

PROGRAMA DE CAPTURA Y DIFUSIÓN TECNOLÓGICA

INFORME TÉCNICO Y DIFUSIÓN

MESA REDONDA SOBRE BIOENERGÍA. 56 CONGRESO AGRONÓMICO

FIA-CD-V-2005-1- A - 120

Edmundo Acevedo H.

UNIVERSIDAD DE CHILE

AÑO 2005-2006

INFORME TÉCNICO

Fecha de entrega del Informe

31 de Marzo de 2006

Nombre del coordinador de la ejecución

Edmundo Acevedo Hinojosa

Firma del Coordinador de la Ejecución



1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA PROPUESTA

Nombre de la propuesta

Mesa Redonda sobre Bioenergía. 56 Congreso Agronómico

Código

FIA-CD-V-2005-1- A - 120

Entidad responsable

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas

Coordinador(a)

Edmundo Acevedo Hinojosa

Tipo de Iniciativa(s)

Evento

☒

Consultor

☒

Documento

☒

Fecha de realización (inicio y término)

INICIO 10 / 10 / 2005. TÉRMINO 31 / 03 / 2006 (30 / 06 / 2006)

2. RESUMEN DE LA PROPUESTA

Esta propuesta comprendió la preparación de una MESA REDONDA sobre BIOENERGÍA, UNA ALTERNATIVA PARA EL FUTURO y la edición de un libro sobre BIOENERGÍA de la Serie Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

La Mesa Redonda se realizó en el marco del 56 Congreso Agronómico entre el 11 y 14 de Octubre de 2005, realizado en Chillán y organizado por la Sociedad Agronómica de Chile e INIA Quilamapu. La Mesa Redonda tuvo lugar el 12 de Octubre de 2005 entre 16:30 y 19:00 h y fue presidida por el Dr. Manuel Pinto (Universidad de Chile). Contó con 5 presentaciones, incluyendo un visión global dada por Juan Izquierdo, en representación de FAO; Biomasa y Energía en Chile por un representante de la Comisión Nacional de Energía del Ministerio de Economía; Perspectivas de la Industria Agroenergética, presentada por el CONSULTOR brasileño Sr. Luiz Carlos Correa; Bioetanol. Una Alternativa Energética, presentada por Jaime Baeza del Centro de Biotecnología, Laboratorio de Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Concepción; y Etanol. Futuro Agrícola, presentada por el Sr. Jaime Jullian, en representación de agricultores productores de maíz de la VI Región.

El libro "Agro energía. Una alternativa para Chile" está en proceso de edición por parte de Edmundo Acevedo, disponiéndose de los siguientes capítulos:

- Introducción. Edmundo Acevedo. Universidad de Chile.
- Perspectivas de la Industria Agroenergética. Luiz Carlos Corrêa Carvalho. Usina Alto Alegre / Canaplan.
- Bioquímica de la Producción de Biocombustibles. Manuel Pinto. Universidad de Chile.
- Transformación de la Biomasa en Energía. Misael Gutierrez. Universidad de Chile.
- Producción de Etanol. Francisco Armijo. Agricultor
- Balance Energético del Etanol de Maíz. Patricio Caviare. Consultor. Colegio Ingenieros Agrónomos.
- Cultivos Bioenergéticos. Manuel Pinto y Edmundo Acevedo.
- Plantaciones bioenergéticas. Patricio Corvalán y Manuel Rodríguez. Universidad de Chile.
- Alternativas para la Producción de Bioenergía en las Zonas Áridas y Semiáridas de Chile. Nicolás Franck
- Necesidad de cambio en motores a biocombustible. Dr. Ian Homer. Universidad de Chile.
- Generación y Almacenamiento de Hidrógeno. Fuentes Alternativas y Potencial. Antonio Valdés. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología.
- Consideraciones económicas en el uso de la biomasa como fuente de energía. Manuel Rodríguez y Patricio Corvalán. Universidad de Chile.
- Conclusiones y Recomendaciones. Edmundo Acevedo. Universidad de Chile.

CONSULTOR

El programa realizado con el consultor LUIZ CARLOS CORREA CARVALHO fue el siguiente:

Lunes Octubre 10

11:05	Llegada Santiago LH 526 – Transporte Departamento U. de Chile	E. Acevedo
20:00	Cena con E. Acevedo	

Martes Octubre 11

8:30	Salida Santiago- Rancagua.	E. Acevedo
10:00-11:00	Reunión ejecutivos COAGRA. Sn Fco de Mostazal.	
11:00-16:00	Rancagua –Chillán. Visita autoridades INIA	
18:30-20:30	Inauguración Congreso Agronómico.	

Miércoles Octubre 12

9:00- 13:00	Reuniones Agricultores y empresarios	E. Acevedo
16:30-19:00	Mesa Redonda Bioenergía	E. Acevedo
M. Pinto		
19:30-21:00	Wine tasting.	

Jueves Octubre 13

7:00- 11:00	Chillán –Santiago	P.- Sáva
13:10	Santiago San Paulo LH 527	

Dirección en Santiago: Avenida Nueva Costanera 3840 Dpto. 31. Teléfono (56-2) 2703175.

web 56 Congreso Agronómico: www.inia.cl/congresoagronomico

Dirección Edmundo Acevedo: Carlos Antúnez 2819 Departamento 1004 Providencia. Teléfono (56-2) 4746231. Celular: 082300294.

COAGRA es una empresa de la VI Región que atiende a más de mil agricultores proporcionándoles servicios y gestión. El Dr. Correa se reunió con los siguientes ejecutivos de esta empresa: Horacio Hevia Ugarte, Gerente Plantas; Gabriel Infante Arnoldo, Gerente Fertilizantes; José Antonio Rodríguez Budge, Gerente Gestión; Marco Alvarez Lemaitre, Sub-Gerente Operaciones; José Antonio Rodríguez, Gerente Comercial. El tópico central fue el análisis de las perspectivas de la industria agroenergética concitando gran atención y expectativas por todos los asistentes. Los contactos quedaron establecidos y Luiz Carlos Correa ofreció los servicios de la Consultora CANAPLAN (Brasil) para futuras iniciativas en la materia.

El Miércoles 12 en la mañana el Consultor mantuvo reuniones con investigadores de diferentes partes del país que asistían al 56 Congreso Agronómico, particularmente con las autoridades de INIA Quilamapu. Además mantuvo reuniones con representantes de productores de maíz.



Reunión del Consultor con productores de maíz y gerente de COAGRA.

EVENTO

La Mesa Redonda, Bioenergía, una Alternativa para el Futuro fue abierta al público y tuvo gran afluencia de técnicos del agro, agricultores, periodistas y público en general, congregándose alrededor de 150 asistentes. El evento tuvo gran cobertura en la prensa local.



Las cinco charlas presentadas en la Mesa Redonda -se anexan a este documento.

DOCUMENTO TÉCNICO

El libro, "Bioenergía. Una alternativa para Chile" está en proceso de edición. No se ha terminado por cuanto hubo retraso en la entrega de los manuscritos por parte de los autores, los que al fin se tienen. El material debe terminarse de editar por el Coordinador de esta propuesta, luego debe pasar a un Comité Editor ad-hoc de la Serie Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile para finalmente completar la edición gráfica y mandarlo a imprenta. Se estima que este proceso demorará tres meses a partir de ahora, es decir, el libro estaría disponible el 30 de junio. Se anexan en un CD los manuscritos en proceso de edición de los capítulos enumerados anteriormente.

3. ALCANCES Y LOGROS DE LA PROPUESTA GLOBAL

Problema a resolver, justificación y objetivos planteado inicialmente en la propuesta

Objetivos alcanzados tras la realización de la propuesta

Todos los objetivos propuestos se han alcanzado con creces.

1.-El Dr. Correa se reunió con ejecutivos de COAGRA. El tópico central fue el análisis de las perspectivas de la industria agroenergética concitando gran atención y expectativas por todos los asistentes. Los contactos quedaron establecidos y Luiz Carlos Correa ofreció los servicios de la Consultora CANAPLAN (Brasil) para futuras iniciativas en la materia.

2.-Agricultores de la Región de BIO-BIO, estimulados por el capítulo de Nuble del Colegio de Ingenieros Agrónomos que preside Boris Solar ya están en etapas avanzadas del desarrollo del proyecto de una planta para producción de Biocombustibles con capitales de empresas extranjeras.

3.-La Sociedad Agronómica de Chile tuvo conversaciones con representantes de ENAP y Agricultores, las que estimularon un acuerdo ENAP-IANSA para el desarrollo de Bioenergía.

4.-La Universidad de Chile constituyó un Grupo Técnico para el estudio de la Bioenergía cuya primera actividad ha sido la escritura de los capítulos del libro Bioenergía, Una alternativa para Chile. El documento final ha sufrido un retraso por las razones expuestas anteriormente, pero se dispone de todo el material básico que está en proceso de edición. El documento final estará disponible en un plazo de tres meses.

Resultados e impactos esperados inicialmente en la propuesta

1.-Con la visita del consultor, sus reuniones con agricultores y empresarios; la Mesa Redonda y el libro Bioenergía, Una alternativa para Chile, se espera dar un paso importante en el desarrollo del Plan Nacional de Bioenergía, que será oportunamente puesto a disposición de los Ministerios de Economía (CNE) y Agricultura para su implementación.

2.-Se esperaba así mismo, sensibilizar a industriales y agricultores en la producción de bioenergía y con ello contribuir a aliviar el problema de combustibles líquidos que vive el país.

3.-Revitalizar algunos cultivos anuales como raps, maíz, trigo y remolacha.

Resultados obtenidos.

Los agricultores productores de maíz están altamente sensibilizados e interesados en el desarrollo de las tecnologías revisadas en esta propuesta. La ENAP está en conversaciones con IANSA para producir Etanol combustible. La CNE ha empezado a estudiar este tópico (antes de esta propuesta su principal énfasis en uso de biomasa se centraba como combustible para generación eléctrica (ver presentación CNE en la Mesa Redonda).

Resultados adicionales

El Capítulo de Ñuble del Colegio de Ingenieros Agrónomos presidido por Boris Solar ha comenzado una campaña masiva para abordar el tema de la Agro energía como una gran oportunidad para el desarrollo de los cultivos anuales productores de almidón en Chile

Aplicabilidad

Estos conocimientos serán incorporados rápidamente en toda la zona de cultivos anuales de Chile en la medida que siga subiendo el precio del petróleo. Ver presentaciones de la Mesa Redonda y presentación "Bioenergía y Sustentabilidad. El Caso de un Círculo Virtuoso" del coordinador de esta propuesta (adjunta).

Detección de nuevas oportunidades y aspectos que quedan por abordar

Esta es una GRAN OPORTUNIDAD PARA LA AGRICULTURA CHILENA. Los vacíos son múltiples, en particular, el desarrollo de Plantas de transformación y el desarrollo de Consorcios Multiempresariales. Comienza en Chile el desarrollo de la Agro energía en el área de combustibles líquidos renovables.

EL RESTO DE ESTE INFORME SE ENTREGARÁ AL 30 DE JUNIO, JUNTO CON EL LIBRO BIOENERGÍA, UNA ALTERNATIVA PARA CHILE.

LISTADO CON DIRECCIONES AUTORES

M. Pinto

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Laboratorio de Bioquímica Vegetal, Sta. Rosa 11315, Santiago, Chile. E-mail: manpinto@uchile.cl

N. Franck

Centro de Estudios de Zonas Áridas (CEZA). Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. nfranck@uchile.cl

I. Homer

Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Ingeniería y Suelos. Universidad de Chile. ihomer@uchile.cl

A. Valdés

Centro para el Manejo de Programas y Proyectos del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente. La Habana, Cuba. avaldes@geprop.cu

M. Rodríguez .

Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo Forestal. Universidad de Chile. Santa Rosa 11315. Casilla 9206. Santiago. Chile. mrodrigu@uchile.cl

P. Corvalán

Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo Forestal. Universidad de Chile. Santa Rosa 11315. Casilla 9206. Santiago. Chile. pcorvala@uchile.cl

M. Gutiérrez

Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Tecnología de la Madera. Universidad de Chile. Santa Rosa 11315. Casilla 9206. Santiago m Gutierr@uchile.cl

P. Cavieres

Ingeniero Agrónomo. Consultor, Comisión de Bioenergía, Colegio de Ingenieros Agrónomos. patriciocaviereskorn@gmail.com

E. Acevedo

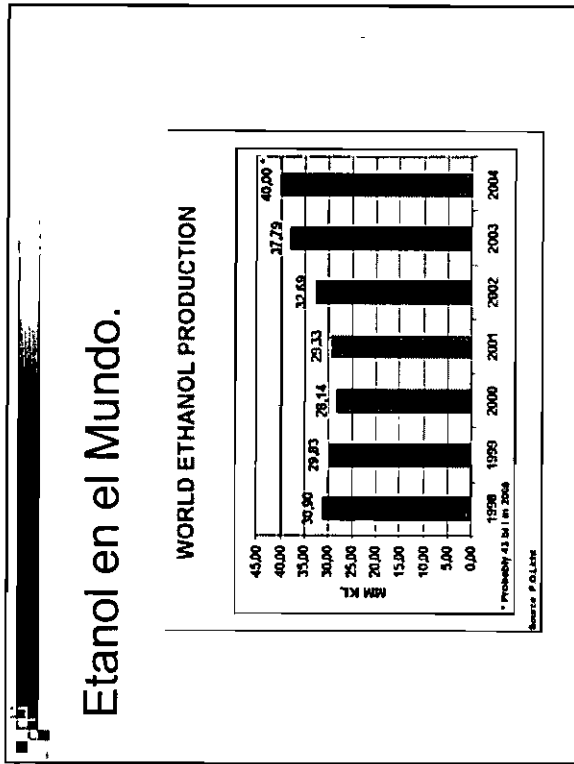
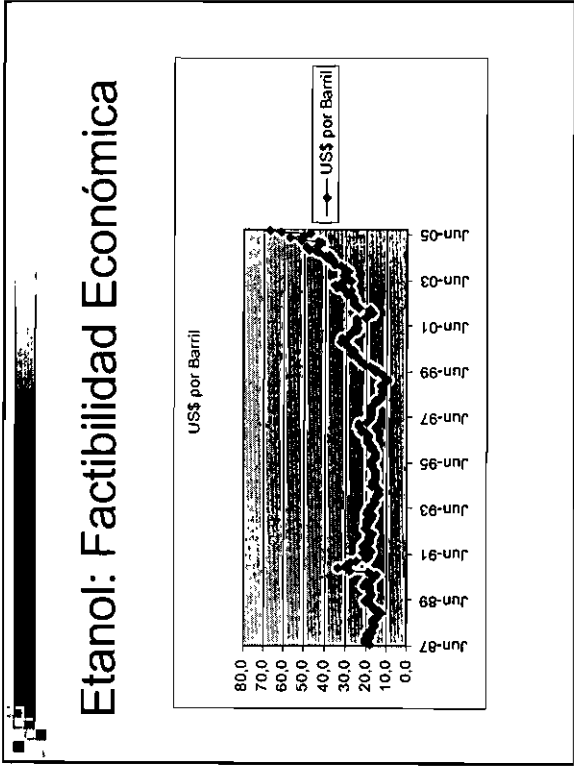
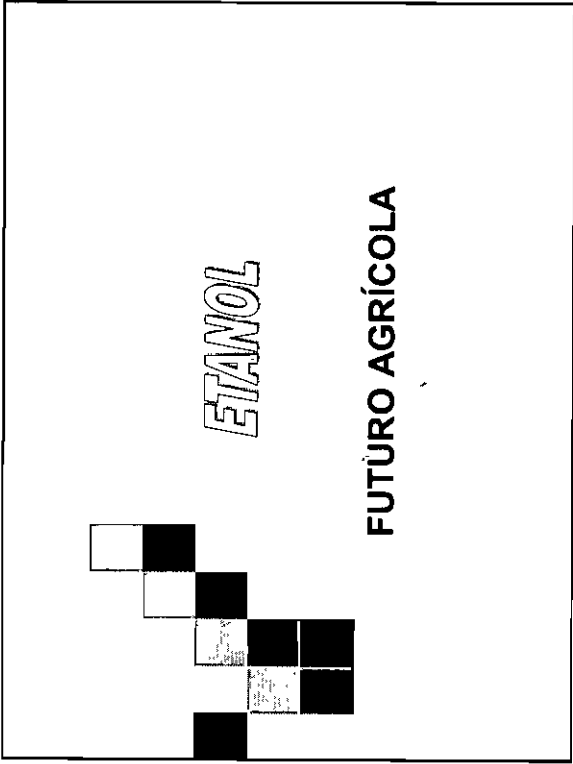
Laboratorio de Relación Suelo-Agua- Planta. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Casilla 1004. Santiago. Chile. eacevedo@uchile.cl

F. Armijo

Agricultor Productor de Maíz. Sexta Región, Chile. agrotar2@terra.cl

L.C. Corrêa Carvalho

Diretor da Canaplan Consultoria Técnica Ltda., Diretor da ABAG – Associação Brasileira de Agribusiness, Diretor do Grupo Alto Alegre Açúcar e Alcool, Diretor da Bioagencia – Comércio de Etanol, Presidente da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Açúcar e do Alcool – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil. caio@canaplan.com.br , luiz.carvalho@altoalegre.com.br



Etanol en Chile.

Costos de Producción:

Item	unidad	Costo \$	Total \$
-Materia prima, maíz;	2,5 kg/lt	75	188
-Proceso de producción; 40% de mat. Prima		75	75
-Valor Planta Elaboradora;		\$	263

Etanol en Chile.

■ Etanol Chile,

- - Costo de producción litro : \$ 263,00
- - Equivalente Dólar (US\$ 540) US\$ 0,48
- - Equivalente Barril Petróleo(159 lts) US\$ 77,43
- - Precio petróleo crudo puesto Golfo US\$ 66,00
- - Precio Flete a Chile US\$ 6,50
- - Costo refinería crudo a gasolina US\$ 25,10
- - Costo gasolina ex-refinería, barril US\$ 97,60

Etanol en Chile.

■ Comparativo con Gasolina 95

- - Precio a público, lt. \$ 605
- - Impuesto específico \$ 185
- - IVA \$ 67
- - Precio Refinería \$ 353
- - Costo producción Etanol \$ 263
- - Diferencia Gasolina 95- Etanol \$ 90

Etanol en Chile.

■ Uso Propuesto:

- Reemplazo de aditivo de gasolinas
- - Consumo anual de gasolina;
3.000.000 m3
- - Relación de uso por litro;
10%
- - Demanda como aditivo;
300.000 m3

Etanol en Chile.

■ Efecto en la Agricultura:

- - Quintales de producción demandada
7.500.000
- - Hectáreas de cultivo de maíz
62.500

Etanol en Chile.

Análisis Económico Productor de Maíz.			
- Rendimiento Hectárea	120 qq.		
- Precio quintal maíz	\$ 7.000		
- Venta maíz por Hectárea		\$	840.000
- Torta de maíz (30%) hectárea	3.600 kg		
- Precio kilo torta de maíz	\$ 70		
- Ingresos por venta torta maíz		\$	252.000
- Total ingresos hectárea de maíz		\$	1.092.000
- Costo producción hectárea maíz		\$	700.000
- Margen Productor		\$	392.000

Etanol en Chile.

En Cifras:	
- Sustitución de Importaciones Combustibles	US\$ 108.502.500
- Ingreso Productores por Maíz	US\$ 90.500.00
- Ingreso por Producción de Torta de Maíz	US\$ 27.000.000
- Ingreso por Producción de Etanol	US\$ 36.000.000
- Ingreso Fiscal por Iva	US\$ 30.300.000
- Ingreso Fiscal por Impuestos Específicos a Combustibles	US\$ 93.000.000

Etanol: Entorno Social.

- Da sustento a la agricultura tradicional
- Activa economías locales
- Genera empleos
- Mejora distribución de ingresos
- Reduce focos de pobreza rural

Etanol: Efecto en Cultivos.

Internacional	- sube precio azúcar
	- suben aceites finos
Nacional	- aumenta superficie de maíz
	- aumenta superficie de raps
	- aumenta superficie remolacha
	- ingresa cultivo de maravilla
	- suben precios de chacareria
	- sube demanda de cereales



Etanol: Posición Estratégica.

- - Reduce Dependencia del Petróleo
- - Disminuye Importaciones de Combustibles
- - Crea una Industria en base a Recursos Renovables
- - Aporta al Producto Interno
- - Mejora la Distribución de Ingresos
- - Permite Desarrollo Tecnologías Propias
- - Cumple Metas Nacionales Medioambientales
- - Genera Ingresos Fiscales

"La bioenergía: oportunidad única para la Agricultura"

Organización de las Naciones Unidas para la
Agricultura y la Alimentación
/FAO

BIOENERGÍA : VARIEDAD DE FUENTES, DE TECNOLOGÍAS Y DE CONSECUENCIAS CIENTÍFICAS Y SOCIALES

La bioenergía está relacionada con las personas, con los recursos y con los conocimientos.

Leña, bosques, agronomía, desarrollo y selección de nuevas especies, industria de alta tecnología, pobreza rural, tenencia de la tierra, biodiversidad, empleos rurales....

POTENCIAL BIOENERGETICO?

Esquema del uso futuro de los suelos

- Comercio
- Consumo de energía
- PIB
- Política Agrícola
- Productividad de la tierra
- Sistema agrícola, irrigación, pecuario, mecanización, fertilizantes
- Biotecnología
- Población

Marco de un Programa Internacional sobre BioEnergía

Pillar I Bioenergy Information System

Pillar II Mobilising Bioenergy

Task 1 Information

Task 2 Policy

Task 3 Sustainability

Task 4 Wood Energy

Task 5 Capacity



OBJETIVOS

- ☐ Promover desarrollo rural y seguridad alimentaria
- ☐ Integración de la bioenergía en los sectores forestal y agrícola
- ☐ Promoción del potencial bioenergético en el mercado de la energía
- ☐ Promoción de la bioenergía en la mitigación del cambio climático
- ☐ Promoción de una gestión sustentable de los recursos bioenergéticos
- ☐ Promoción de beneficios del comercio de energía hacia los productores rurales



SEGURIDAD ALIMENTARIA Y DESARROLLO RURAL

- ☐ Estimular el doble papel de la agricultura como utilizador y productor de energía
- ☐ Promover la creación de empleos y de infraestructura rural a través de la implementación de proyectos agro-energéticos



INTEGRACION DE LA AGRO-ENERGIA EN EL SECTOR AGRICOLA

- ☐ Desarrollar instrumentos y metodologías para una rápida evaluación del potencial agro-energético
- ☐ Integración de la problemática energética en las políticas agrícolas
- ☐ Diseminar información y desarrollar conocimientos
- ☐ Involucrar al agricultor en el proceso de decisión



PROMOVER EL POTENCIAL AGRO-ENERGETICO EN EL MERCADO ENERGETICO

- ☐ Integración de la agro-energía en las políticas y balance energéticos
- ☐ Promover un mercado más equilibrado entre las energías convencionales y renovables
- ☐ Reglamentar el mercado energético
- ☐ Estimular la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías



MITIGACION DEL CAMBIO CLIMATICO

- ☐ Promover la sustitución de combustibles fósiles
- ☐ Determinar el potencial de diferentes sistemas agro-energéticos para la reducción de gases de efecto invernadero
- ☐ Movilizar mecanismos disponibles (GEF) para el desarrollo tecnológico y el uso de la agro-energía
- ☐ Ofrecer asistencia para la implementación del Protocolo de Kyoto



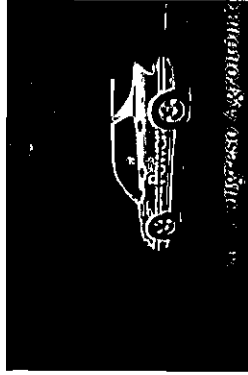
LIMITACIONES

- ☐ Conflictos en el uso de la tierra (producción de alimentos, materiales, paisaje)
- ☐ Impactos ambientales de grandes plantaciones (monoculturas)
- ☐ Baja eficiencia de conversión energética
- ☐ Costos elevados debido a distorsiones de mercado



<http://www.fao.org>

Bioetanol : Una Alternativa Energética



III Congreso Agronómico de Chile,
Septiembre de 2005



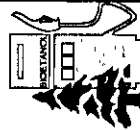
Acuerdo Conferencia Energías Renovables Bonn, Alemania 2004

❖ **“Las energías renovables combinadas con un aumento en la eficiencia energética será una de las más importante y más ampliamente disponible fuente de energía y ofrecerá una nueva oportunidad de cooperación entre los países”**



Biomass Research and Development Technical Advisory Comitee USA :

❖ En el futuro 30% del consumo mundial de petróleo habrá sido reemplazado por derivados de la biomasa



SenterNovem Feb 23, 2005

❖ **BELGIANS** :

The Belgians take the developments surrounding the introduction of biofuels very seriously, and the social 'force-field' is also increasing. The Minister for Agriculture (Yves Leterme, CD&V) is a well-known supporter of promoting the production of biofuels such as biodiesel and bioethanol.



Información 28 marzo 2005

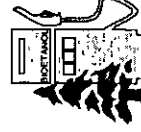
❖ On Wednesday, the alternative fuels industry opened the first E-85 pumping station inside the Washington, D.C., beltway.

The new E-85 pump is at the Fleet Management Administration (FMA) facility in the heart of Washington.



UNIÓN EUROPEA

❖ Future growth in demand will result from the EU long-term alternative fuels target of 20% substitution by 2020.



1897 Comenzó con el motor de combustión interna inventado por Nikolas Otto. (Rothman et al., 1983)

1908 Henry Ford predijo: "El combustible del futuro derivará de los productos agrícolas". Consistentemente con esta predicción, en 1908, el primer modelo Ford T, venía equipado de fábrica con un carburador de regulación manual, para dar al comprador del vehículo la posibilidad de usarlo con gasolina o alcohol.

1973 La OPEP cuadruplicó el precio de venta del petróleo. Esto provocó un profundo impacto sobre los países importadores del recurso y despertó el interés nuevamente en los procesos de producción de bioetanol por fermentación para ser adicionado a estas como suplemento oxigenado.



1975 Brasil comenzó el proyecto Proalcohol. Actualmente Brasil es el país líder en el uso y producción de bioetanol, el 48 % de sus autos operan con bioetanol puro. Desde 1980 el bioetanol ha sido considerado como la alternativa de combustibles para muchos países (Revista de Gestión Economía y Negocios Abril 2003.)

1981 El Incremento de los precios de combustibles, los proyectados agotamientos de los combustibles fósiles y en forma creciente, a factores de tipo ambiental ha acrecentado la necesidad de realizar investigación en la búsqueda de nuevos aditivos oxigenados que ayuden a la disminución de las emisiones gaseosas negativas (Nguyen y Goldstein, 1981).



1997 Estados Unidos alcanzó un consumo de 1.300 millones de galones de bioetanol como complemento de las gasolinas reformuladas con un 7 a 10 % de etanol. Se estima un consumo para el 2010 entre 10.000 y 11.000 millones de gal/año.

1997 La Unión Europea estableció una estrategia (Energy for the Future), indica que la energía obtenida de recursos renovables deberá ser 12 % de la energía total consumida.



1997 Protocolo de Kioto de Cambios Climaticos, los países deberán disminuir las emisiones netas de CO₂. Se espera que el bioetanol sea el aditivo mas promisorio en el futuro inmediato. (Ratificado por 141 países el 16 de febrero 2005)

¿Cuál es el principal objetivo del Protocolo de Kioto?

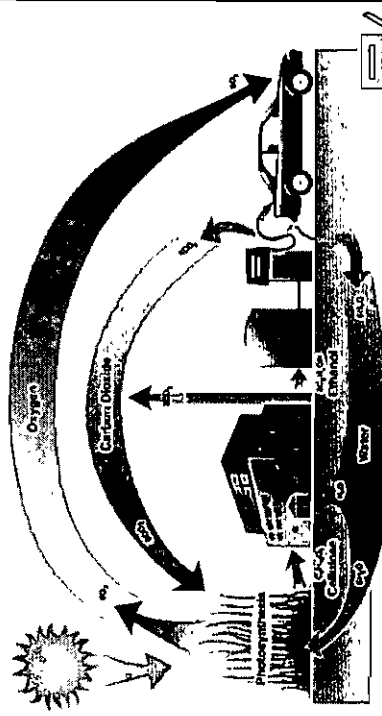
Disminuir entre los años 2008-2012 las emisiones agregadas a la atmósfera de seis gases. Estos acuerdos significarán una reducción del 5,2 % de las emisiones de 1990.

El protocolo indica 6 gases de efecto invernadero:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Oxido nitroso (N₂O)
- Metano (CH₄)
- Hidrofluorocarbano (HFC)
- Perfluorocarbano (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF₆)



Dióxido de carbono reciclado como bioetanol combustible



Se estima que al reemplazar 1 litro de gasolina por 1 litro de bioetanol se reduce la acumulación de CO₂ en la atmósfera en un 70 %



2005 Washington. El presidente de EEUU, George W. Bush, pidió más ahorro de energía en su país, China e India, y destacó que Estados Unidos necesita una estrategia "amplia" que reduzca su dependencia de petróleo extranjero. Recalcó la importancia de combustibles alternativos, como el hidrógeno, biodiesel y el bioetanol.



BIOCOMBUSTIBLES

- ✧ ETANOL (incluye ETBE)
- ✧ BIODIESEL
- ✧ BIOGAS



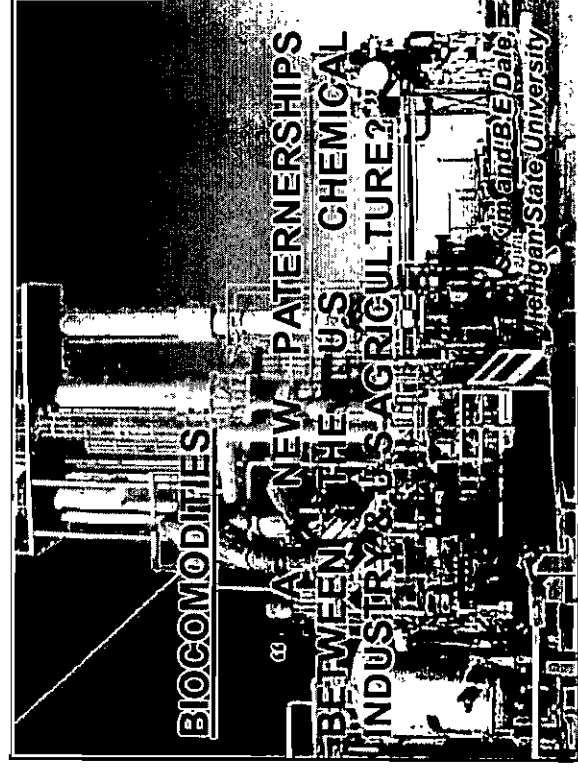
BENEFICIOS USO BIOCOMBUSTIBLES

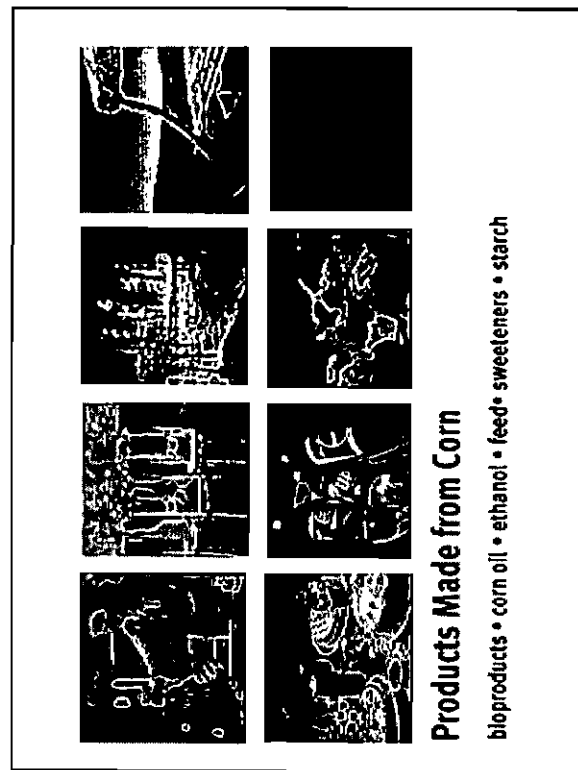
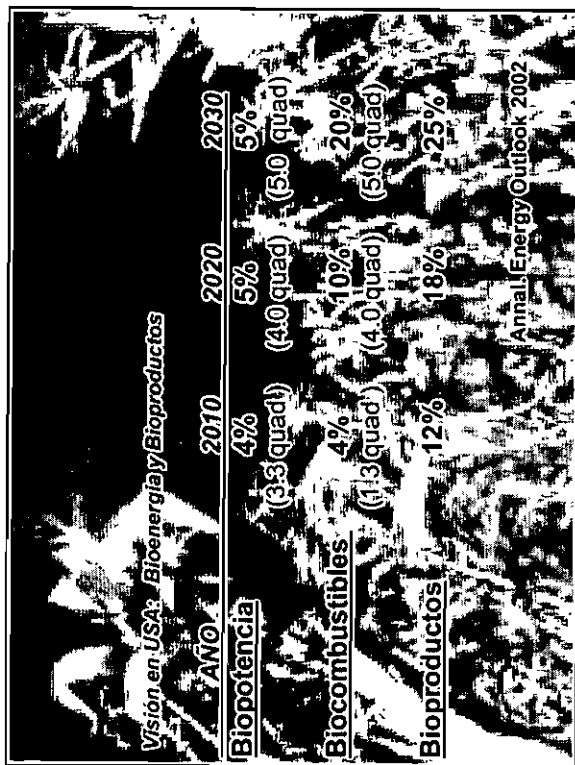
- ✧ AMBIENTALES
- ✧ SEGURIDAD ENERGETICA
- ✧ DESARROLLO ECONOMICO



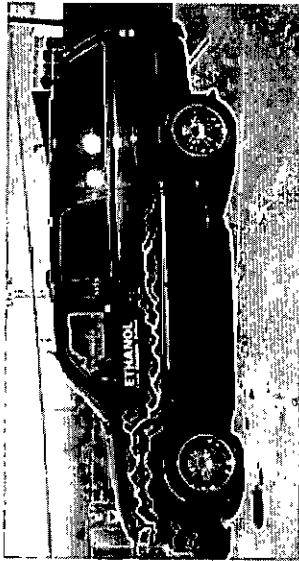
"En 2030 una Industria de Bioproductos y Bioenergía bien establecida y económicamente viable creará nuevas oportunidades económicas en el sector rural, protegerá y mejorará el ambiente, fortalecerá la independencia energética de USA, proveerá una seguridad económica, y mejorará la entrega de productos a los consumidores"

Annual Energy Outlook, USA 2002





E85
85% Ethanol



Jan-Ake Jonsson
Saab Automobile Managing Director

- ❖ "In the near-term, I am convinced that ethanol is a viable solution to our transport needs".
- ❖ It does not require the introduction of expensive new technology, cars can and are already using it, and it can be easily distributed within our existing supply infrastructure



Bioetanol

- ❖ Alcohol etílico o etanol, obtenido por fermentación de materias primas ricas en azúcares (remolacha, caña de azúcar, cereales, o madera) combinados en forma de sacarosa, almidón, hemicelulosa y celulosa.

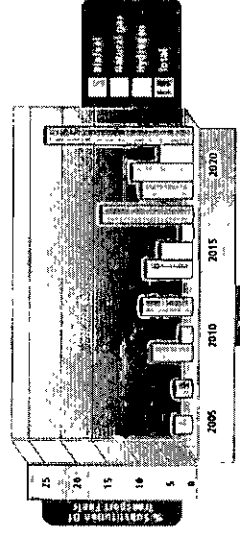


Aproximadamente el 91 % producción mundial es obtenido vía fermentación. Mientras que el 9 % de etanol es obtenido por vía sintética por hidratación del etileno.

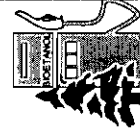


Escenario 2020

Escenario Optimístico en Unión Europea



Meta combustible alternativo de 20% año 2020



Producción De Etanol 2004		
Pais		Millones Galones
Brazil		3,989
United States		3,535
China		964
India		462
France		219
Russia		198
South Africa		110
United Kingdom		106
Saudi Arabia		79
Spain		79
Thailand		74
Germany		71
Ukraine		66
Canada		61
Poland		53
Indonesia		44
Argentina		42



ETANOL

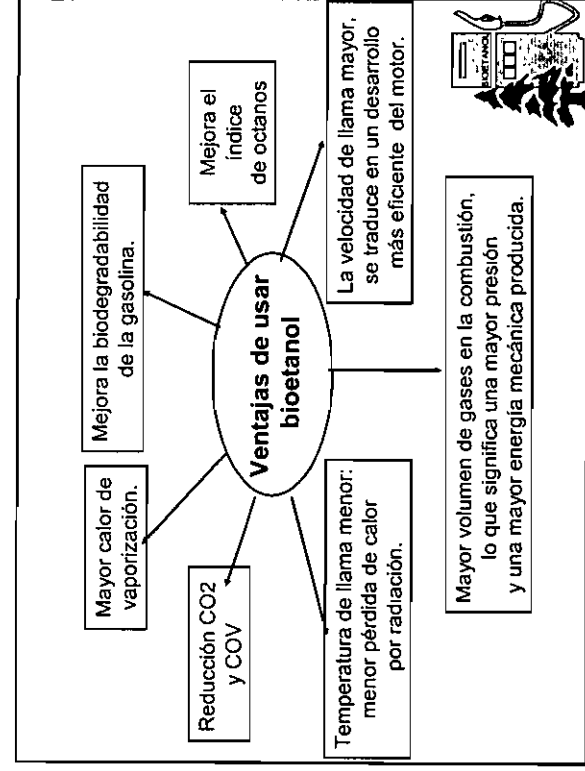
95% del consumo de biocombustibles

- ✧ E-5
- ✧ E-10
- ✧ E-85
- ✧ E-95

BIOETANOL

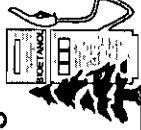
E85G : 85% etanol+ 15% gasolina

E15D : 15% etanol + 85% diesel

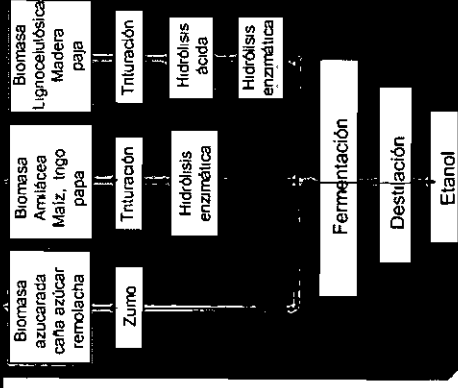


BIOETANOL

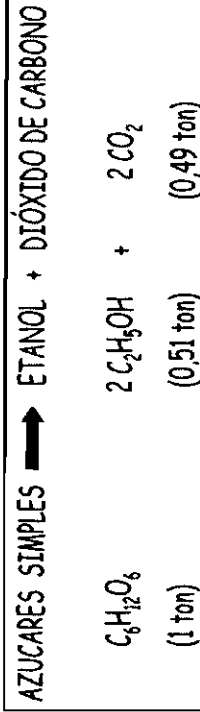
- * Maíz : 250 Galones/Acres
- * Betarraga : 100 Galones/Acres
- * Caña : 1200 Galones/Acres
- * Mandioca : 1500 Galones/Acres
- * Achicoria : 1500 Galones/Acres



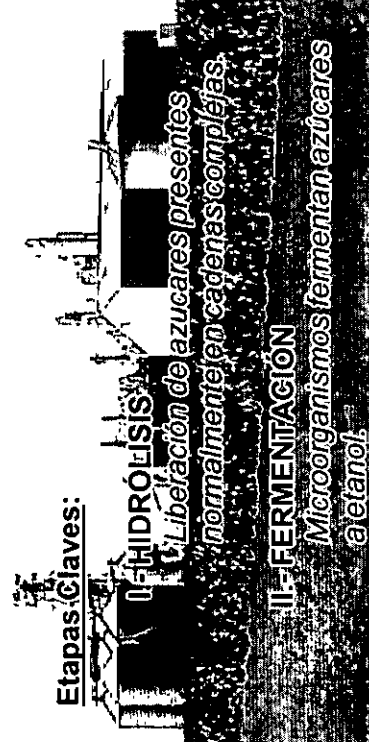
Materias primas para la obtención de bioetanol



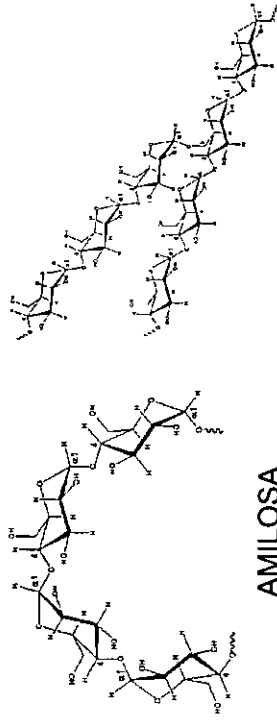
Fermentación de glucosa en bioetanol



TECNOLOGÍA DE CONVERSIÓN A BIOETANOL



ALMIDON



AMILOSA

AMILOPECTINA

Producción de Bioetanol a partir de Granos

Grano → Molienda → Licuificación/Sacarificación
→ Fermentación → Destil./Rectif. → Deshidratación

Licuificación: Almidón → Maltosa (α -amilasa)

Sacarificación: Maltosa → Glucosa (gluco-amilasa)

Fermentación: Glucosa → EtANOL (levadura)

Deshidratación: Molecular Sieve

Maiz

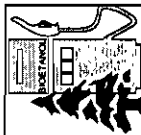
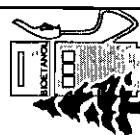
Composicion Quimica

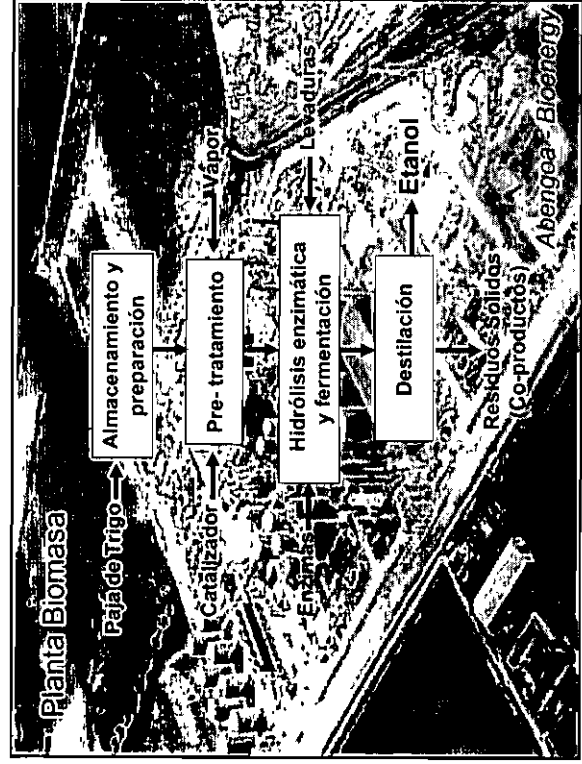
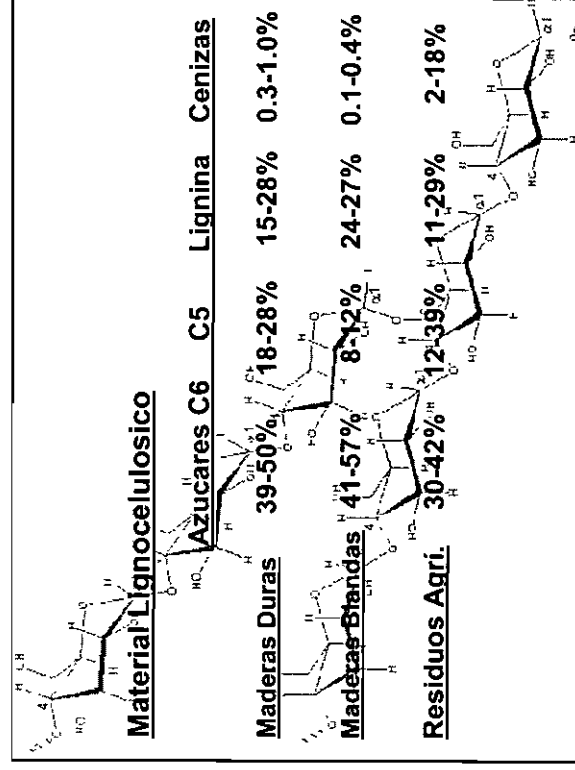
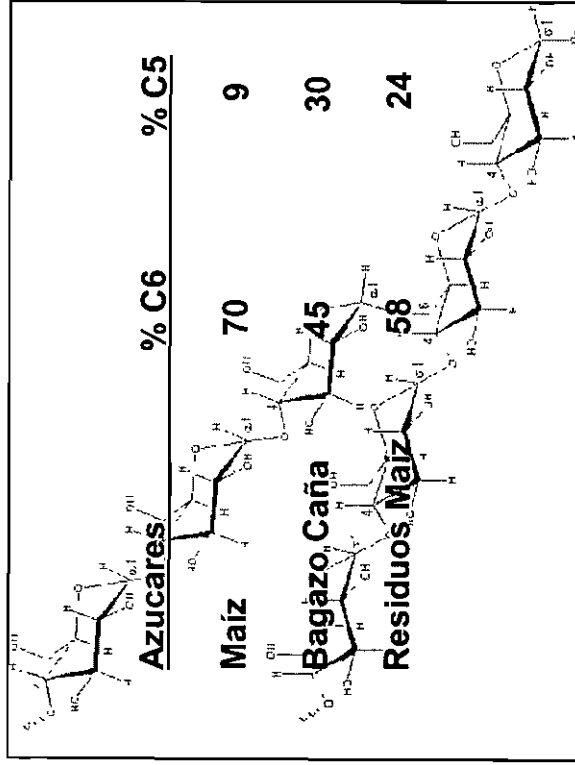
Almidon	72.0 %
Celulosa/hemicelulosa	10.5
Proteina	9.5
Aceite	4.5
Azucres	2.0
Ceniza	1.5

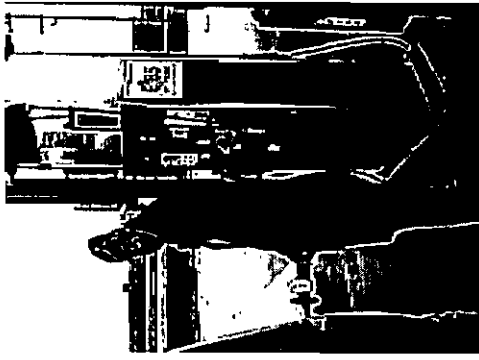
Residuos Maiz

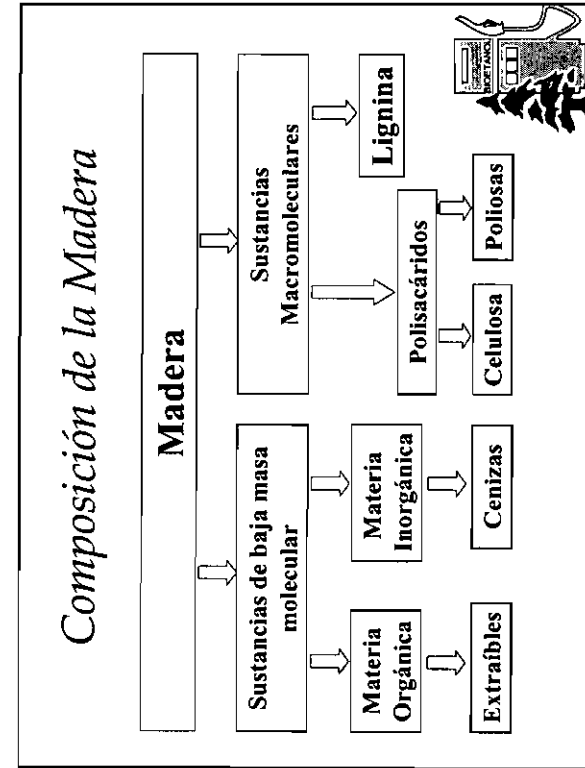
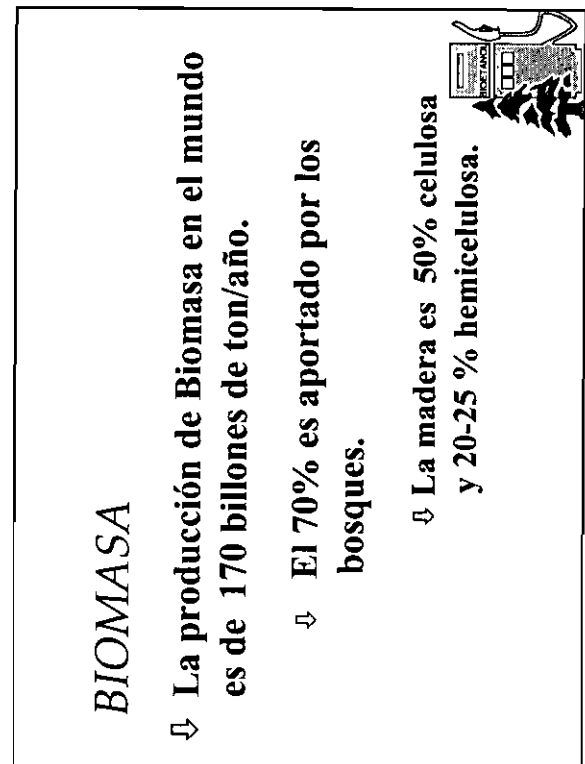
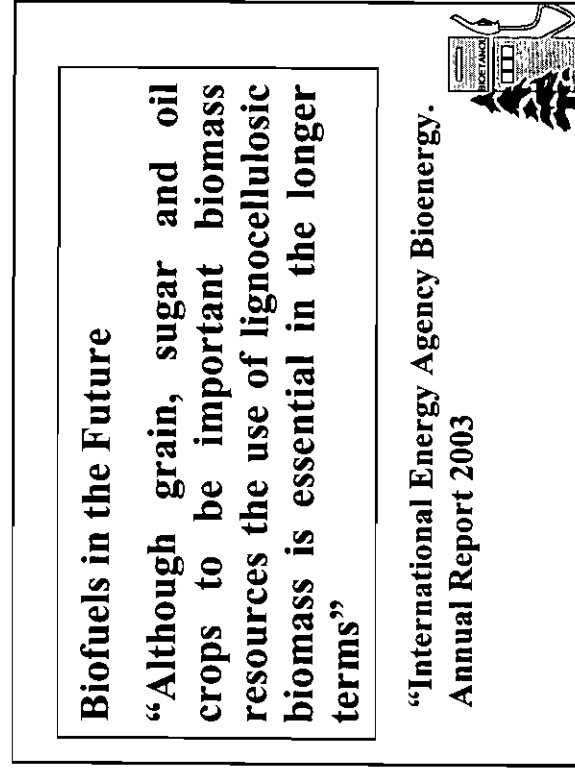
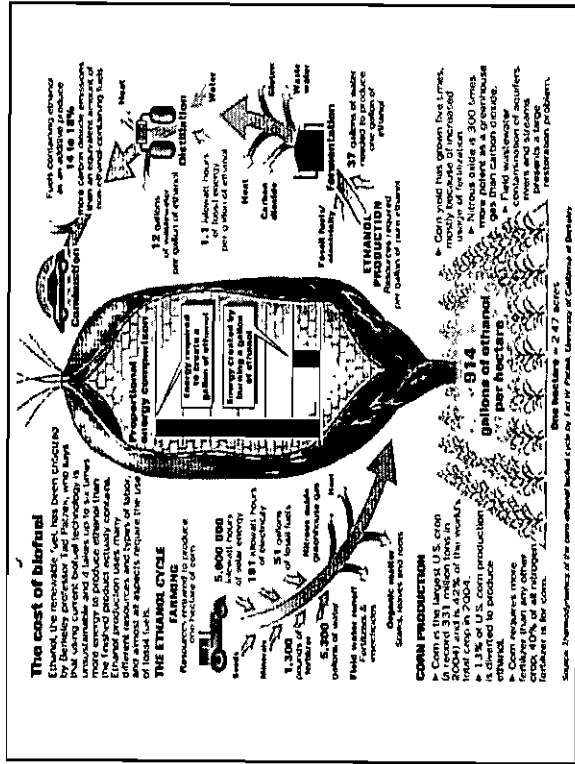
Composicion Quimica

Fracción Celulosa	0.374
Fracción Hemicelulosa	0.275
Fracción lignina	0.180
Cenizas	0.062
Acetato	0.029
proteinas	0.031
Extraíbles	0.047

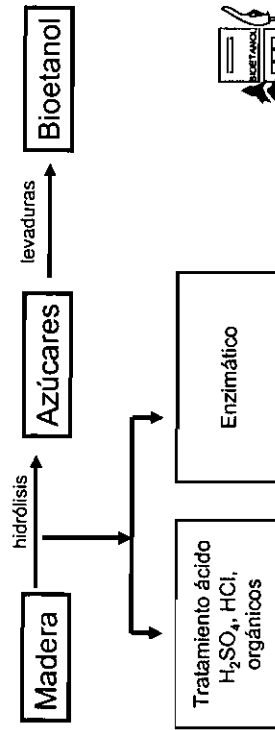




	Maíz
	Subsidio
	\$ 0.4464 / bushel;
	\$ 0.1768 / galón de alcohol
	1995-2003
	Producción 83698 mill. bushels
	Subsidio \$ 37380 millones
	Conversión 2.5 galones por bushel



Hidrólisis de la Madera



Estimación de la producción de etanol de Pinus radiata D Don

Rango Edad (años)	Etanol Hexosas (L/ton ssc)	Etanol Hexosas + Pentosas (L/ton ssc)
1-3	316	375
4-6	325	367
7-10	367	407
11-15	380	413
16-20	381	415
21-25	402	429
26-30	401	430
>30	361	392



Production costs for ethanol from cellulose

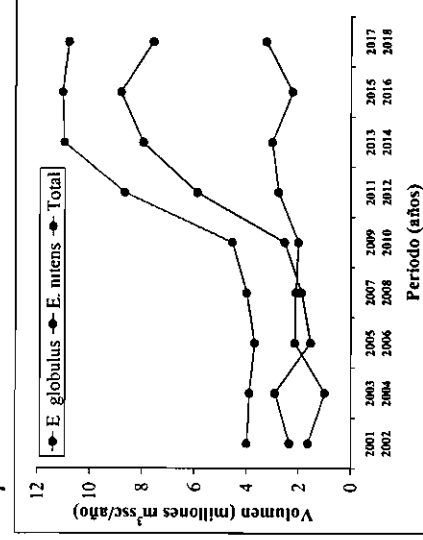
US \$ / litre ethanol

Raw material	0.18
Energy	0.13
Chemicals	0.03
Credit by-products	- 0.12
Production costs	0.05
Capital costs	0.14

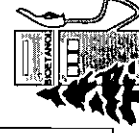
Total: 0.41



Disponibilidad Futura de Madera de Eucalipto



Fuente: INFOR. Informe Técnico No 151, 2000.



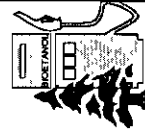
Ventajas de usar Pino ó Eucalipto

	Madera Blanda		Madera Dura	
	Pino	Eucalipto	Pino	Eucalipto
Celulosa	35-55%	40-60 %		
Hemicelulosa	12-15%	2-7%		
Hexosas	8-10%	12-15%		
Pentosas				
Lignina	28-31	15-22%		
Crecimiento	Lento	Rápido		

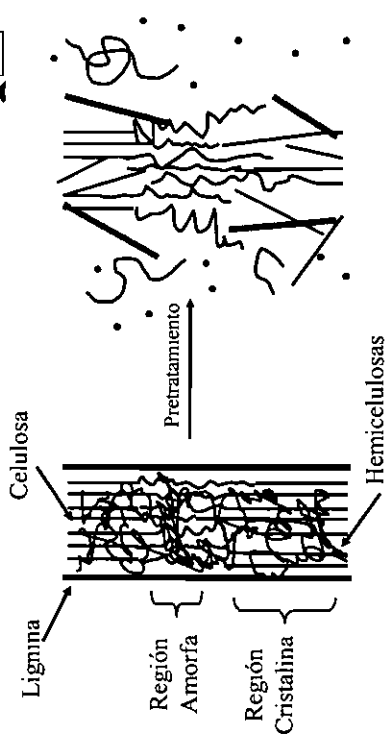


Procesos de hidrólisis con madera

- INVENTA
- PURDUE
- ACOS
- IOGEN
- B C International
- ARKENOL



Hidrólisis Acida



NREL (2004)

Hidrólisis Enzimática

Utiliza una mezcla de enzimas producidas por hongos y bacterias:

Endo- β -1,4-glucanasa, ataca las regiones amorfas, que hidrolizan las cadenas de celulosa a unidades más pequeñas como celobiosa o celotriosa.

β -1,4-glucosidasa, corta la celobiosa y la glucosa libre puede ser tomada por la célula como fuente de carbono.

Exo- β -1,4-glucanasa, ataca la regiones cristalinas, rompe por los extremos no reductores terminales liberando celobiosa como único producto de la hidrólisis.

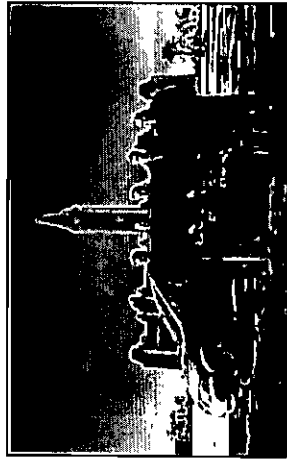
Desventajas:

- * Alto costo de las enzimas para convertir la biomasa en azúcares
- * La naturaleza no reactiva de la celulosa en la matriz lignina - hemicelulosa, hace necesario la aplicación de un pretratamiento químico previo a la hidrólisis enzimática.

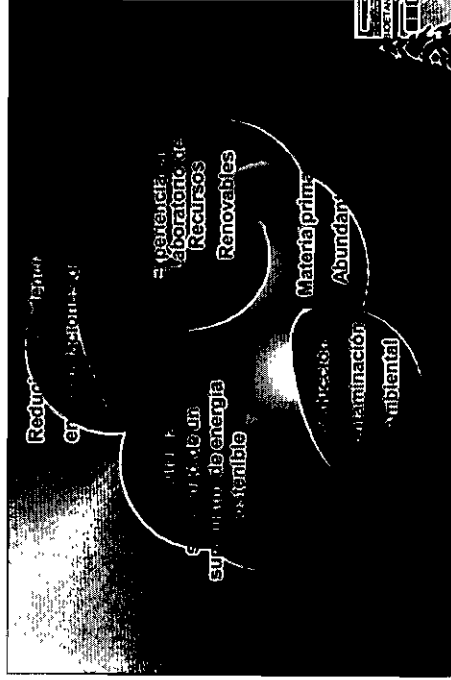


Proceso IOGEN (Ottawa)

- Diciembre 2004, Canadá pone en marcha la primera flota en el mundo de 900 vehículos funcionando con bioetanol como combustible E-85 obtenido de material lignocelulósico - (pajas de trigo)



¿ Porque investigar en Bioetanol?



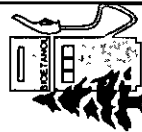
Proceso IOGEN (Compañía Canadiense Ottawa-1970)

- Investigación inicial con pajas y maderas → incrementar la digestibilidad → consumo alimento animal
- IOGEN expandió la investigación para

la producción de bioetanol

material lignocelulósico y producción y mercadeo de enzimas.

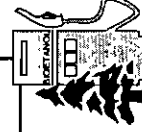
- Proceso Explosión a vapor, ácido diluido, altas temperaturas y presión (pajas de trigo y maíz y maderas duras) la tecnología no esta adaptada para maderas blandas.



Proceso BC International (1992)

Trabaja con organismos genéticamente modificados (Bacteria *Zymomonas mobilis*) para convertir azúcares C5, C6 asociados directamente a madera para producir bioetanol.

- Proceso usa Hidrólisis ácida diluida en dos pasos:
 - Liberación de hemicelulosas
 - Separación celulosa de lignina
- Materia primas: Residuos agrícolas, M. duras, M. blandas usadas con control para evitar degradación de fibras.
- Ventaja: recuperación de todos los azúcares.
- Desventaja: altos costos de recuperación.



Hidrólisis Organosolv

Usa solventes orgánicos en medio acuoso (metanol, etanol, acetona, ácido fórmico, ácido acético).

Separa los componentes de la madera simultáneamente.

Es más rápido que los procesos de hidrólisis ácida convencionales.

Protección de los azúcares a altas temperaturas evitando así su descomposición (Paszner, 1992).

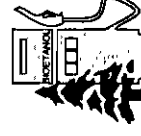


Shell Report 2004



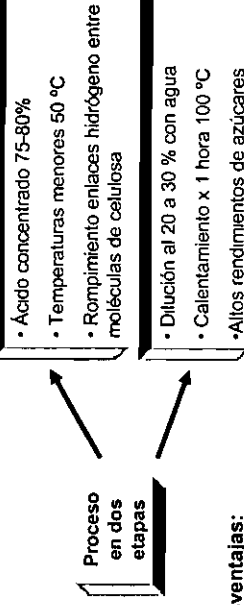
Pat Foody, founder Iogen Energy, turning straw into 'eco-ethanol', Canada

En el 2004 IOGEN produce primer Biocombustible producido a partir de material lignocelulósico (ECO-ETANOL)



Hidrólisis Ácidos Concentrados

• La hidrólisis de madera por ácido concentrado sulfúrico o clorhídrico es uno de los procesos más antiguos. Braconot en 1819 fue el primero en descubrir que la celulosa podía ser convertida a azúcares fermentables por ácidos concentrados (Sherrard y Kressman, 1945).



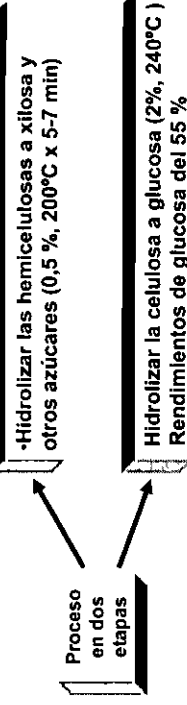
Desventajas:

- Alto costo de inversión de equipos y mantenimiento.
- Uso de cal para la neutralización del ácido, genera un producto de bajo valor comercial.



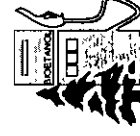
Hidrólisis Ácidos Diluidos

H_2SO_4 (0,2 - 0,5 %), $T = 180-220$ °C. La primer planta comercial fue construida en Alemania, en 1931 (proceso Scholler) (Faith, 1945). Más tarde, otras plantas se construyeron en Rusia, Italia y Korea para producir etanol a partir de materiales lignocelulósicos (rendimiento 0,17 g etanol / g madera seca) (Harris, 1945).

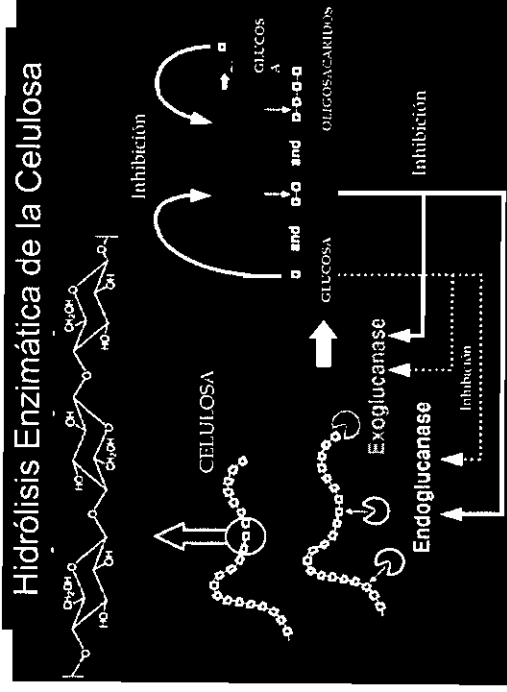


Desventajas:

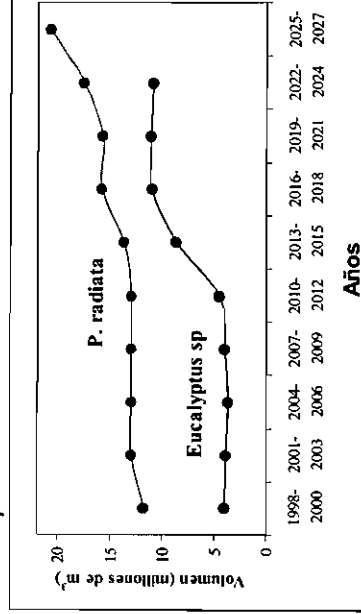
- Formación de subproductos inhibidores de la fermentación, esto como consecuencia del incremento de temperatura (ácidos fórmico, acético, levulinico, furfural, 5- hidroximetil furfural (Larsson, et al., 1999).



Hidrólisis Enzimática de la Celulosa



Disponibilidad Futura de Madera de Pino y Eucalipto



Fuente: INFOR. Informe Técnico No 151, 2000.

Procesos ARKENOL (California1992)

Utiliza proceso hidrólisis ácida concentrada como el usado en Rusia y Alemania durante la segunda guerra mundial.

- Materias primas: pajas de arroz y maderas blandas
- Alto costo de construcción planta inicial, múltiples pasos en el proceso, pérdida de ácido en la recuperación.
- Probando microorganismos genéticamente modificados desarrollados por Arkenol para fermentación de pentosa y suministrados por NREL del tipo *zymomonas*.
- Actualmente poco atractivo el proceso para producir bioetanol de madera .

BIOETANOL

- ↓ Evaluación Material Lignoceluloso disponible.
- ↓ Definir Recurso Forestal Optimo para el Proceso
- ↓ Optimización Procesos Tradicionales
 - ↓ Pretratamientos
 - ↓ Conversión Química Enzimática
- ↓ Desarrollo de un Proceso No Tradicional
 - ↓ Procesos Organosolv
- ↓ Optimización Proceso Fermentativo
 - ↓ Selección de cepas
 - ↓ Reactores

Procesos de Hidrólisis

Proceso INVENTA

- Primera patente relacionada con hidrólisis organosolv de madera se originó en 1960 en Suiza obtenida por Schlapfer y Silberman (n-propanol y alcoholes superiores, H_2SO_4 diluido, 180-200 °C)

Características:

- Largos tiempos de reacción (40 -160 min).
- Baja deslignificación y degradación excesiva de azúcares.
- Recuperación de azúcares en el filtrado entre 30-65% .
- Uso de grandes cantidades de licor para completar el proceso de hidrólisis (1/20, 1/40, madera/licor).

Este proceso nunca llegó a un estado de comercialización.



Proceso Purdue. Desarrollado en la Universidad de Purdue USA, por Tsao y col. en 1986.

Aplicado para:

- Disolver celulosa de madera utilizando CADOXEN (complejo etilendiamina- óxido de cadmio).
- La lignina residual se filtra.
- Se precipita la celulosa adicional con agua.

Características:

- Recuperación de solventes químicos por destilación (etilendiamina) y el hidróxido de cadmio regenerado por calcinación a 600-800 °C.
- Rendimientos de celulosa > a 80% del valor teórico.
- Altos costos del solvente y alto consumo de energía



Proceso ACOS (Acid Catalysed Organosolv Saccharification)

- Desarrollado en la Universidad de British Columbia en Canadá por Dr. Laszlo Paszner en 1980.

- Utiliza mezcla de (acetona:agua:ácido) a temperaturas de 200 °C y 40 bar x 30 min.

Características:

- Utiliza maderas duras, blandas y residuos agrícolas de granos.
- Recupera el solvente para su reutilización.
- Se deben neutralizar azúcares disueltos para su fermentación a etanol.

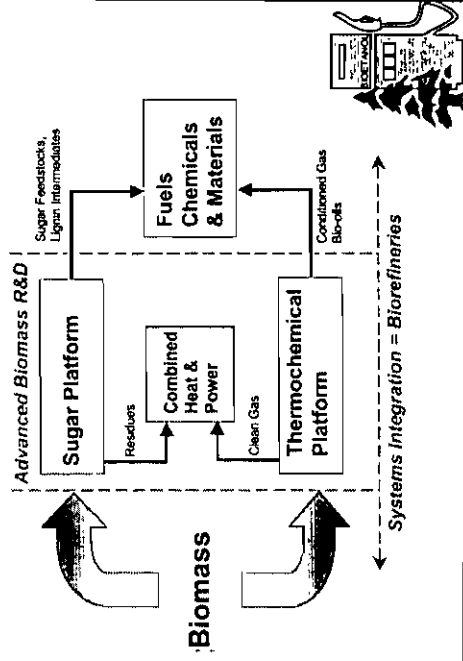


Otros aspectos del Proceso ACOS

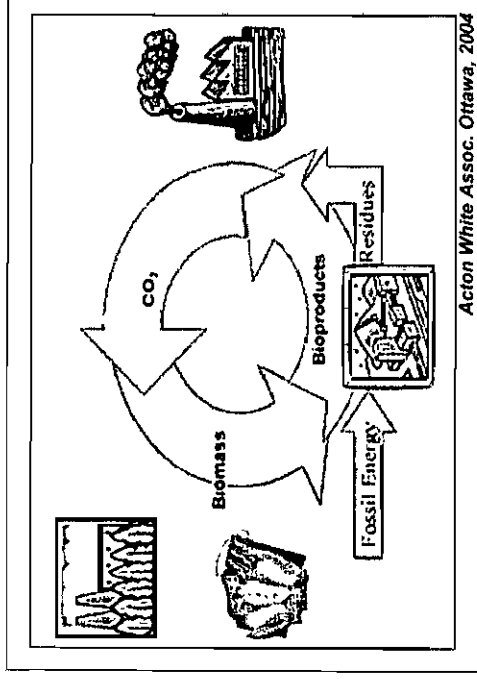
- Reconocimiento a nivel internacional.
- Ha sido desarrollado a escala experimental de laboratorio.
- Los tiempos de reacción son cortos comparados con los procesos enzimáticos, por lo tanto se reducen costos.
- Protección de los azúcares a altas temperaturas evitando así su descomposición.
- Hay optimismo que en el futuro este sea el método mas utilizado para obtener bioetanol a partir de maderas blandas y duras. (Paszner, 1992).



BIOREFINERIA

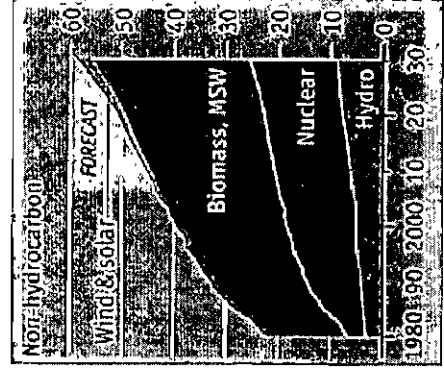


Ciclo de Bioenergía



Pronostico consumo no hidrocarburos

The Economist, April 2005



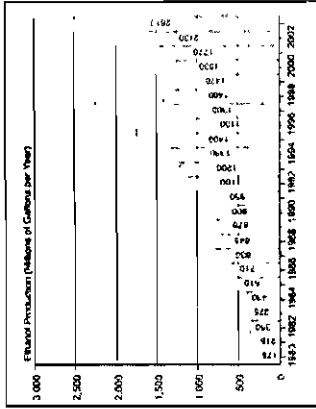
Integrated Biomass Utilisation System - IBUS

- ❖ *The European Commission aim to replace 5.75 % of the current amounts of gasoline and diesel used in the European Community by bio-fuels by the year 2010.*

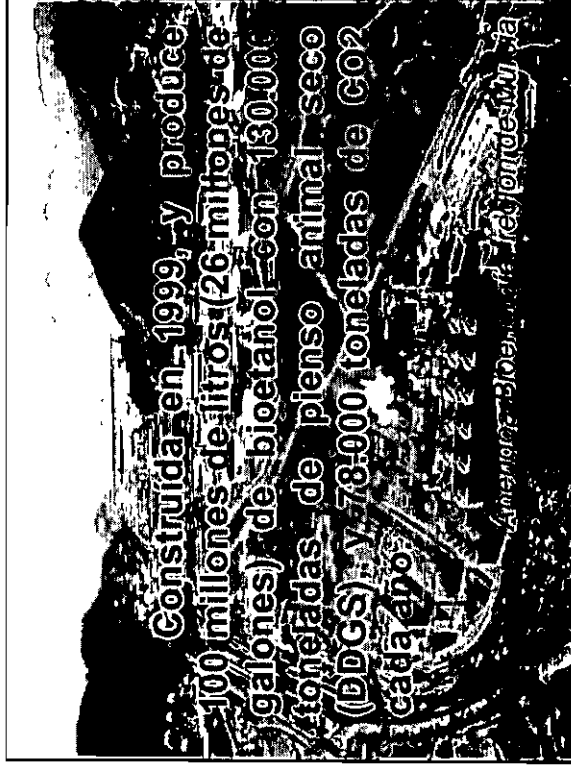


Producción Etanol

Historical Perspective



Today, fuel ethanol represents a significant success story on which the Biomass Program can build



PETRÓLEO: LA CAPACIDAD OCIOSA ES MUY PEQUEÑA

Millones de barriles / día

3.5

0

Jan-80 Jan-81 Jan-82 Jan-83 Jan-84 Jan-85 Jan-86 Jan-87 Jan-88 Jan-89 Jan-90 Jan-01 Jan-02 Jan-03 Jan-04 Jan-05

Ociosidad

Producción de petróleo-OPEP

Current OPEC Capacity
0.0-1.4
0.0
0.0

Saudi Arabia

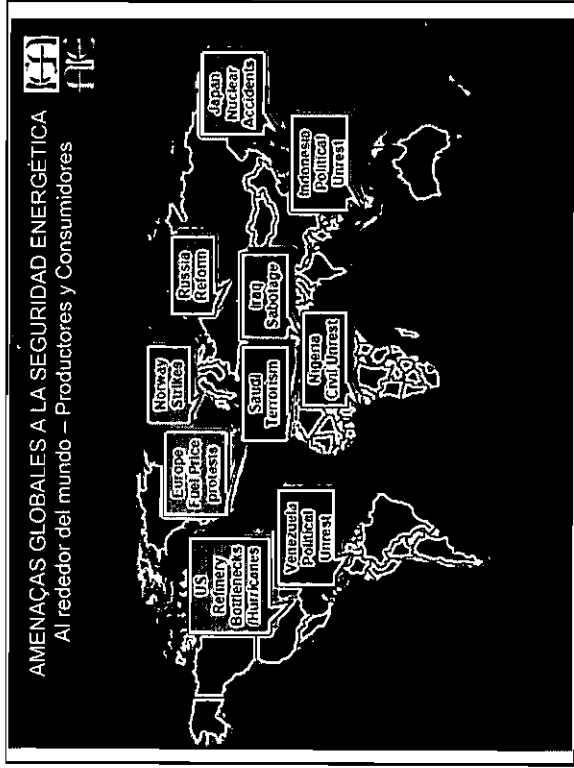
Other Persian Gulf

Other OPEC

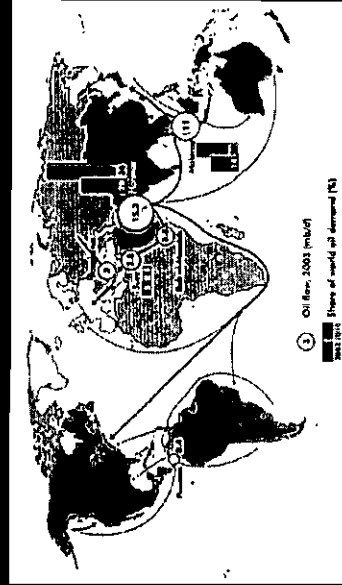
Fuente: Energy Information Administration estimates



Fuente



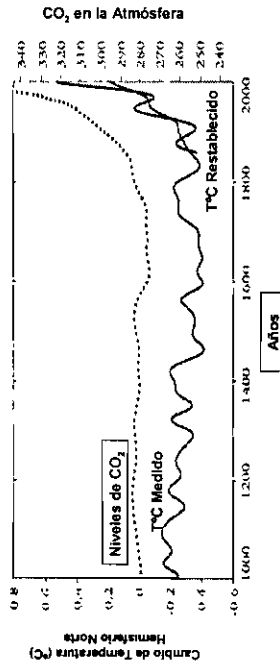
FLUJO DE PETRÓLEO Y MAYORES RIESGOS LOS ANGOSTOS SOMBRÍOS



Los riesgos de una ruptura en la oferta de petróleo crecen en la medida en que crece el comercio a través del mar y ductos

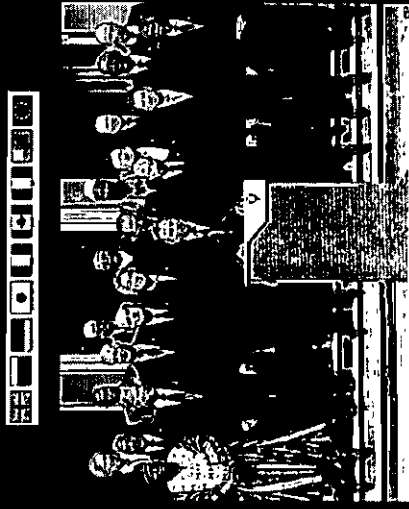
1) La evolución del vehículo desde el Siglo XX hasta las perspectivas del auto eléctrico movido a hidrógeno;

2) La correlación directa entre automóvil, emisión de carbono y calentamiento del planeta.



G8 Gleneagles plan of Action 2005

Climate Change, Clean Energy and Sustainable Development



Energy Efficiency

- Buildings
- Appliances
- Vehicle standards
- Industry assessment

Cleaner Energy

- Cleaner fossil fuels
- Clean coal technologies
- Carbon sequestration
- Renewables
- Hydrogen

**PETRÓLEO: CONSUMO MUNDIAL
POR SECTOR (%)**

***CRECE EL PESO DE LOS TRANSPORTES
(LOS OTROS SECTORES REDUJERON)**

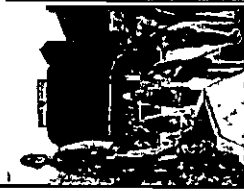
1973 → 2002 →
42,3% 57,2% ↗

***CRECEM LAS EMISIONES DE CO₂**

Fuente: IEA, Key World Energy Statistics, 2004

PRINCIPALES PREOCUPACIONES DE LA HUMANIDAD")

PREOCUPACIÓN
CON LA
SEGURIDAD
ENERGÉTICA



PREOCUPACIÓN
CON LA
CUESTION DE LA
POBREZA



PREOCUPACIÓN
CON EL
CALENTAMIENTO
DEL PLANETA

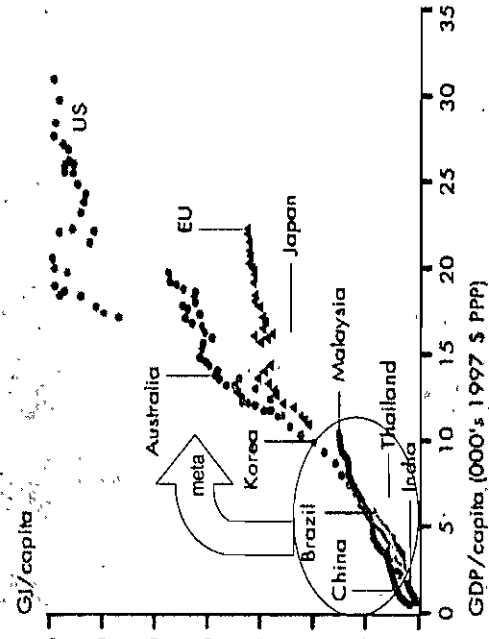


PREOCUPACIÓN
CON EL AGOTA-
MIENTO DEL
PETRÓLEO Y DEL
GAS NATURAL

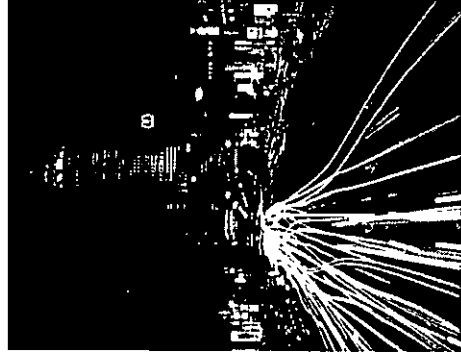
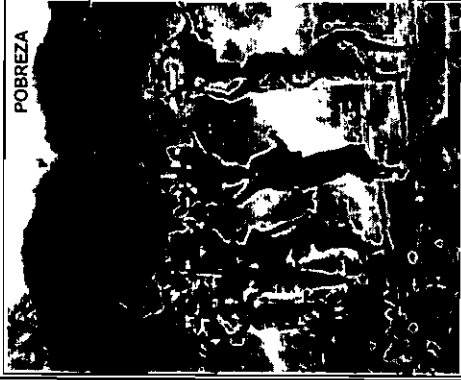


(*) TEMAS DE LA REUNIÓN DE LA G8 EN ESCOCIA, DIAS ATRÁS

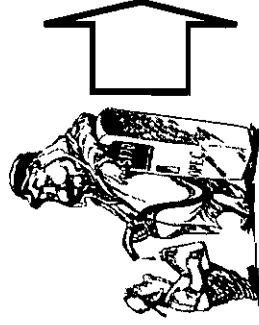
SUBIENDO LA ESCALERA DE ENERGÍA



En el largo plazo la demanda de petróleo debe crecer!



BIOMASA E BIO-ENERGÍA PUENTES PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE



Un puente para la economía del hidrógeno en el futuro....pero...
mucho más que un simple puente tecnológica

ASPECTOS- LLAVE PARA BIOCOMBUSTIBLES

- Gran potencial económico de la biomasa (pero necesita de desarrollo complejo y sustentable y un mercado internacional a ser trabajado).
- Combinaciones competitivas de tecnología para biomasa, al alcance del mercado mundial (pero necesita el desarrollo serio y consistente e introducción equilibrada en el mercado).
- Futuro brillante; pero la política necesita escoger y coordinar (la agricultura, el comercio, el clima, la energía y el desarrollo están conectados aquí).

PROJEÇÕES: ENERGIA

2002 → 2030

+ 60% EM ENERGIA DEMANDADA
(mais petróleo que o consumido até hoje)

PAÍSES	%	%
OCDE	52	→ 43
EM DESENVOLVIMENTO	38	→ 48

*2/3 DO CRESCIMENTO DA DEMANDA
VIRÁ DOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO,
ESPECIALMENTE DA ÁSIA.
*O SETOR TRANSPORTES CRESCE EM CONSUMO E
EMISSIONES DE CO₂.

Fonte: IEA, 2005

ACTIVIDADES RECIENTES EN BIOCOMBUSTIBLES ALREDEDOR DEL MUNDO

- Unión Europea: meta de alcanzar, hasta 2010, un 5,75% del uso de los biocombustibles; lo que significará cerca de 8 billones de litros de etanol;
 - Estados Unidos: Ley nacional (ag/05): un 7,5% billones de galones o 28 billones de litros;
 - India: la mezcla del 5% de etanol es requerida en algunas regiones; será en todo el país, conforme programación, incluso uso en diesel (cerca de 3 billones de litros en 2010);
 - América Latina: iniciativas de nuevas producciones en muchos países: Colombia; Bolivia; Venezuela; Perú; Guatemala e otros también en la área de Caribe, con solamente Brasil proyectando 27 billones de litros para 2010;
 - Muchos otros países han anunciado recientemente varios incentivos y metas como China (4,5 bi lts), Tailandia(700 millones), Japón e Korea (más de 7 billones de lts); Filipinas y otros.
- 42 billones de litros (2004); 64 billones de litros (2010); 120 billones de litros (2020)..... Aumentando!!

GRADO DE VINCULACIÓN ENTRE EL TIPO DE BIOCOMBUSTIBLE Y EL CONSUMO DE ENERGÍA EN EL SECTOR

SECTOR	BIOCOMBUSTIBLE					
	Etanol	Biodiesel	Bagazo / Paja	Madera	Carbón Vegetal	
Residencial	1	0	1	2	1	
Agroindustria	0	0			0	
Transporte			0	0	0	
Siderurgia / metalurgia	0	0	0	0		
Cemento	0	0	2	1	1	
Química	0	1	2	2	0	
Textil / Cerámica	0	1	2	2	0	
Alimentos / Bebidas	0	2			0	
Papel / Celulosa	0	0	1		0	
Generación Eléctrica	1				0	

0 = Ninguna vinculación 1 = Baja vinculación 2 = Vinculación media

EXPLOTANDO EL FUTURO - ESCENARIOS

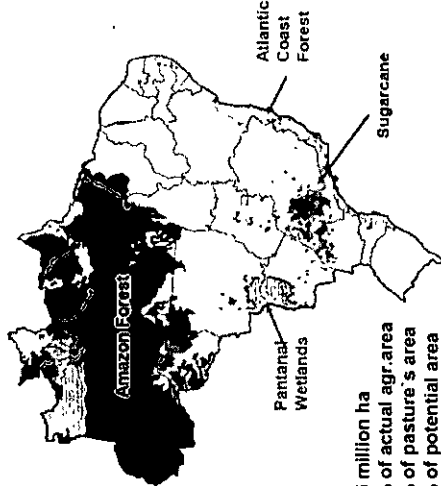
	1975-2000	2000-2025	2025-2050	2050-2075	2075-2050
Petróleo	1,2%	1,1%	0,3%	1,6%	-0,9%
Carbón	1,1%	1,3%	-0,3%	1,9%	-0,9%
Gas Natural	2,7%	2,4%	0,2%	3,5%	2,4%
Nuclear	8,1%	0,8%	-0,4%	1,9%	2,4%
Hidráulica	2,4%	1,3%	-0,3%	2,0%	1,1%
Biocombustibles	-	10,2%	10,1%	11,8%	11,8%
Otros Renovables	8,7%	11,2%	5,5%	9,9%	6,0%

Fuente: Shell, "Escenarios hasta 2050, Necesidades Energéticas, Opciones y Posibilidades"

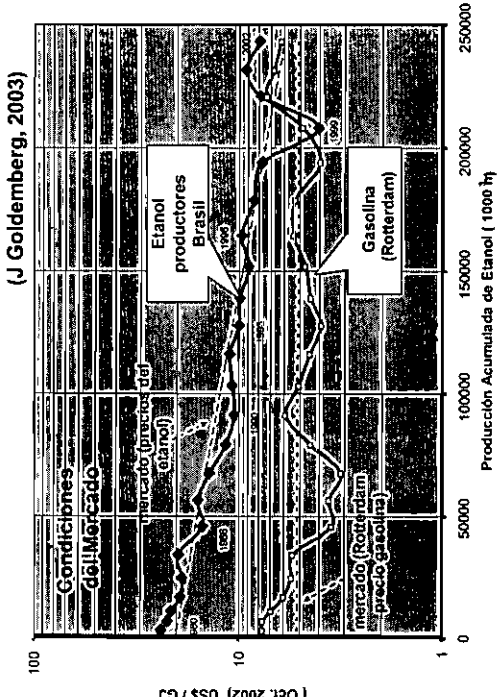
**“EL MUNDO TIENE AÚN 2.4 BILLONES
DE HECTÁREAS DISPONIBLES PARA LA
AGRICULTURA (62% DEL TOTAL
DE TIERRA PARA AGRICULTURA.”**

FAO, 2000

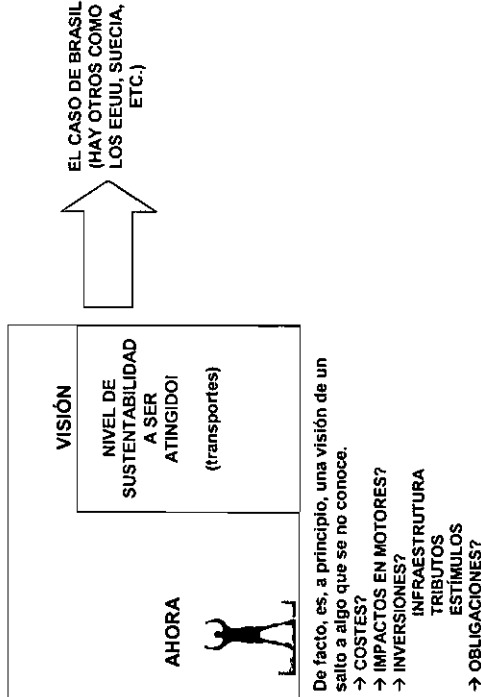
AREA CON LA CAÑA-DE-AZÚCAR EN BRASIL



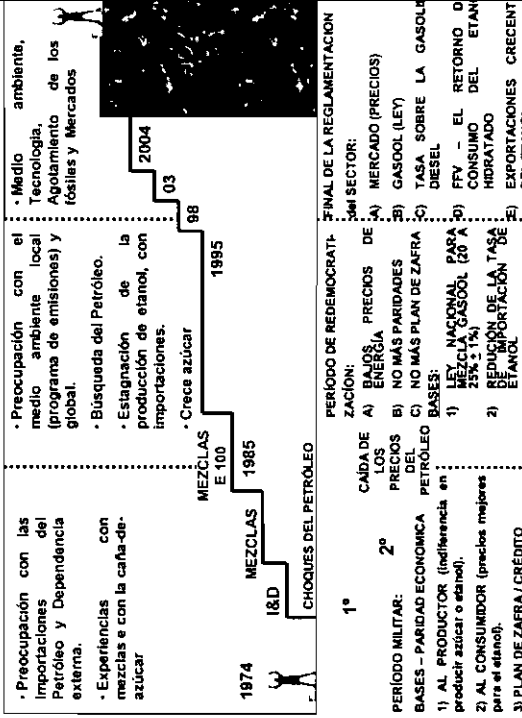
Etanol: CURVA DE APRENDIZAJE



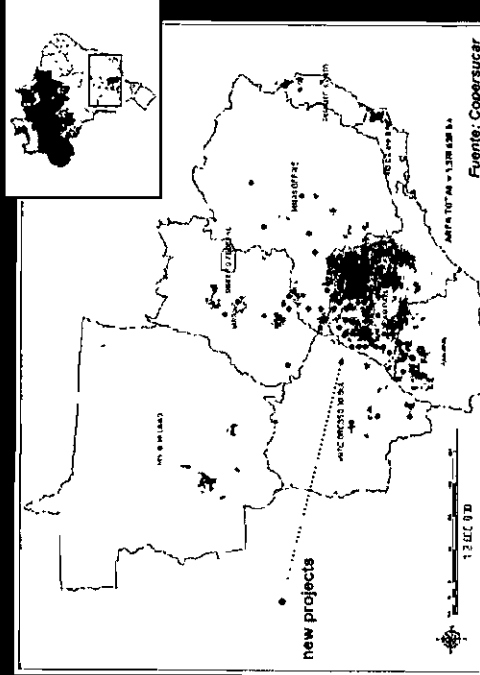
UN PROGRAMA DE ENERGIA RENOVABLE QUANDO SE INICIA:



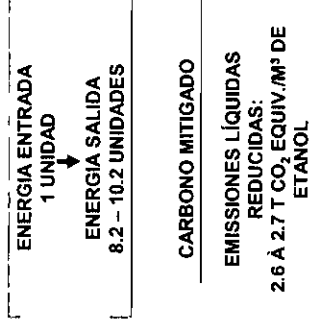
EL CASO DEL ETANOL EN BRASIL



PERSPECTIVAS PARA LA EXPANSIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL ETANOL EN BRASIL



CICLO DE VIDA DE LAS EMISIONES DE LOS GASES DEL EFECTO EN LA PRODUCCIÓN Y USO DEL ETANOL ANIDRO - BRASIL



Fuente: Laal. Regis. CO2 Life Cycle Analysis of Ethanol Production and Use, LAMNET, Rome, may 2004

ETANOL Y EMPLEOS

(EN LA PRODUCCIÓN DE LOS COMBUSTIBLES E DE LOS COCHES)

VEHÍCULOS	TASA DE EMPLEOS
ETANOL	21,87
GASOLINA "C"	6,01
GASOLINA "A"	1

Considerado como consumo 2 800 litros del etanol por año (un millón de litros de etanol, por año, genera 38 empleos directos); para gasolina, considera-se 20% menos consumo (un millón de litros de gasolina, por año, genera 0,6 empleos directos); gasoline "C" contiene 25% ethanol.

Fuente: Copersucar/Unica/ANFAVEA/PETROBRAS

APLICACIONES DEL ETANOL COMBUSTIBLE

PARA LOS MOTORES DEL CICLO OTTO:

- Etanol mezclado a la gasolina (aditivo)
- Etanol como combustible

PARA LOS MOTORES DEL CICLO DIESEL:

- Etanol mezclado al óleo diesel (con aditivo para promover la miscibilidad/con molécula transformada y mezcla sin aditivo)
- Etanol como combustible para mejorar el índice de cetana & aditivos para mejorar la lubricidad)

PARA TERMO-ELETRICAS

- Mezclas o Materia Prima

Fuente: ANFAVEA

LOGÍSTICA

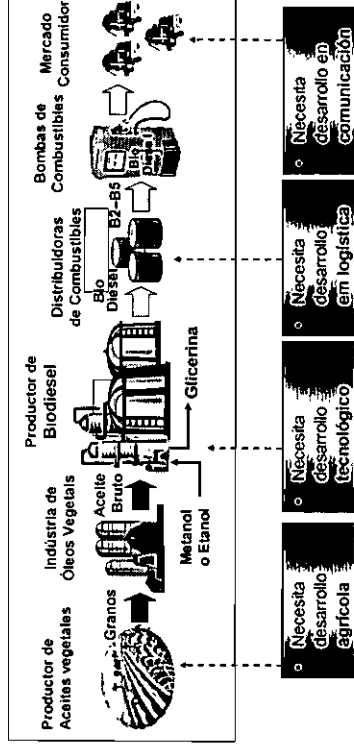
ES POSSIBLE PARA EL ETANOL EL USO DE LA MISMA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO QUE SE USA PARA LA GASOLINA

NUEVA LOGÍSTICA Y INFRAESTRUCTURA PARA LAS EXPORTACIONES DEL ETANOL

Petrobras Highlights



Cadena de Producción de Biodiesel

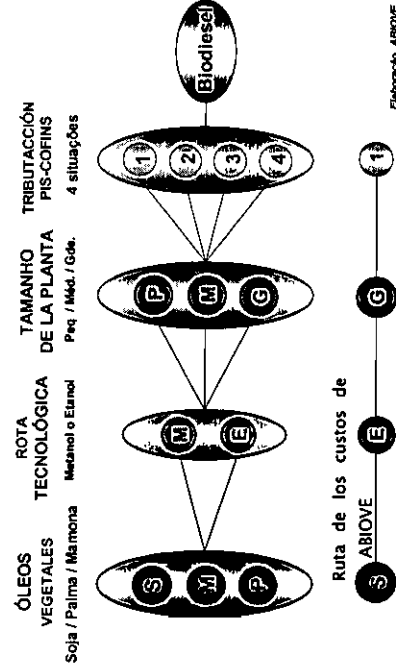


Biodiesel de soja produce 3,2 unidades de energia renovable por unidad de energia fósil usada

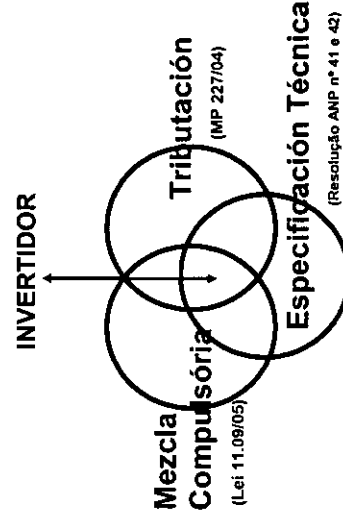
Elaboración: ABOVE

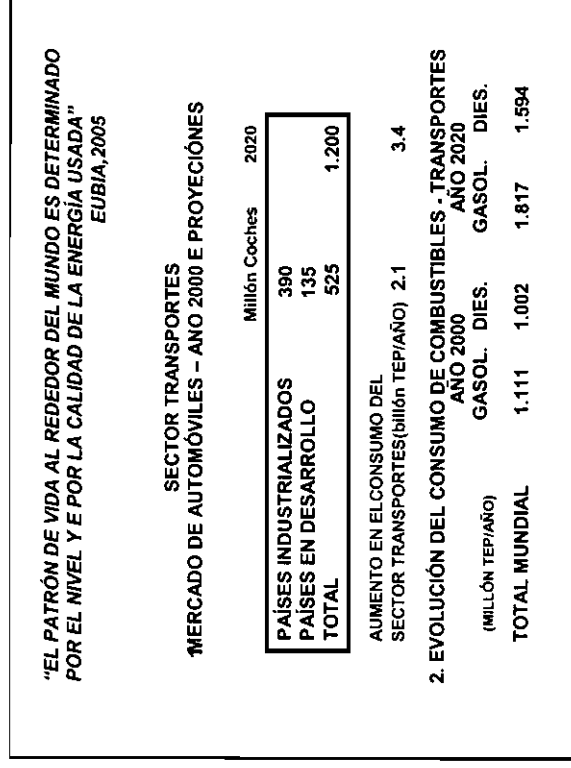
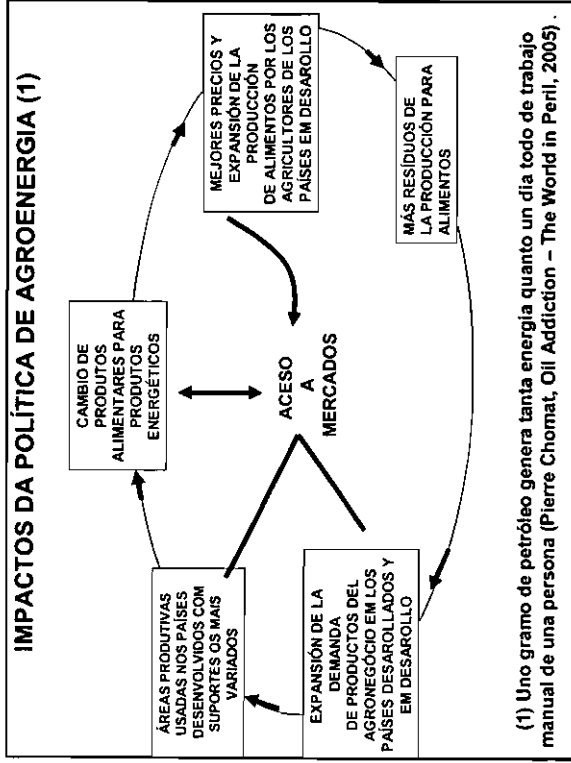
Costes de Producción de Biodiesel

Parametrización de los Costes de Producción de Biodiesel



Marco Regulatório de Biodiesel



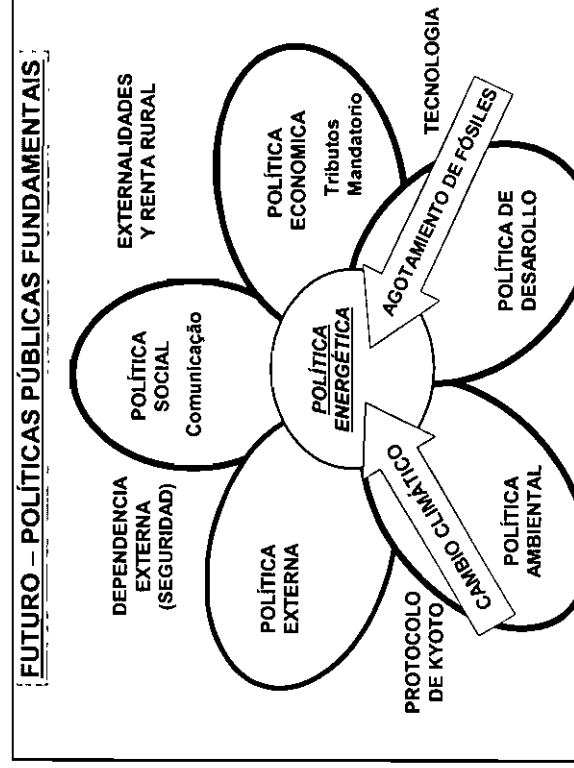


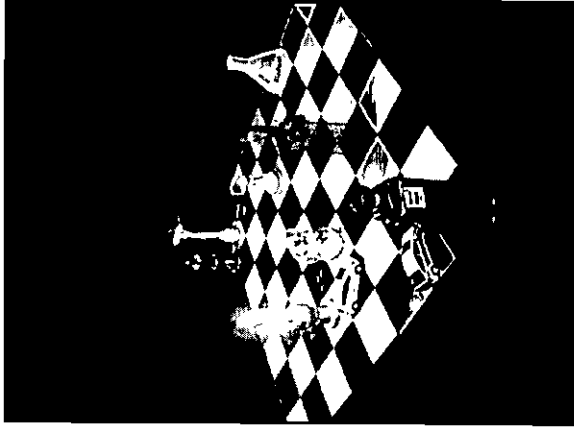
MEZCLA DE 10% EN TODA LA GASOLINA CONSUMIDA

Ex. 1. Países en desarrollo y otros no de la OCDE
Volumen necesario del Etanol:
32,7 Billones de Litros
Base Brasil.....5,6 millones de ha
(area actual con la caña en Brasil)

Ex. 2. Países de la OCDE
Volumen necesario del Etanol:
84,0 Billones de Litros
Base Brasil.....14,4 millones de ha
(area actual con la caña y pastos en S.Paulo)

Ex.3. Todos los países
Volumen necesario del Etanol:
116,0 Billones de Litros
(area actual con soja en Brasil)



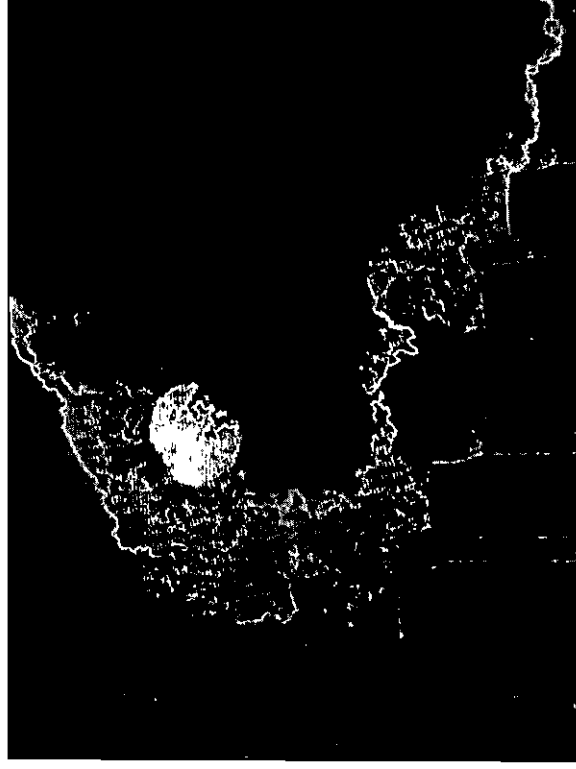


AGROINDUSTRIA ENERGÉTICA

**Aliado en el juego
fundamental de la
energía;**

**Aliado de la valo-
rización de la agri-
cultura alimenticia;**

**Aliado en el juego
de la búsqueda por
la Paz mundial.**





GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA

Biomasa y energía en Chile: Situación y oportunidades

Comisión Nacional de Energía
Octubre de 2005



GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA

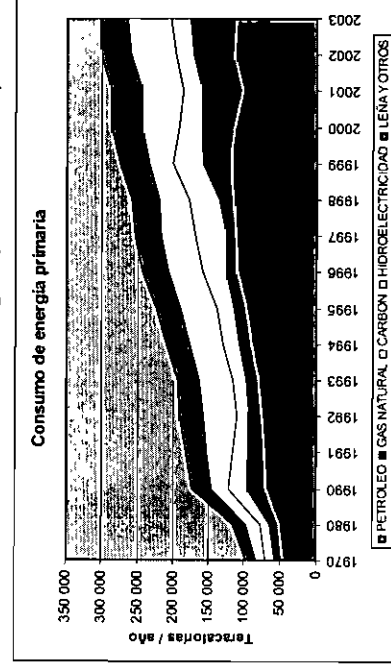
CONTENIDOS

- Participación de la biomasa en la matriz de energía.
- Situación de las energías renovables en generación eléctrica.
- Líneas de trabajo de CNE en energías renovables.
- Nuevas oportunidades para proyectos de pequeños en generación eléctrica (biomasa).



GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA

Consumo de energía (1970 - 2003)



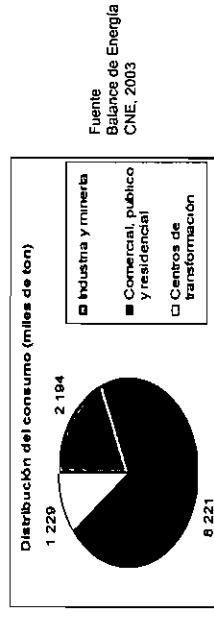
Fuente: Balances de Energía CNE
Hidroeléctricidad Considera un equivalente nacional de 2 504 kcal/kWh



GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA

Biomasa: incertidumbre de la información

De acuerdo al balance el 13% de la matriz corresponde a consumo de biomasa, principalmente leña residencial.



Sin embargo, dichas estimaciones tienen una fuerte incertidumbre:

- Sector con un elevado nivel de informalidad.
- Subdimensionado el consumo público y comercial
- Sector industrial estimado sólo a partir de encuestas a grandes consumidores
- Consumo residencial estimado a partir de proyecciones hechas durante 1992.

Participación de las energías renovables en la generación eléctrica

La matriz de generación eléctrica nacional es bastante limpia, con un importante componente de energías renovables (hidráulica).

Sistemas eléctricos de Chile
Potencia instalada a diciembre de 2004

Sistema	Renovables				Térmica*	
	Hidráulica MW	Hidráulica %	Eólica MW	Eólica %	Biomasa MW	Biomasa %
SING	13	0,4	0	0	0	0
SIC	4.619	59	0	0	153	2
Aysén	17	50	2	6	0	0
Magallá.	0	0	0	0	0	0
Total	4.649	40	2	0,0	153	1,3
					6.822	58,7

*Descontado biomasa



Energías Renovables No Convencionales en generación eléctrica

Las energías renovables no convencionales (ERNC) tienen una participación marginal en Chile, con sólo un parque eólico (2MW) y algunas pequeñas centrales hidráulicas y de biomasa en las redes.

Sin considerar viabilidad económica, Chile tiene un gran potencial en ERNC para generación eléctrica conectada a red.

Gran Hidráulica --> Miles de MW

ERNC

Geoterma --> Miles de MW (¿1200 - 8000 MW?)

Eólica --> Miles de MW (¿5000 -> MW?)

Minihidráulica --> Cientos de MW

Biomasa --> Cientos de MW

El potencial real de las ERNC no se encuentra bien evaluado en Chile.

Política general para Energías Renovables No Convencionales (ERNC) conectadas a red

- Sector de generación se concibe libre y competitivo, que opera en un mercado mayorista bajo un despacho económico.
- La inversión en el sector es de iniciativa privada y no existe obligación de inversiones.
- Marco regulatorio y económico neutral con respecto a las energías tradicionales.
- Deben competir en similares condiciones de calidad y precios.
- Con la Ley 19.940 se establece por primera vez un trato diferenciado a las ERNC.



Líneas de trabajo de CNE en ERNC para generación eléctrica

El foco principal de trabajo actual es eliminar las barreras no económicas que limitan el desarrollo de las ERNC:

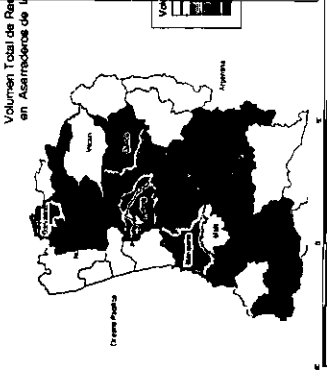
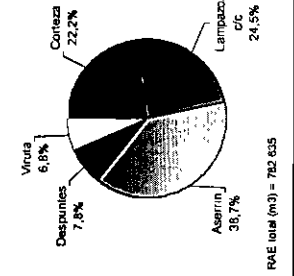
- Generación de información pública de:
 - Potenciales y zonas más atractivas.
 - Tecnología y costos bajo la realidad Chilena
 - Modalidades de negocios y fuentes de financiamiento.
- Mejoría de las capacidades locales en la evaluación del sector (guía de evaluación ambiental: eólico, biomasa y pequeña hidráulica).
- Desarrollo de reglamentación técnica que permita la integración de las ERNC a los sistemas eléctricos nacionales.
- Modificaciones legales para eliminar barreras de mercado a las ERNC.

Generación de información pública de apoyo a la inversión.

Estudio: "Disponibilidad de residuos de madereros provenientes de la industria de la madera entre la IX y X Región para el uso energético", INFOR 2005, para proyecto CNE-GTZ.

RAE (m3 sec/año) = 782.636

Distribución del RAE según tipo de residuos



Modificación de la Ley General de Servicios Eléctricos

Mediante Ley 19.940 se mejoró la viabilidad técnica y económica de proyectos pequeños con energías no convencionales:

- Establece condiciones no discriminatorias de acceso a mercados eléctricos para pequeños generadores, permitiéndoles un tratamiento comercial simplificado (despacho y estabilización de precios).
- Establece subsidio cruzado en pago de peaje troncal para fuentes no convencionales.
- Permite usar las redes de distribución para evacuar energía.



Modificación de la Ley General de Servicios Eléctricos

Algunas características asociadas a proyectos con ERNC

- Localización rígida: donde está el recurso primario, por lo cual la inversión en transmisión de energía puede ser un componente crítico del proyecto.
- Tamaño de los proyectos: en general pequeños (minihidro, biomasa) o escalables (eólica).
- Dado el tamaño, el nivel de inversión es bajo en comparación a los grandes proyectos.
- Amplia variedad de inversionistas potenciales: dueños del recurso (principalmente biomasa para combustión directa o para generación de biogas), sociedades de inversión, articuladores de negocios, empresas tradicionales del sector eléctrico, etc...

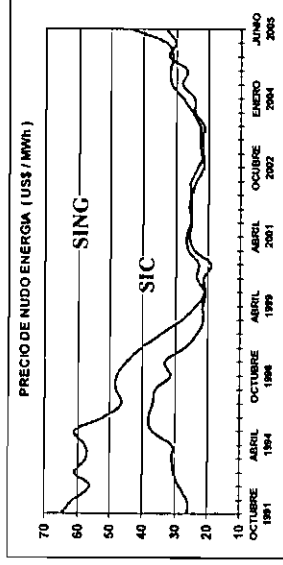
Impacto de la Ley 19.940 en competitividad

Proyecto	Potencia (MW)	Localización	TIR preLev	TIR postLev
Minihidráulico	3.5	IX Región	5.8 %	10.2 %

Ingresos sin ley: precio energía = 0.9 * Precio nudo, no se reconoce potencia.
Ingresos con ley: precio energía = costo marginal, precio potencia = Precio nudo potencia.
Evaluación hecha con precios de octubre de 2003.

Perspectivas para las ERNC

- Hasta muy poco, y salvo excepciones su competitividad en Chile con las fuentes tradicionales fue baja.
- La situación ha cambiado debido al descenso en los costos de inversión, al aumento del precio de la energía y a las recientes modificaciones legales.



Fuente: CNE

Fomento al mercado abierto en la Ley

CORFO y CNE han implementado un concurso de apoyo a proyectos no convencionales con miras a:

- Mejorar las condiciones iniciales para el desarrollo de las oportunidades de negocios creadas en la Ley Eléctrica.
- Mejorar la confianza y conocimiento en los inversionistas no tradicionales.
- Se cofinanciará el desarrollo de Estudios de Preinversión en sus diversas etapas: caracterización del recurso energético, ingeniería, evaluación económica, impacto ambiental, etc.

Estudios de factibilidad técnico - económica para proyectos de generación eólica y de biomasa. Proyecto CNE-GTZ.

Objetivos específicos

- Generar antecedentes y conocimientos concretos en todas las etapas de los proyectos de inversión
- Capacitar a especialistas locales en colaboración con especialistas internacionales.
- Apoyar la fase de preinversión de proyectos innovadores, promover confianza por parte de inversionistas e instituciones financieras.
- Identificar barreras a la implementación: técnicas, económicas, legales, financieras y elaborar propuestas de remoción

Estudios de factibilidad técnico - económica (ii)

Productos esperados para Biomasa

- Potenciales: Identificación de las combinaciones biomasa/tecnología con elevados potenciales técnico-económicos en Chile.
- Estudios de pre-factibilidad para 2 proyectos de biomasa con perspectivas de materialización.
 - Recomendación de la tecnología más adecuada
 - Evaluación de la producción de energía
 - Análisis de los procesos y requerimientos para la tramitación de permisos y de evaluación de impacto ambiental
 - Evaluación económica y financiera: modelos de negocios, riesgos, estructuración de financiamiento
- Barreras concretas identificadas
- Difusión de las informaciones estratégicas y resultados
- Se invitará a inversionistas a participar en los estudios

A modo de resumen

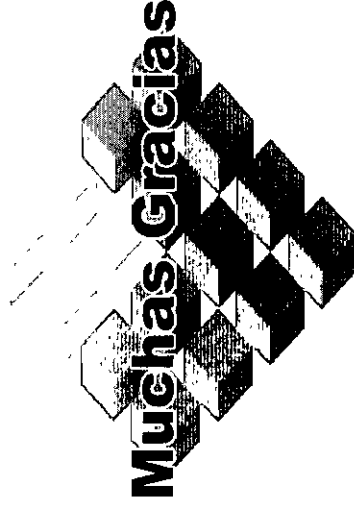
La biomasa tiene una importante participación en la matriz energética nacional, aunque concentrada en los usos tradicionales.

El 2004 el 43% de la generación eléctrica se basó en energías renovables, mayoritariamente, hidráulica. La participación de las ERNC en generación eléctrica es marginal.

Las modificaciones a la Ley Eléctrica mejoraron las posibilidades de pequeños proyectos de generación con ERNC, a los que se suman instrumentos de fomento para el mercado abierto en la Ley.

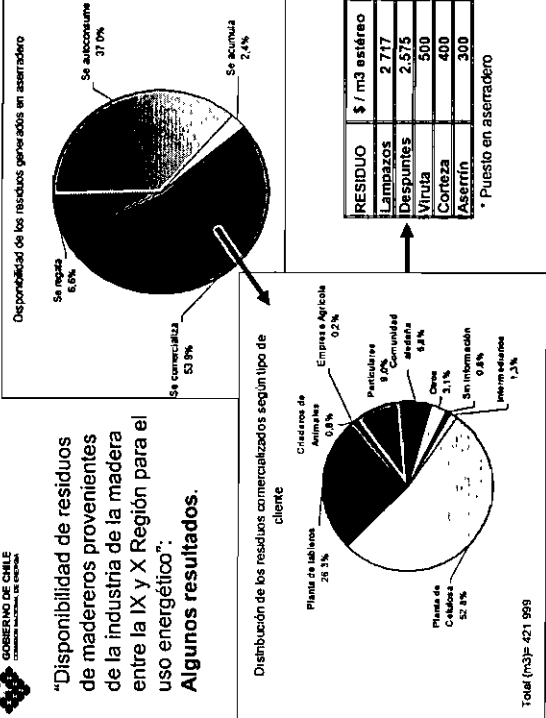
Adicionalmente, el aumento del costo de la energía en Chile, sumado al descenso continuo de los costos de inversión en tecnologías de ERNC hacen prever buenas condiciones para el desarrollo de proyectos con ERNC.

Estas oportunidades también incluyen a la biomasa tanto forestal como agropecuaria.



Christian Santana O.
Comisión Nacional de Energía

"Disponibilidad de residuos de madereros provenientes de la industria de la madera entre la IX y X Región para el uso energético".
Algunos resultados.





GOBIERNO DE CHILE
COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS DE CHILE

Pequeñas empresas de generación: opciones de comercialización

- Previa a la Ley 19.940:
 - Venta a empresa distribuidora Única opción cuando por razones técnicas o económicas es imposible conectarse a nivel de transmisión
 - Venta (o representación) a empresa constituida en CDEC. Condicionada a viabilidad de conectarse en transmisión.

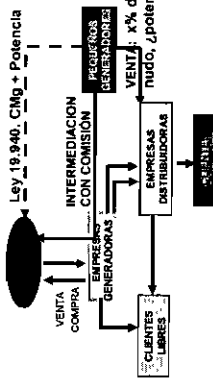


Figura CNE, adaptada de CIE

- Opción adicional post Ley 19.940: derecho a participar en mercado spot y acceso a redes de distribución.



GOBIERNO DE CHILE
COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS DE CHILE

Leña: Líneas de trabajo en CNE

- Mejorar el diagnóstico del sector:
 - Caracterización del consumo (nacional y regional).
 - Analizar las proyecciones del sector.
 - Relación de la leña y sus sustitutos en la matriz de consumo residencial.
 - Evaluación de la oferta y sus interrelaciones.
 - Evaluación de las externalidades del sector.
- Evaluar, desde el sector energético, la necesidad de implementar alguna política específica para el sector.
- Apoyar el desarrollo de otras políticas relacionadas, especialmente las ambientales.



GOBIERNO DE CHILE
COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS DE CHILE

Leña: Mejorar el diagnóstico del sector

- Se han desarrollado estudios de:
 - Caracterización del consumo y oferta de leña en Coyhaique, Puerto Aysén, Chacabuco, Valdivia, Osorno, La Unión y Río Bueno.
 - Estimación de impactos en salud pública asociados a contaminación de leña: Temuco y Padre Las Casas, Coyhaique y una aproximación a los impactos totales en zonas urbanas del Sur de Chile.
- Se encuentra en desarrollo el estudio "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile"
 - Sistematización de estudios de 1990 a la fecha.
 - Generar una base de datos única y pública con las encuestas recientes realizadas al consumo (65 títulos analizados).
 - Estimar el consumo de leña residencial e industrial a nivel nacional.
 - Proponer metodologías de actualización y proyección.
 - Cualificar las externalidades asociadas al sector.



GOBIERNO DE CHILE
COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS DE CHILE

Leña: los desafíos pendientes

Probablemente el mercado de la leña sea el más complejo de los mercados de energéticos en Chile, siendo incierta la posibilidad de compatibilizar sus externalidades positivas y negativas:

- El principal combustible de calefacción residencial del Sur de Chile y el más barato.
- Combustible autóctono cuyos sustitutos más probables son los combustibles fósiles.
- Aparentemente significativo en economías rurales.
- Mercado informal: competencia inequitativa con sustitutos, elevada evasión tributaria, empleos informales, etc...
- El actual patrón de consumo genera graves problemas de contaminación atmosférica y, tal vez, los mayores impactos en salud pública asociados a contaminación atmosférica en Chile.

Tabla 2. Estimación de la diferencia en el daño social anual entre escenarios actual y aquel en que se han eliminado la totalidad de las emisiones de material particulado producidas en el sector residencial

Ciudad	Población Estimada 2002	Relación con Temuco ons. Per cápita	MP2.5 Base ug/m ³	MP2.5 Sin leña ug/m ³	Cota inferior (2) Daño social US\$/año	Cota superior (3) Daño social US\$/año
Chilán	144 685	0,46	15	10	3 680 848	13 083 701
San Carlos	27 120	0,46	10	10	-	0
Los Angeles	146 104	1,00	25	10	10 886 504	38 279 536
Nacimiento	18 705	1,00	20	10	940 134	3 324 485
Molken	18 958	1,00	20	10	952 850	3 369 452
VIII Región	385 971	-	-	-	16 460 336	58 059 175
Angol	41 356	1,22	20	10	2 078 598	7 550 303
Victoria	21 940	1,22	20	10	1 102 258	3 899 450
Temuco (4)	260 535	1,00	43,1	11,1	34 526 711	115 964 431
Lautaro	18 343	1,22	20	10	921 940	3 260 146
Villarrica	28 571	1,22	20	10	1 436 016	5 077 993
IX Región	378 746	-	-	-	40 065 988	135 452 312
Valdivia	127 485	1,54	25	10	9 499 164	33 401 325
La Unión	23 558	1,54	20	10	1 184 051	4 187 021
Rio Bueno	12 904	1,54	20	10	648 569	2 293 459
Osorno	127 443	1,54	34,2	10	15 005 856	52 178 293
Puerto Varas	22 659	1,79	20	10	1 138 866	4 027 239
Puerto Montt	150 284	1,79	25	10	11 197 964	39 724 706
X Región	464 334	-	-	-	38 674 471	135 463 841
Total para la ser.	1 190 652	-	-	-	95.200 795	328.973.539

• 1 US\$ = \$ 700 (pesos chilenos).
 • Cota mínima. sólo incluye costos de mortalidad por exposición de corto plazo.
 • Cota máxima. sólo incluye costos de mortalidad por exposición de corto y largo plazo.
 Temuco considera la población urbana de las comunas de Temuco y Padre Las Casas

GOBIERNO DE CHILE
COMANDO EN JEFE FUERZA ARMADA DE CHILE

Tabla 3. Diferencia en daño social anual entre los escenarios actual y cero emisión residencial para el conjunto de las zonas urbanas analizadas, expresados en número de casos y US\$/año según tipo de costo

Impacto	N° casos Por año	Costos (US\$/año) (1)			Total
		Tratamiento Enfermedad	Productividad Perdida	Desutilidad	
Mortalidad exposición Corto Plazo	175	-	7 777 930	64 253 601	72 031 531
Mortalidad adicional Largo Plazo	462	-	26 799 156	206 973 388	233 772 744
Bronquitis Crónica	617	1 075 255	13 356 159	-	14 431 414
Días de Trabajo Perdidos	320 962	-	3 691 145	-	3 691 145
Días de Actividad Restringida	991 267	-	-	3 324 804	3 324 804
Admisiones Hospitalarias	944	997 481	98 645	-	1 096 126
Consultas y Visitas Sala Urgencia	5 425	240 520	266 079	-	506 598
Otros Efectos y síntomas menores	26 765	-	-	119 177	119 177
Total cota mínima (2)		2 313 256	25 189 957	67 697 583	95.200.795
Total cota máxima (3)		2 313 256	51 989 113	274 671 171	328.973.539

• 1 US\$ = \$ 700 (pesos chilenos).
 • Cota mínima. sólo incluye costos de mortalidad por exposición de corto plazo.
 • Cota máxima. incluye los costos de mortalidad por exposición de corto y largo plazo

GOBIERNO DE CHILE
COMANDO EN JEFE FUERZA ARMADA DE CHILE

Impacto anual en salud pública de las emisiones residenciales en Temuco y P. Las Casas

- De modelo concentración-emisión para el periodo ago00-jun01 las emisiones residenciales de leña explican 32 ug/m³ de 45 ug/m³.
- Valor puede estar subestimado, por efecto de subestimación de emisiones y de sobreestimación de background.
- Los efectos que ello genera y sus costos asociados por año son:

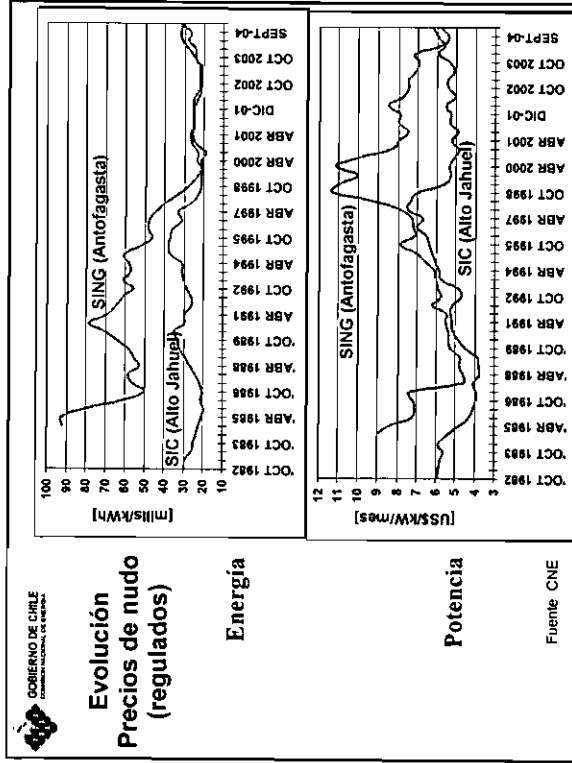
Impacto	Efectos en Exceso (Efectos por año)	Daños Sociales			Total
		Costo Enfermedad (Miles de Pesos por año)	Productividad Perdida (Miles de Pesos por año)	Desutilidad (Miles de Pesos por año)	
Mortalidad exposición Corto Plazo	(80,0)	-	(1 875 365)	(15 570 771)	(17 446 136)
Mortalidad adicional Largo Plazo	(154,6)	-	(6 320 838)	(48 310 454)	(54 631 292)
Bronquitis Crónica	(212,2)	(258 863)	(3 215 811)	-	(3 474 704)
Días de Trabajo Perdidos	(124 733)	-	(1 000 112)	-	(1 000 112)
Días de Actividad Restringida	(378 803)	-	-	(885 964)	(885 964)
Admisiones Hospitalarias	(231,2)	(175 807)	(16 687)	-	(192 494)
Consultas y Visitas Sala Urgencia	(1 461,3)	(36 968)	(62 821)	-	(99 889)
Otros Efectos y síntomas menores	(10 203)	-	-	(32 231)	(42 434)
Total cota mínima (sólo incluye costo de mortalidad por exposición de corto plazo)				(23.131.230)	(23.131.230)
Total cota máxima (incluye efectos adicionales de mortalidad por exposición de largo plazo)				(77.782.522)	(77.782.522)

GOBIERNO DE CHILE
COMANDO EN JEFE FUERZA ARMADA DE CHILE

Daño social causado por una fuente de emisión típica en Temuco y Padre Las Casas

- Una vivienda promedio que usa leña en Temuco consume aproximadamente 5 m³ sólidos de leña (CONAMA-VITAE).
- Ello equivale a , más o menos, 60 Kg año de emisión de Material Particulado.
- 10 kg de emisión generan un daño social en un rango entre \$110.000 y \$370.000 al año. (Dato del estudio)

==> Una vivienda promedio que usa leña genera un daño social anual entre \$ 660.000 y \$ 2.220.000.-
 • El gasto en leña de esa vivienda es en torno a los \$100.000.- al año.



GOBIERNO DE CHILE
COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS

Energías renovables (x)

Competitividad de las ERNC

Las ERNC que aparentan tener un grado de competitividad mayor en el SIC y SING son geotermia y minihidráulica.

Comparación de costos de distintas alternativas de generación

Tipo de energía	Costos de inversión US\$/MW	Costo total operación Mills/KWh	Factor de Planta %	Costo medio total de generación Mills/KWh	Fuente
No convencional					
Geotérmica	1.360.000	4,5	90	19-30	CNE - UChile
Fótica	1.012.000	6,7	30-33	43-56	CNE - UChile
Solar (PV)	4.550.000	7-20	7-15	240-300	US DOE
Biomasa	1.818.000	3,6-4,7	80-85	67-75	US DOE
Hidráulica					
Embalse	998.000	0,7	70	18	CNE
Pasada	1.320.000	0,7-3	52-75	17-33	CNE
Térmica					
Gas (CCC)	629.000	14,1	90	22,6	CNE
Térmica Carbón	922.000	16,5	75	32,3	CNE
Térmica diesel	424.000	80,9	30	81	CNE

GOBIERNO DE CHILE
COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS

Modificación de la Ley General de Servicios Eléctricos

Mediante Ley 19.940 (artículos 71-7 y 91) se mejoró la viabilidad técnica y económica de proyectos pequeños con energías no convencionales:

- Se asegura el derecho a la venta de energía y potencia en el mercado mayorista (spot) a cualquier generador independiente de su tamaño.
- Se establecen condiciones no discriminatorias para los pequeños generadores (menores a 9 MW) que participen en ese mercado, permitiéndoles un tratamiento comercial simplificado (estabilización de precios).
- Se da certeza jurídica de acceso a las redes de distribución para evacuar la energía generada por generadores menores a 9MW.
- Se libera total o parcialmente del pago de peajes de transmisión troncal para las fuentes no convencionales menores a 20MW.

GOBIERNO DE CHILE
COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS

Modificación de la Ley General de Servicios Eléctricos (ii)

Mediante Ley 20.018 (artículo 96 ter) se establece:

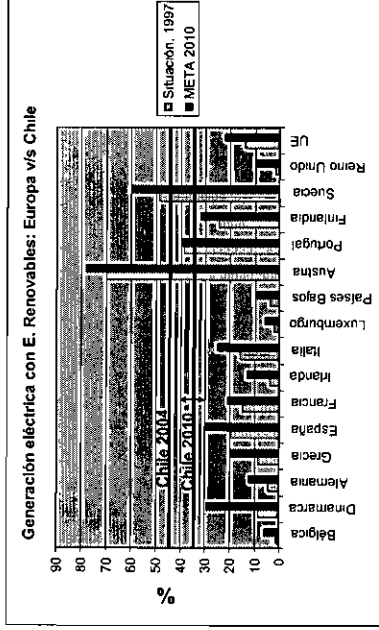
- Una opción de suministro a las empresas distribuidoras para los propietarios de medios de generación no convencionales (los señalados en el artículo 71-7), sin mediar licitación.
- El monto de los suministros está limitado al 5% de la demanda de los clientes regulados de las empresas distribuidoras.
- El precio del suministro es el precio de la componente de generación-transmisión que es traspasado a los clientes regulados por las empresas distribuidoras (precio de mercado).



GOBIERNO DE CHILE
COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS

Energías renovables Chile y Europa

A pesar de que es probable que la participación relativa de las renovables decaiga, comparativamente, la matriz de generación eléctrica mantendrá un alto porcentaje de E. Renovables



Fuente: CNE, a partir de información de POI, de CDECs y de Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea