innovación Agraria (FIA): financió cuatro giras tecnológicas a Brasil, Estados Unidos y Alemania, con representantes de los sectores público y privado, con el objetivo de conocer, identificar y adquirir conocimientos en relación con tecnología y experiencias en materia de bioenergía disponibles en esos países. Además está coordinando la formación de una Plataforma de Investigadores en Bioenergía de Chile (Pibech), que cuenta con la participación de cinco universidades: Católica de Valparaíso, de Chile, de Concepción, de la Frontera y Técnica Federico Santa María, en conjunto con el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Los objetivos de esta plataforma son: reunir a los investigadores nacionales en el tema; conocer y compartir las

actividades de investigación; tener un catastro de profesionales e investigadores e infraestructura, y crear capacidades de especialización de investigadores que den respuesta a las necesidades del país en torno a la bioenergía. Adicionalmente, FIA, junto con la Pibech, ha identificado las siguientes líneas de acción prioritarias: biotecnología aplicada, biomasa lignocelulósica, biomasa de algas y biorrefinería.

Instituto de Desarrollo Agropecuario (Indap): Odepa evalúa en conjunto con Indap la ejecución de un plan piloto para la instalación de biodigestores en predios de pequeños productores lecheros del sur del país. A mediados de agosto fue publicada por Odepa la licitación referente al «Estudio para la evaluación socioeconómica y ambiental de tres tipos de biodigestores en predios de pequeños productores lecheros», la que debe cerrarse el 1 de septiembre de 2008.

Instituto Forestal de Chile (Infor): las líneas de trabajo en materia de aprovechamiento de biomasa para producción de energía, desde el año 2006 en adelante, han estado centradas en dos temas: combustibles sólidos y combustibles gaseosos. En combustibles sólidos, se han enfocado en generar información acerca del uso y disponibilidad de los desechos forestales y residuos madereros industriales, conjuntamente con investigar las mejores opciones en materia de establecimiento de plantaciones dendroenergéticas de corta rotación, y sobre el potencial de Chile para la producción y exportación de combustibles renovables densificados (*pellets*). En combustibles gaseosos, se han centrado hasta ahora en estudios de factibilidad industrial en gasificadores de madera.

Instituto de Investigaciones Agropecuaria (INIA): se está estructurando una Plataforma Interna de Bioenergía, con profesionales desde la Región de Coquimbo a la Región de Aysén y una coordinación nacional que opera desde la Estación Quilamapu (Chillán, Región del Bío Bío). La plataforma interna se relaciona con otros actores en el tema y se encuentra preparando una serie de proyectos de investigación, la mayoría de ellos en alianzas con universidades, empresas nacionales y extranjeras, otras instituciones públicas y organismos internacionales. INIA ha determinado que podría concentrar su accionar a través de cuatro áreas de trabajo: mejoramiento genético; introducción de especies y variedades de más alto rendimiento en biocombustibles; manejo de cultivos y de animales (nabo forrajero en Aysén), y uso de herramientas biotecnológicas.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG): a través del Departamento de Semillas, el Servicio ha establecido las resoluciones y decretos caso a caso para la importación de semillas y material reproductivo de especies introducidas como la *Jatropha curcas*. También participa como contraparte técnica en pruebas de laboratorio en el marco del acuerdo de cooperación suscrito entre la Comisión Nacional de Energía y Petrobras, de Brasil, para el desarrollo de un plan piloto de «Uso de bioetanol en Chile». Este programa analizará la cadena de valor de la importación, distribución y comercialización de bioetanol en Chile.

LEYES Y NORMATIVAS

En conjunto con la institucionalidad, se han elaborado normativas que permiten dar algunas señales claras al sector privado interesado en la producción de biocombustibles en el país.

El Decreto N° 1.442, del Ministerio de Hacienda: «*Modifica Arancel Aduanero Nacional*» (D.O. 05.04.2008), del Servicio Nacional de Aduanas, introduce nueve nuevos códigos arancelarios para biodiésel proveniente de especies oleaginosas como colza, soya, girasol, ricino, palma; de grasas y aceites animales; de mezclas de aceites vegetales y animales, y sintéticos de biomasa, en la Partida 38.24.

La Circular N° 30 del Servicio de Impuestos Internos (SII), del 16 de mayo de 2007: «Instruye sobre tratamiento tributario de los biocombustibles denominados biodiésel y bioetanol», considera que los biocombustibles tendrán el siguiente tratamiento tributario:

- * Biodiésel y bioetanol quedan afectos al Impuesto al Valor Agregado.
- * No es aplicable a biodiésel y bioetanol el impuesto especial a la primera venta o importación de las gasolinas automotrices y del petróleo diésel, establecido en el artículo 6° de la Ley N° 18.502, de 1986.
- * No son aplicables a biodiésel y bioetanol los impuestos establecidos en la Ley N° 19.030, de 15/01/1991, que creó el Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo, y en la Ley N° 20.063, de 29/09/2005, cuya vigencia fue prorrogada por la Ley N° 20.115 de 01/07/2006, que creó el Fondo de Estabilización de Precios de Combustibles.
- * Se descarta la aplicación del impuesto establecido en el artículo 42° del D.L N° 825, de 1974, aplicable a las bebidas alcohólicas, analcohólicas y productos similares, a la producción, importación o comercialización de los biocombustibles.
- * Se establece el tratamiento tributario de los biocombustibles cuando son adicionales a productos gravados con impuestos específicos. El combustible resultante se encontrará gravado con los impuestos específicos que se aplican a los combustibles derivados del petróleo (gasolinas para automotores y petróleo diésel) sólo en aquel porcentaje que efectivamente constituya uno de estos combustibles, quedando la proporción correspondiente a biocombustible sin ser afectada por estos gravámenes, sin perjuicio del Impuesto al Valor Agregado que corresponda.

La Ley N° 20.257 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción: «*Introduce modificaciones a la ley general de servicios eléctricos respecto de la generación de energía eléctrica con fuentes de energías renovables no convencionales*» (D.O. 01.04.2008), establece que, a partir de 2010, los nuevos contratos de suministro deben asegurar un 5% de energía proveniente de ERNC. Este porcentaje deberá aumentar en un 0,5% anual a partir de 2015, para llegar a un 10% en 2024. Se estima que esta disposición significará la incorporación de unos 1.600 MW de potencia adicional con ERNC en los próximos dieciséis años.

El Decreto N° 11 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 biodiésel*» (D.O. 09.05.2008), regula el marco aplicable a los nuevos combustibles líquidos de origen biológico para permitir la producción y comercialización de biocombustibles en el país. Este decreto precisa lo siguiente:

- * establece valores a parámetros técnicos para bioetanol y biodiésel para los productos nacionales e importados;
- * el bioetanol sólo podrá mezclarse con gasolina para automotores en dos proporciones predefinidas: en 2% o en 5% del volumen resultante de la mezcla;
- * el biodiésel sólo podrá mezclarse con petróleo diesel en dos proporciones: en 2% o en 5% del volumen resultante de la mezcla;
- * el producto mezclado debe cumplir con la calidad exigida en las respectivas especificaciones de los combustibles fósiles que han sido objeto de mezcla;
- * las personas naturales y jurídicas que realicen producción, importación, transporte, almacenamiento, distribución, mezcla y comercialización de biocombustibles y sus instalaciones, deberán inscribirse en un registro de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).
- * el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción y la SEC son las instituciones encargadas de hacer cumplir este decreto en Chile.

La Ley N° 20.283, de *Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal* (30.07.2008), tiene como objetivo proteger los recursos forestales originarios del país y promover el desarrollo social y económico de las comunidades rurales. En este sentido se relaciona muy estrechamente con la utilización de biomasa forestal para la generación de biocombustibles de primera y de segunda generación.

La Corporación Nacional Forestal es la encargada de administrar esta normativa. En un plazo de sesenta días después de la publicación de la ley debería constituirse el Consejo Consultivo del Bosque Nativo, asesor del Ministro de Agricultura, formado por personas representativas de distintos ámbitos públicos y privados relacionados con el sector forestal. La Ley resguardará el patrimonio forestal del país a través de la entrega de bonificaciones para actividades sustentables en el bosque, que se asignarán bajo dos tipos de concursos: para pequeños y para medianos y grandes propietarios. Es posible acceder a estas bonificaciones postulando con un plan de manejo de actividades madereras (hasta 10 UTM por hectárea), no madereras y de preservación (hasta 5 UTM por hectárea).

DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA

La difusión tecnológica y la transferencia de conocimientos han sido constantes en los últimos años. Desde 2006 han sido innumerables los seminarios, talleres y charlas que se han desarrollado en el país en torno a la bioenergía. Universidades, ministerios y cámaras de comercio de Chile con diversos países, han realizado giras técnicas al exterior, traído expertos y dictado cursos específicos, etc.

Odepa, en conjunto con la FAO, la CNE y el Colegio de Ingenieros Agrónomos, ha realizado el seminario internacional «Agroenergía y Biocombustibles» (2006); tres seminarios nacionales «Política Nacional de Bioenergía 2006»; cinco seminarios de difusión y análisis del documento «Contribución de la Política Agraria al Desarrollo de los Biocombustibles en Chile» (2007). A su vez se han realizado seminarios de difusión de los resultados de los estudios contratados por el sector público dirigidos a los Comités Público-Privado e Intraministerial.

La Universidad de Chile, en conjunto con Conicyt, realizó en marzo de 2008 un taller de trabajo «Procesos de tratamiento óptimos de lignocelulosa para la producción de bioetanol», que contó con la participación de expertos nacionales y de las universidades Abo Akademi y Joensuu, de Finlandia.

El Primer Seminario Internacional *Jatropha* Chile 2008, que convocó en Santiago a representantes de los ámbitos productivo, industrial y académico, a fines de junio, fue una oportunidad de intercambio de información relevante en torno a la posibilidad de introducir nuevas especies en los países de América Latina y el Caribe. En numerosas exposiciones fueron tratados los temas de normativas técnicas, regulaciones, ensayos de campo, aspectos productivos e industriales.

Algunas Secretarías Regionales Ministeriales de Agricultura han realizado talleres, seminarios o charlas con temas relativos a la bioenergía. A fines de julio se realizó en Chillán una charla «Biogás: una oportunidad de negocio energético para las cadenas agropecuarias», cuyo objetivo fue dar a conocer la tecnología que utiliza los residuos orgánicos como fuente de energía térmica y eléctrica y fertilizante como último residuo. Al menos ya existirían ocho proyectos para instalar biodigestores a base de residuos agrícolas. En fecha próxima se realizará en Copiapó un seminario de bioenergía, organizado por Odepa en conjunto con las secretarías ministeriales de Agricultura y Minería y coordinado por la Agencia de Desarrollo Regional Productivo de la Región de Atacama.

La Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Chile, bajo el Programa Domeyko, que integra a académicos de las Facultades de Ciencias Forestales, Ciencias Agronómicas, Ciencias Físicas y Matemáticas y Derecho, está dictando el Primer Diplomado de Postítulo en Bioenergía en el país.

Infor, en el marco de la creación de valor forestal para Chile, realizó en 2007 un ciclo de seis seminarios. A fines de agosto de este año, se inicia el Ciclo de Foros Forestales de Infor 2008, donde el Subsecretario de Agricultura expondrá el tema «Crisis alimentaria y energética: una oportunidad para nuestros bosques».

INSTRUMENTOS DE FOMENTO

La Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), agencia chilena de desarrollo económico, mantiene desde el año 2005 un Programa de Atracción y Promoción de Inversiones en ERNC. Se han realizado tres concursos de cofinanciamiento de proyectos, en los años 2005, 2006 y 2007. Estas iniciativas han permitido levantar una cartera de más de 100 proyectos, con recursos públicos por sobre 4,6 millones de dólares. Actualmente, éstos se encuentran en distintas fases de desarrollo y se estima una inversión privada superior a los 1.500 millones de dólares.

Los Encuentros Internacionales de Inversión en Energías Renovables y Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), realizados en octubre de 2006 y noviembre de 2007, han permitido identificar financistas internacionales y consolidar alianzas conjuntas para la materialización de iniciativas. En este año se ha programado para fines de octubre la realización de un tercer encuentro, el

cual estará circunscrito en el marco de la Cumbre Mundial de Cambio Climático y Energía, que se extenderá entre el 28 y el 31 del mismo mes.

En lo relativo a incentivos a la inversión, Corfo ha desarrollado distintas líneas de apoyo para ERNC, entre las cuales se encuentran:

- * Nueva línea de crédito para ERNC: este instrumento de financiamiento se hace posible gracias al apoyo del gobierno alemán y permite disponer de préstamos con un máximo de US\$ 10 millones por proyecto.
- * Cofinanciamiento de estudios en etapa avanzada para preinversión de ERNC: Incluyendo por ejemplo ingeniería básica y de detalle, estudios de conexión eléctrica y EIA o DIA. El cofinanciamiento será de hasta un 50 % del costo total del estudio/asesoría, con un tope de hasta el 5 % de la inversión estimada y sin sobrepasar en ningún caso los US\$ 160.000 de cofinanciamiento por proyecto evaluado. El proponente debe presentar evidencia para garantizar propiedad del recurso energético. Este instrumento no aplica para mediciones del recurso disponible o estudios de prefactibilidad.

Corfo, también, a través de InnovaChile, hizo un llamado a concurso para una convocatoria nacional de «Consortios Tecnológicos Empresariales de Investigación en Biocombustibles a partir de Material Lignocelulósico 2008». A la fecha de elaboración de este artículo, aún no se había resuelto la asignación entre los dos postulantes.

PERSPECTIVAS

El uso de ERNC en el país distingue a lo menos tres situaciones: la combustión directa de biomasa para generar vapor, calor y electricidad; la fermentación de residuos agrícolas y agroindustriales para generar gas y electricidad, y la utilización de biomasa lignocelulósica y de aceites y grasas vegetales y animales para generar biocombustibles líquidos, bioetanol y biodiésel, de primera y de segunda generación.

Respecto de las dos primeras alternativas, ha sido el sector privado, en algunas ocasiones con apoyo de instrumentos de fomento del Estado, quien ha desarrollado la búsqueda de soluciones a sus problemas de suministro energético y de tecnología y la implementación de ellas en distintas regiones del país.

Se han efectuado varios estudios que dimensionan la biomasa disponible y las posibilidades de generar, por ejemplo, energía eléctrica. Uno de ellos: «Identificación y clasificación de los distintos tipos de biomasa disponibles en Chile para la generación de biogás», elaborado por la CNE y la GTZ en 2007, determinó un potencial conservador de 400 MW de capacidad instalable para generación eléctrica a partir de biomasa (cerca del 3,5% de la capacidad actual del país). Unos 150 MW corresponderían a la producción de metano, a través de biodigestores para el aprovechamiento de riles, lodos y purines de la industria pecuaria y de vertederos con captación de biogás.

Recientemente fue contratado por la CNE, Área de Hidrocarburos, un nuevo estudio denominado «Potencial de biomasa para generación de combustibles alternativos», que está siendo elaborado por Fundación Chile.

En cuanto al desarrollo de los biocombustibles líquidos, se cuenta con una circular del Servicio de Impuestos Internos para biocombustibles líquidos y las normas técnicas de bioetanol y biodiésel (permitirían las mezclas de 2 y 5% de biocombustibles líquidos con combustibles fósiles, lo que significaría entre 65.000 y 162.000 m³ de bioetanol y 97.000 a 242.000 m³ de biodiésel). No existe una ley específica para éstos y, a diferencia de otros países, se ha adoptado, por el momento, la decisión de un consumo voluntario de biocombustibles líquidos. Su incorporación a la matriz energética supone a lo menos cuatro alternativas: importar toda la demanda estimada; importar y producir en el país; producir todo en Chile, o eventualmente constituirse en proveedores al mercado internacional.

Nuestro país tiene una importante superficie forestal, bosque nativo y plantaciones forestales, cuya explotación racional significa una abundante cantidad de residuos. En la actualidad numerosas empresas forestales producen vapor, gas o electricidad a partir de la utilización de los residuos de sus plantaciones, para sus propios usos y conexiones a la red eléctrica nacional. La utilización de estos residuos forestales y derivados de la industria maderera son una oportunidad para generar biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos y los llamados biocombustibles de segunda generación, con procesos industriales más específicos y aún no disponibles, pero que sí cuentan con una investigación creciente.

En el marco de un convenio entre la Cepal y la CNE, se realizó en marzo de 2008 el Taller de Planificación para una Política de Biocombustibles de Chile, con la participación de Odepa, el sector público y algunos investigadores. Durante 2008 el país debería contar con una Política Nacional de Biocombustibles, que de acuerdo con nuestra realidad incluya la institucionalidad y la normativa necesarias para el desarrollo de esta nueva industria en el país. La Comisión Nacional de Energía está trabajando en este sentido, con el concurso de diversos ministerios, entre ellos el Ministerio de Agricultura. En el III Seminario Latinoamericano y del Caribe de Biocombustibles (Olade), se señaló al respecto la importancia de que los países que tienen voluntad de promover los biocombustibles adopten políticas de Estado que garanticen su aplicación en el largo plazo.

Es importante señalar que nuestra realidad nos hace buscar un equilibrio entre relevar las mejores oportunidades de desarrollo en la producción de alimentos y productos primarios e industriales de excelente calidad, tanto para el mercado interno como para exportar, y al mismo tiempo potenciar las variadas condiciones de suelo y clima que posibilitan la adaptación de especies que pueden ser utilizadas para la producción de biomasa susceptible de transformarse en energía. Así es posible que algunas regiones puedan resolver algunas necesidades energéticas particulares sobre la base de las fuentes de biomasa diagnosticadas en cada una de ellas.

El tema de la bioenergía y los biocombustibles está estrechamente ligado a otros como el medio ambiente y el cambio climático. En este contexto, la producción de biocombustibles de primera y segunda generación y la reducción del uso de combustibles fósiles, por una parte, disminuye las emisiones de CO₂ y, por otra, permite que Chile acceda al mercado de los bonos de carbono, estrechamente ligado al proceso de cambio climático que se observa a nivel mundial.

Además de significar nuevos negocios y proyectos, la utilización de esta biomasa disponible reduciría la contaminación de suelos y aguas superficiales y freáticas y permitiría al país dar un valor agregado a la producción agrícola, al reducir gases con efecto invernadero (GEI) y cumplir en el futuro con las metas de reducción fijadas por el Protocolo de Kyoto.

Recientemente fue anunciado que, después de tres años de trabajo, Fundación Chile y BioCarbon Fund, del Banco Mundial, firmaron un precontrato para la comercialización de créditos de carbono por 400 mil toneladas de CO₂ al 2013, más una primera opción por otras 200 mil toneladas adicionales en el mismo período. Aunque es un porcentaje pequeño dentro del mercado de carbono (no más de 1%), el desarrollo del proyecto puede servir de ejemplo a otros pequeños y medianos empresarios forestales en Chile.

La deforestación y la degradación del suelo son la segunda causa mundial del cambio climático, responsable de cerca del 20% de las emisiones globales de GEI. El BioCarbon Fund comenzó a operar en 2004, con el objetivo de desarrollar el área forestal en el mercado de carbono y servir de experiencia piloto en el desarrollo de metodologías para el secuestro de carbono.

El Ministerio de Agricultura está desarrollando una serie de acciones orientadas a promover la captura de carbono y a reducir las emisiones de GEI que genera el sector silvoagropecuario, con el propósito de ser un sector productivo carbono neutral. Para tales efectos, cuenta con una serie de instrumentos de fomento (por ejemplo, el DL 701 y la Ley de Bosque Nativo), los que se complementan con estudios para determinar formas efectivas dentro de un costo razonable de reducir la «huella de carbono» de las actividades productivas.

Finalmente, es necesario reiterar lo señalado con anterioridad respecto de la importancia de:

- * Conciliar las proyecciones de crecimiento frente a la provisión de fuentes energéticas.
- * Una adecuada evaluación técnica, económica, social y ambiental de la producción de bioenergía de los proyectos.
- * Dar solución al desafío para la producción agrícola que significa permitir el desarrollo del sector silvoagropecuario, sobre la base de su propia energía, para obtener la seguridad alimentaria, al mismo tiempo que la producción de biocombustibles.
- * El rol del Ministerio de Agricultura, que puede contribuir activamente al desarrollo de una industria emergente de biocombustibles, con un enfoque de desarrollo territorial e inclusividad social.
- * Considerar las externalidades positivas ambientales de reducción de GEI por el reemplazo de combustibles fósiles por biocombustibles.
- * Tener presente la necesidad de una institucionalidad moderna, ejecutiva, coordinadora y con visión de un proyecto a largo plazo de beneficio para el país.
- * La evaluación de instrumentos de fomento a largo plazo, con miras al desarrollo territorial y a la incorporación de pequeños y medianos productores agrícolas.
- * El marco de seguridad jurídica para un desarrollo productivo articulado.
- * La necesidad de contar con profesionales y técnicos especializados en la producción de bioenergía.

Al menos para Chile, que, tomando en consideración las múltiples realidades regionales, ha emprendido ya la producción de biogás, electricidad y biodiésel, parecería tener sentido que en el largo plazo se reemplace un porcentaje de la energía originada en combustibles fósiles por aquella producida a partir de la biomasa disponible en el país.