



Universidad de Concepción

**SEMINARIO INTERNACIONAL  
BIOCOMBUSTIBLES Y SU FUTURO  
EN LA MATRIZ ENERGÉTICA**

Santiago, 4 de noviembre de 2009

**Transformación termoquímica de biomasa  
y su impacto en la matriz energética nacional**

**Alex Berg**

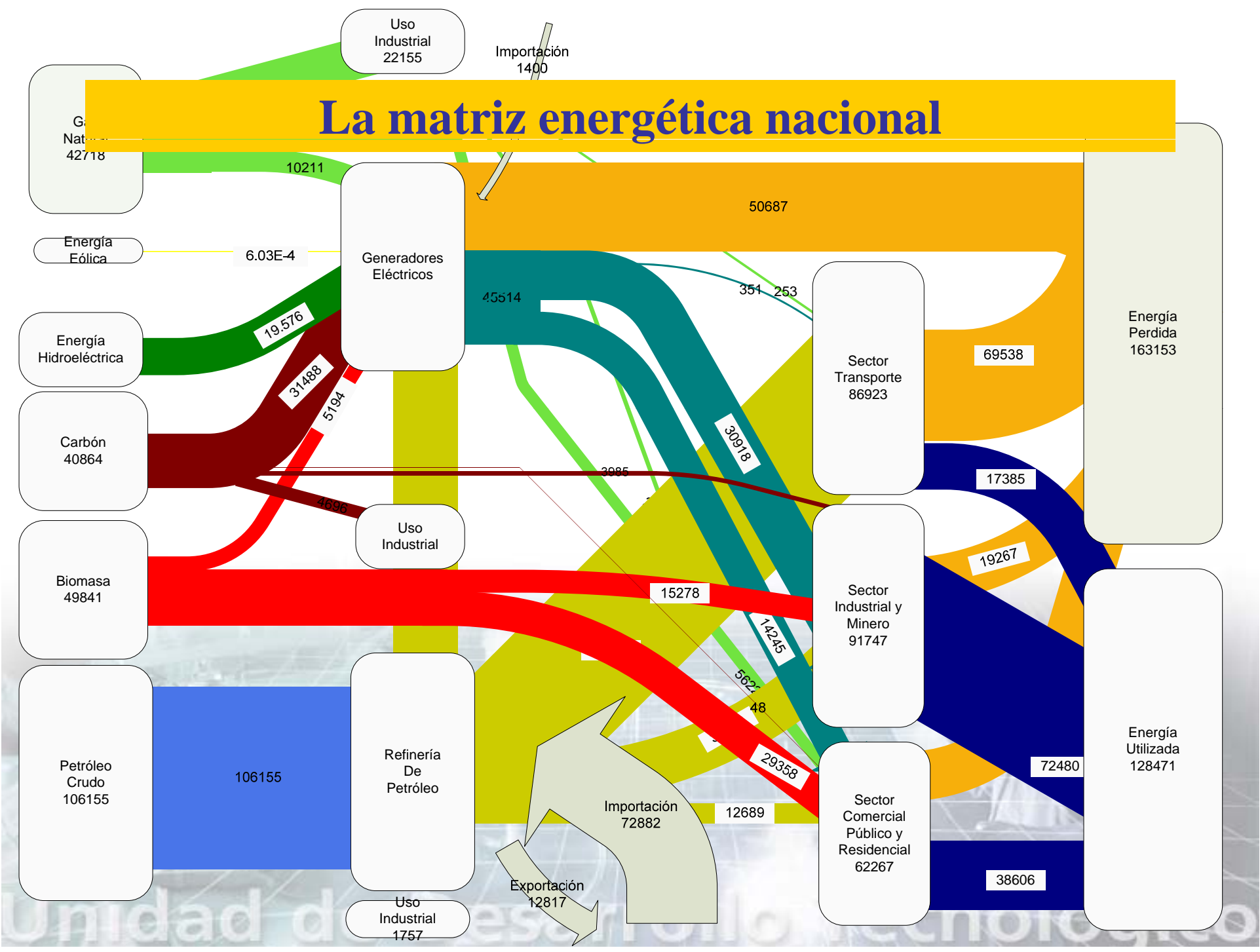
**Unidad de Desarrollo Tecnológico  
Universidad de Concepción  
Chile**



## Contenido

1. La matriz energética nacional
2. Tipos de biomasa y su disponibilidad
3. Conversión termoquímica de biomasa
4. Potencial energético de biomasa
5. Conclusiones

# La matriz energética nacional

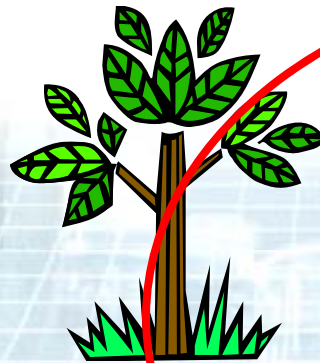


# Tipos de biomasa y su disponibilidad

## Biomasa:

Toda materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial.

- Bosques
- Cultivos agrícolas
- Algas marinas
- Animales



- Residuos sólidos urbanos
- Residuos orgánicos industriales
- Efluentes líquidos
- Lodos de plantas de tratamiento
- Residuos forestales
- Residuos agrícolas
- Residuos de animales

# Tipos de biomasa y su disponibilidad

## Biomasa forestal usada energéticamente:

Aserrín	~ 3,5 MM m <sup>3</sup>
Corteza	~ 1,0 MM m <sup>3</sup>
Leña	~ 10 MM m <sup>3</sup>

## Biomasa forestal sin uso comercial:

Subproductos industriales	~ 1 MM m <sup>3</sup>
Residuos cosecha forestal	3,5 – 4,0 MM m <sup>3</sup>
Bosque nativo	5 - 10 MM m <sup>3</sup>

Abastecimiento de biomasa

# Conversión termoquímica de biomasa

Transporte, almacenamiento, pretratamiento

Conversión termoquímica

Gasificación, pirólisis

Conversión física y química

Densificación, modificación química

Conversión bioquímica

Fermentación alcohólica  
fermentación anaeróbica

Procesos de conversión

Biocombustibles

Sólidos, líquidos, gaseosos

Biomateriales

Termoplásticos, termoestables

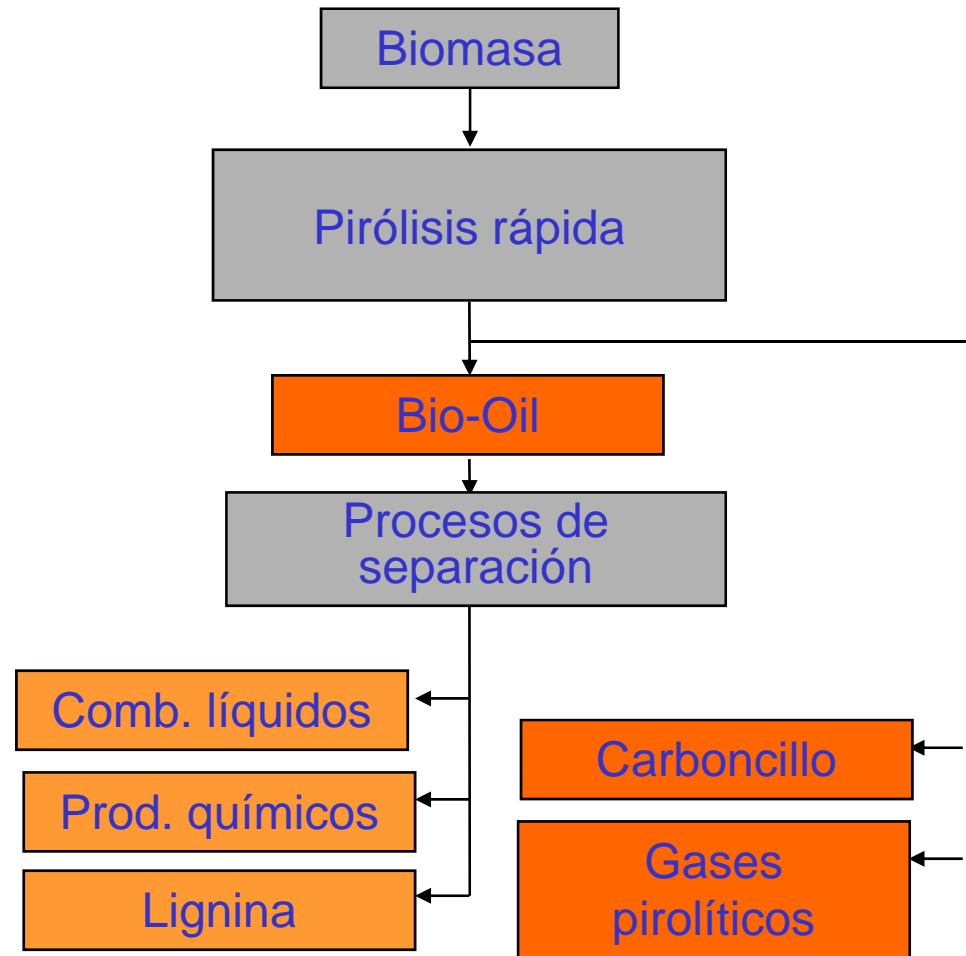
Productos químicos

Fenoles, alcoholes, ácidos, carbohidratos, químicos finos

Desarrollo de productos

# Conversión termoquímica de biomasa

## Pirólisis



### Proyectos:

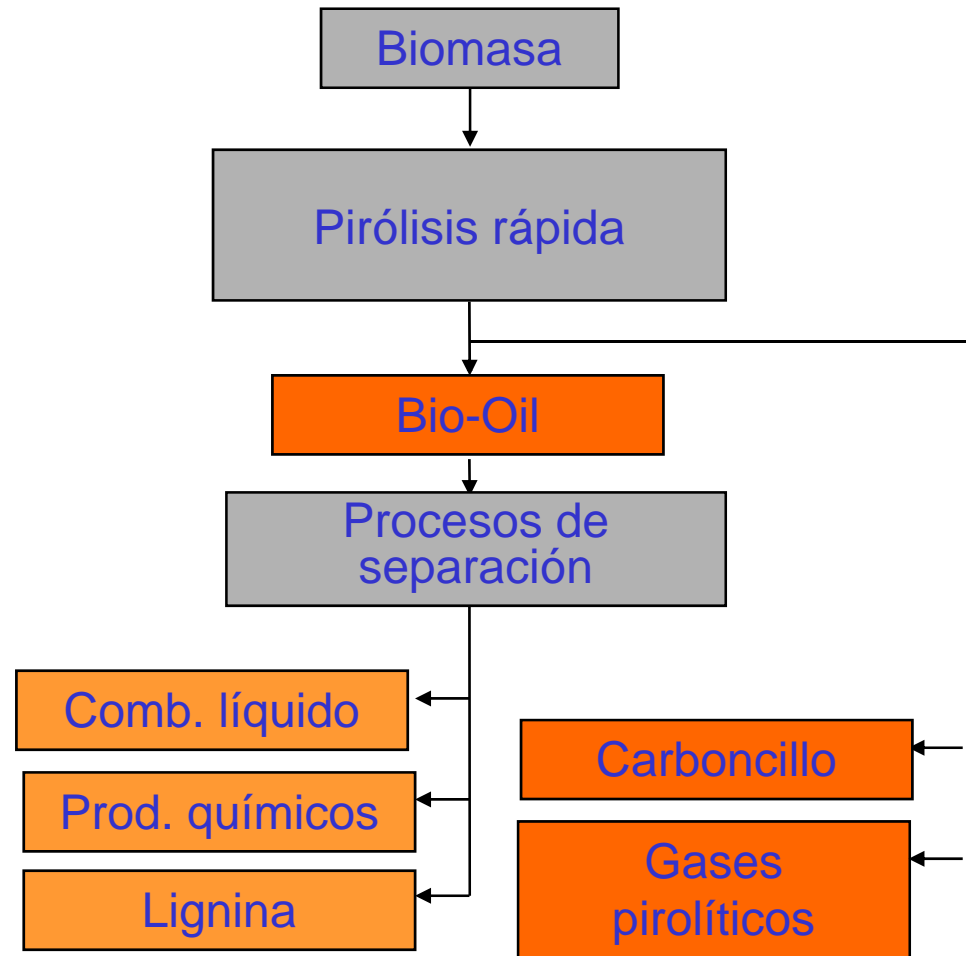
- FONDEF: “Obtención de Productos Químicos de Alto Valor y Combustible Líquido Mediante Conversión Termoquímica de Biomasa” (UDT), 2009 – 2010.
- CONICYT BASAL: “Diseño y Construcción de Reactor de tres Etapas para Pirólisis Flasch” (UDT), 2008 – 2009.
- CONICYT BASAL: “Desarrollo y Evaluación de Métodos analíticos para la Determinación de Compuestos volátiles, ácidos orgánicos y levoglucosano en Bio Oil” (UDT), 2008 – 2009.

# Conversión termoquímica de biomasa

## Pirólisis



Reactor fluidizado de tres etapas  
Universidad de Concepción



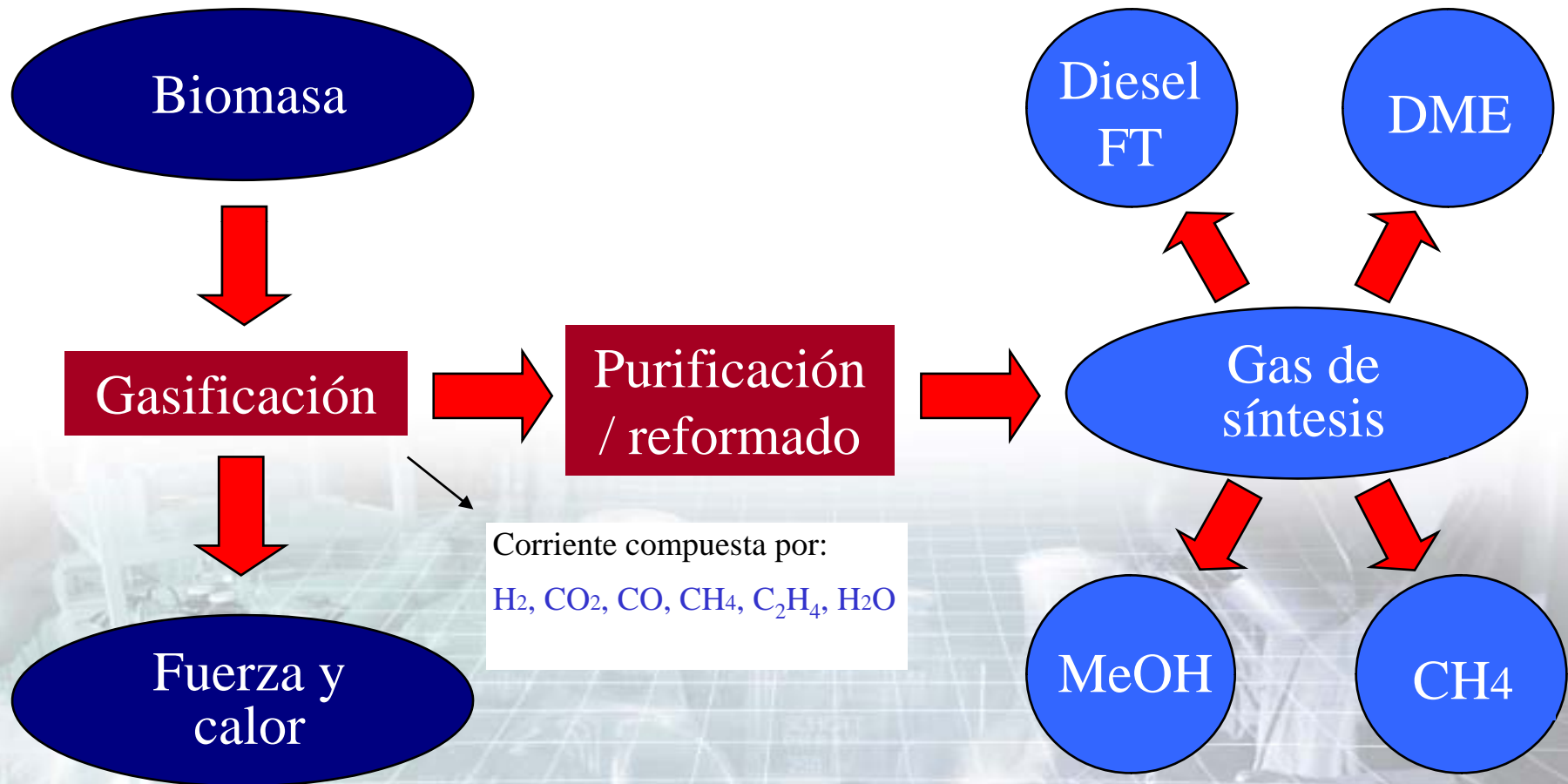
### Proyectos:

- FONDEF: “Obtención de Productos Químicos de Alto Valor y Combustible Líquido Mediante Conversión Termoquímica de Biomasa” (UDT), 2009 – 2010.
- CONICYT BASAL: “Diseño y Construcción de Reactor de tres Etapas para Pirólisis Flasch” (UDT), 2008 – 2009.
- CONICYT BASAL: “Desarrollo y Evaluación de Métodos analíticos para la Determinación de Compuestos volátiles, ácidos orgánicos y levoglucosano en Bio Oil” (UDT), 2008 – 2009.



# Conversión termoquímica de biomasa

## Gasificación



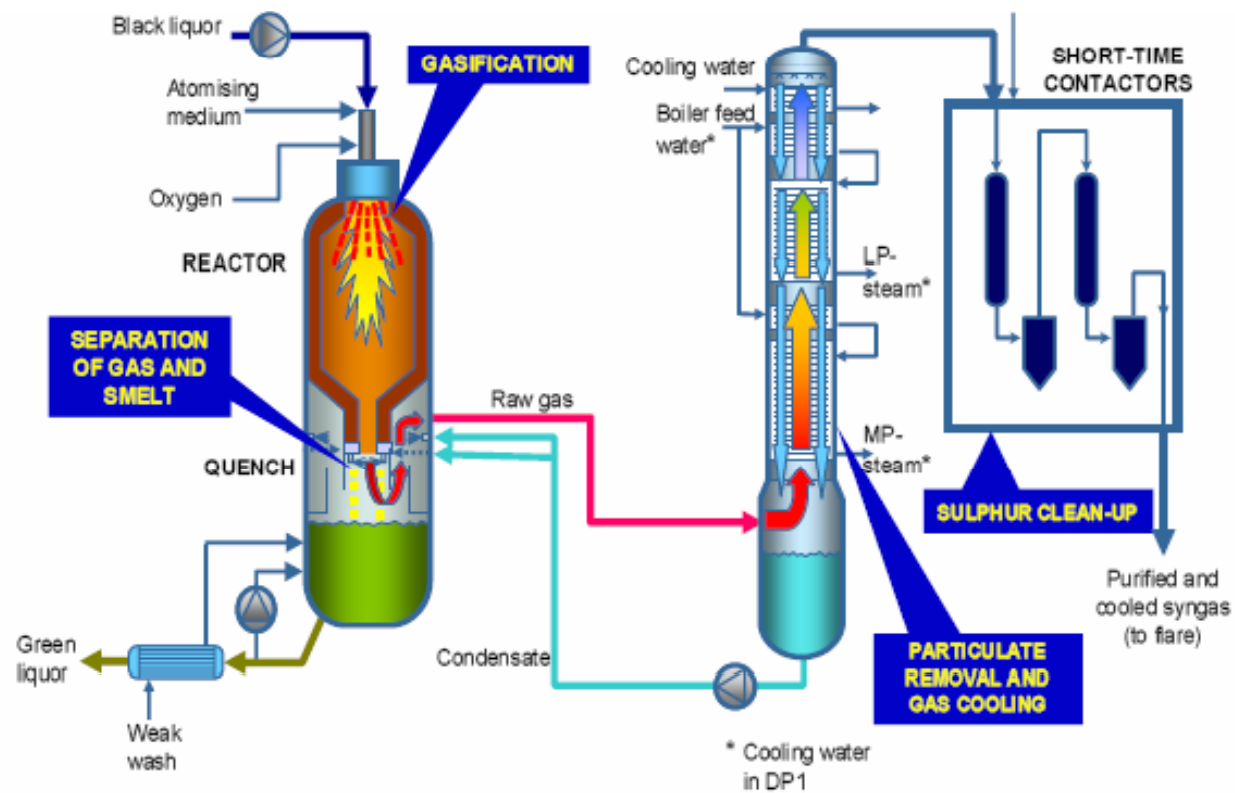
# Conversión termoquímica de biomasa

## Gasificación

### Gasificación de licor negro

#### Proceso CHEMREC:

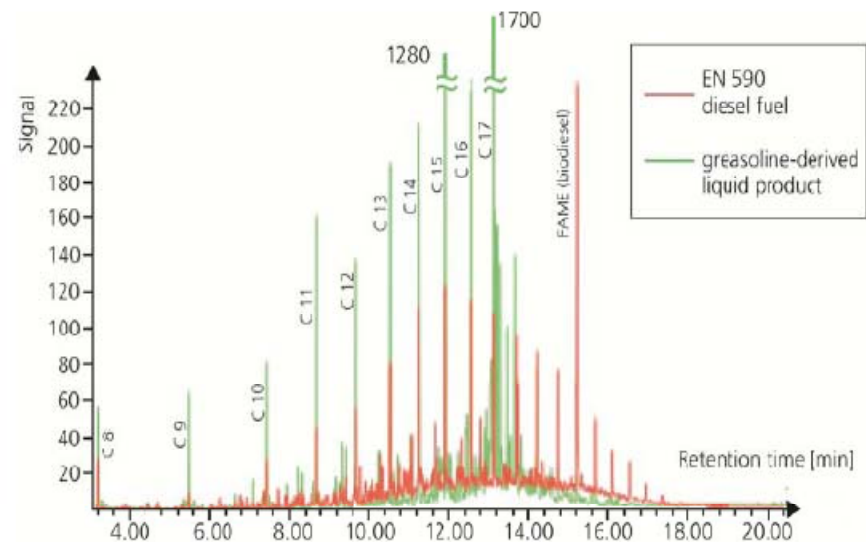
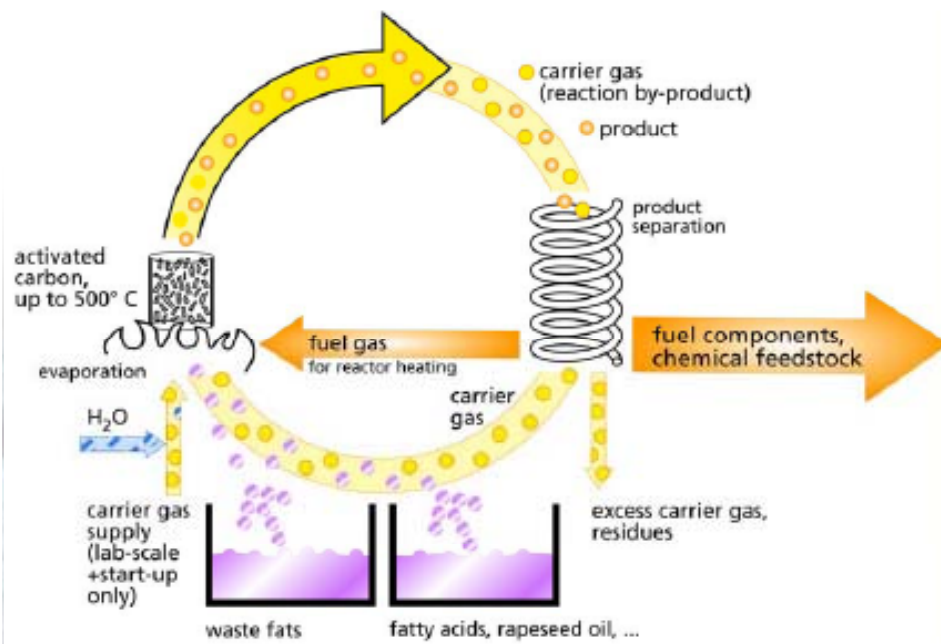
- Planta Weyerhaeuser New Bern en North Carolina, EEUU (1996, 2003)
- Planta Pitea, Suecia
- Producción nacional: 4 MM ton/año



# Conversión termoquímica de biomasa Pirólisis

## Uso energético de Tall Oil

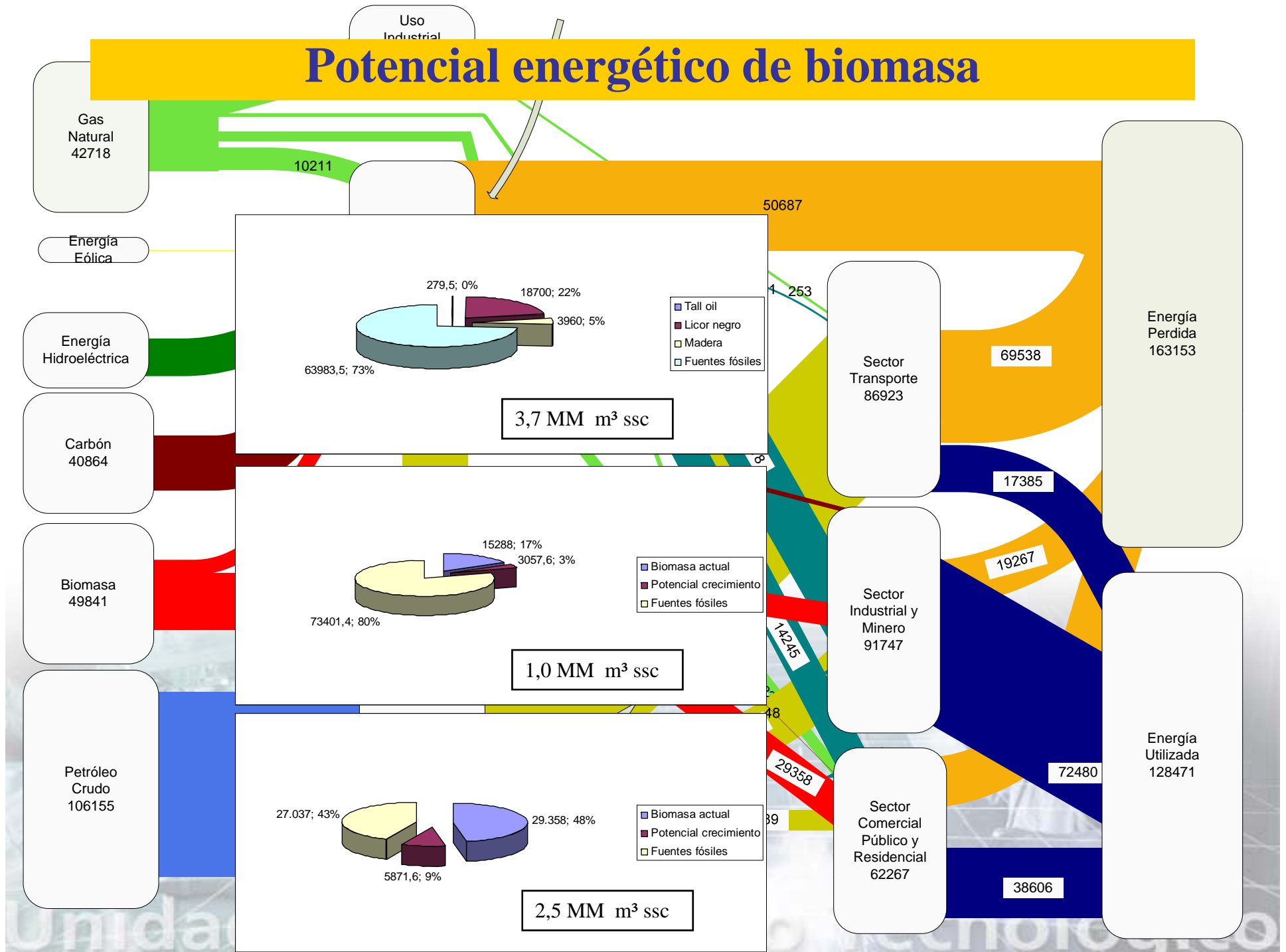
- Producción: ~ 50.000 ton/año
- Poder calorífico: 36.000 MJ/kg
- Proceso de conversión: Greasoline



Proyecto:

Fondef “Combustible diesel y productos químicos finos a partir del tall oil” (UDT y Fraunhofer Umsicht), 2009-2011

# Potencial energético de biomasa



# Conclusiones

1. En Chile existe abundante biomasa forestal, a bajos costos.
2. A corto y mediano plazo, el uso de biomasa residual como materia prima para producir combustibles sólidos estandarizados es la alternativa energética alternativa con mayores beneficios privados y sociales.
3. A largo plazo, la conversión termoquímica es una alternativa promisorio, idealmente a la forma de una bio-refinería que maximice el valor agregado de la producción.
4. El país podría aumentar fuertemente la importancia relativa de la biomasa forestal como fuente alternativa al petróleo; tanto para producir combustibles, materiales como productos químicos; para que ello ocurra, el Estado y las Empresas y los centros de I&D deben colaborar y establecer una estrategia de desarrollo común.

# *Gracias*

[aberg@udt.cl](mailto:aberg@udt.cl)

Unidad de Desarrollo Tecnológico

# Características Bio Oil

Rendimiento	70-80%
pH	2,4
Contenido de agua	20-30 %
Densidad	1,200 kg/m <sup>3</sup>
Poder calorífico (PCI)	16-20 MJ/kg
Relación másica C/H/O	55 : 6 : 38

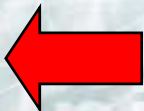
Problemas de Bio-Oil si se usa como combustible industrial:

- Inestable en el tiempo
- Corrosivo
- Bajo poder calorífico
- Difícil ignición

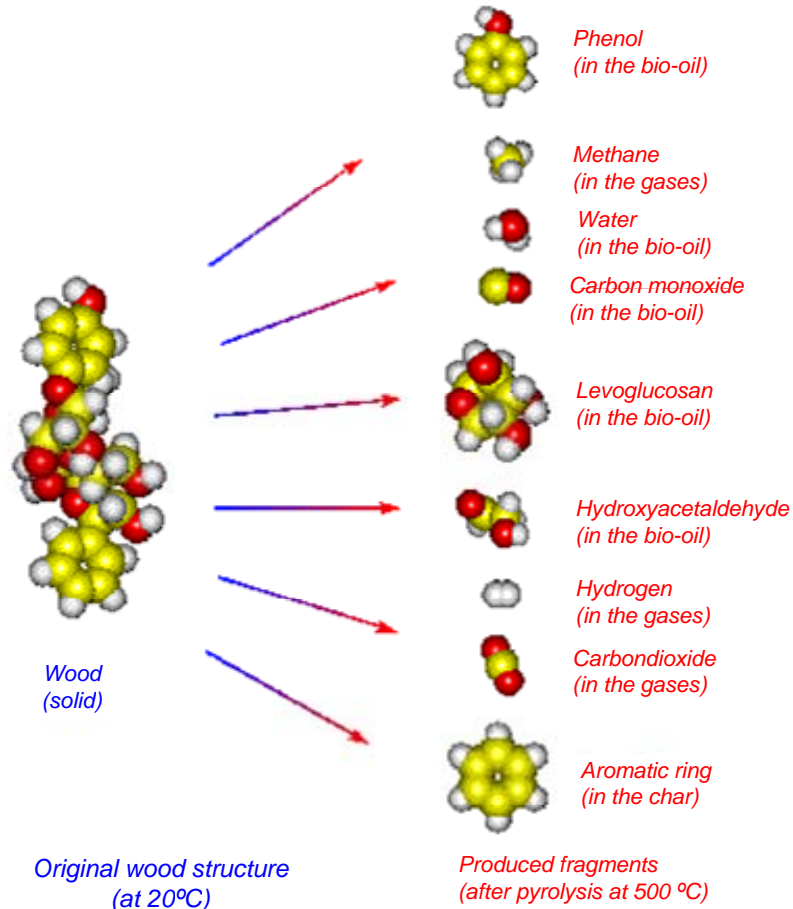


Combustible	Poder calorífico (PCI) (MJ/l)
Aserrín de madera	< 1
Astillas de madera	3
Bio-Oil	21
Fuel Oil 6	39
Etanol	24

*Fuente: Fast Pyrolysis of Biomass: A Handbook volume 2. A V Bridgwater PyNe (2002)*











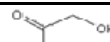
# Compuestos químicos en bio-oil



Source: Biomass Technology Group (btg)  
(<http://www.btgworld.com>)



# Compuestos químicos en bio-oil

Componente	Fórmula	Estructura Química	Concentración en Bio-oil (%)			
			Ensyn	BTG	Dynamotive	Pyrovac
Agua	H <sub>2</sub> O		20.3	30.4	21.1	15.7
Glioxal	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		0.84	1.51	1.32	0.92
Hidroxyacetaldehído	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>		3.69	6.65	5.65	2.54
Levoglucosano	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>		3.71	2.96	4.48	3.72
Formaldehído	CH <sub>2</sub> O		0.83	2.63	2.07	0.76
Ácido fórmico	CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		4.73	3.17	3.7	2.25
Acido acético	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>		1.29	3.15	2.85	0.80
Butanol	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O		1.63	2.82	3.91	1.10
Hidroxiopropanona	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>					

*Fuente:* [www.dynamotive.com](http://www.dynamotive.com); [www.ensyn.com](http://www.ensyn.com); [www.btgworld.com](http://www.btgworld.com)

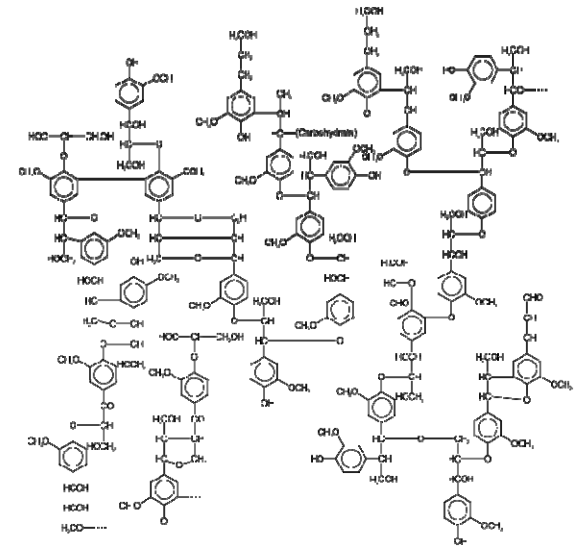


# Lignina

## Componente de resinas termoplásticas

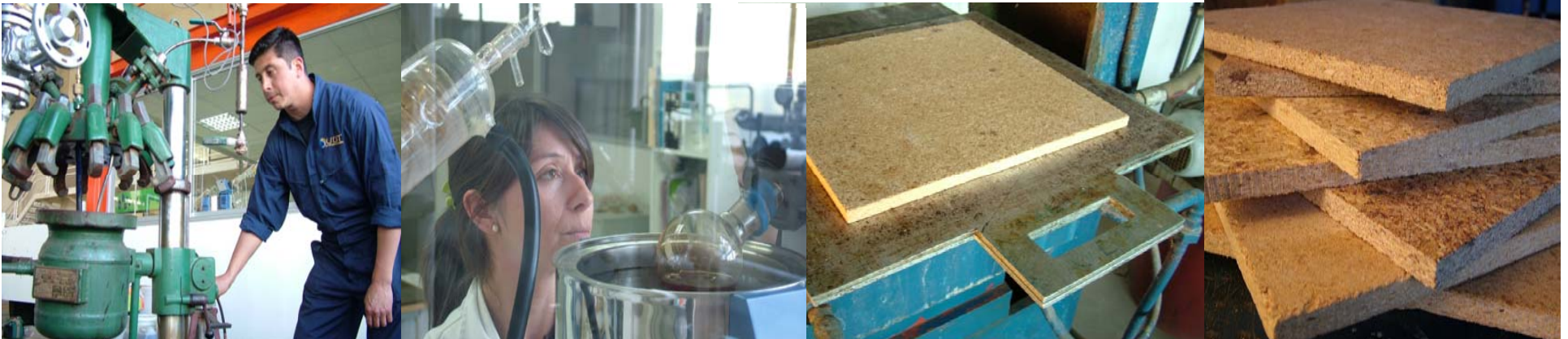
### Aplicación:

- Tableros OSB
- Tableros contrachapados
- Abrasivos, moldes de fundición, etc.



### Proyectos:

INNOVA BÍO BÍO “Aplicación de conocimientos biotecnológicos y químicos avanzados, para separar los componentes de la madera” (UDT) 2008-2010

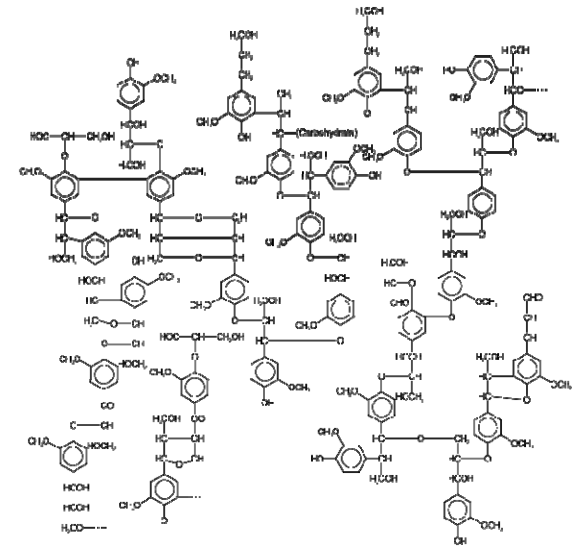


# Lignina

## Reemplazo de fenol en resinas fenol-formaldehído

### Aplicación:

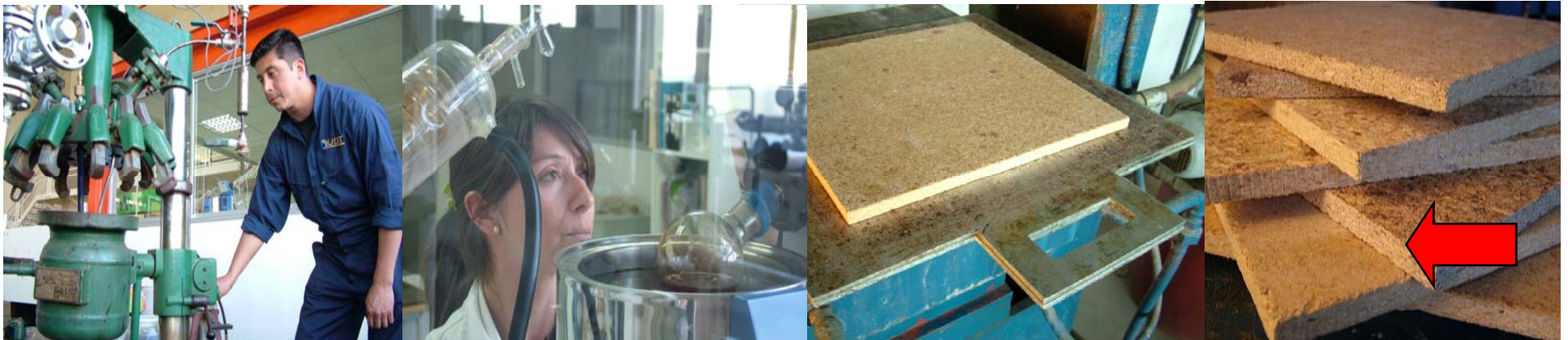
- Perfiles extrusionados
- Productos inyectados
- Productos termoformados
- Encapsulante de fertilizantes de liberación controlada



### Proyectos:

ANR-CONICYT “NATMAT” (UDT, University of Nancy), 2009-2011

Fondef D08I1100 “Desarrollo de Productos Comerciales a partir de paja de trigo” (UDT), 2009-2011



# Carboncillo (carbón vegetal)

## Usos:

- Combustible
- Nanotubos de carbono
- Carbón activado

## Producción de pellets:

- Aserrín
- Carboncillo
- Madera tostada



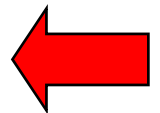
## Proyectos:

- INNOVA CHILE: “Uso sustentable de Biomasa como fuente de energía en la Región de Aysén” (UDT), 2008 – 2010.



# Gasificación

Gases para generación de fuerza y calor (calderas, centrales de poder, hornos de cal, etc.)



## Proyectos:

- CONSORCIO BIOCOTSA S.A. (ENAP, FORENERGY and Universidad de Chile), 2008 – 2012.
- FONDEF: “Generación y Uso de Gases Biogénicos en Chile como Sustituto de Gas Natural (SNG)” (UDT).
- FONDEF D04I1083: “Desarrollo de un Reactor molecular para la Generación de Energía a partir de Biomasa a pequeña y mediana Escala” (Universidad de Chile), 2005 – 2008.