



Universidad de Chile

# Energía a partir de Biomasa

Oriana Salazar

Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología

Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología (ICDB)

Centro de Ing. Bioquímica y Biotecnología

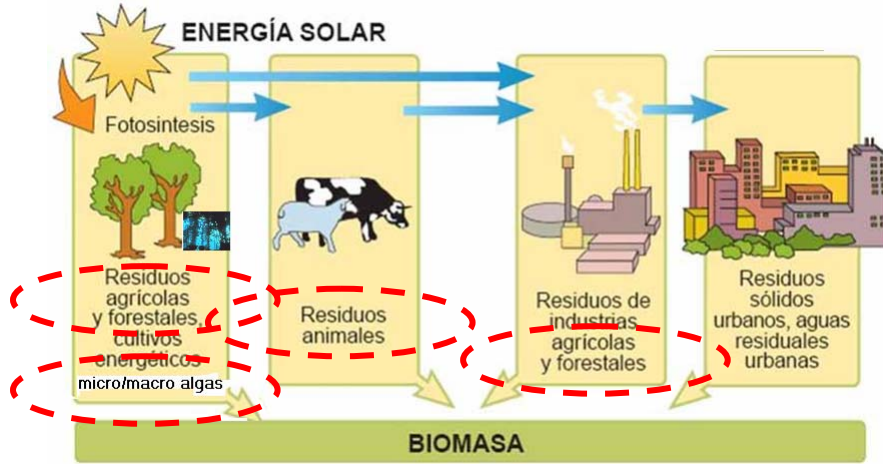
Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas

Universidad de Chile

## ¿ QUE ES LA BIOMASA ?

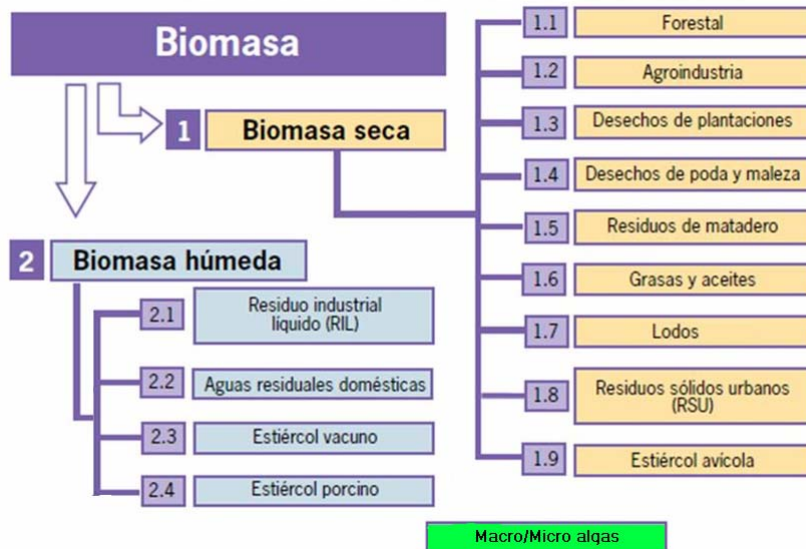
Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

# Tipos de Biomasa



3

## Clasificación de los distintos tipos de biomasa disponibles



4

## BIOMASA SECA

### Cultivos energéticos

Miscantus, Panicum, Salix, etc



### Restos de cosecha

Residuos de Bosques, Agrícolas, etc



### Subproductos orgánicos

Aserrín, guano, etc



### Desechos urbanos

Madera reciclada



## Por qué la biomasa?

- Agotamiento de combustibles fósiles (petróleo, gas natural, carbón de piedra)
- Fotosíntesis
  - El  $CO_2$  creado por combustión es fijado por la biomasa al crecer.
  - La emisión neta de  $CO_2$  es cero
- Renovable

## Otras ventajas de la Biomasa

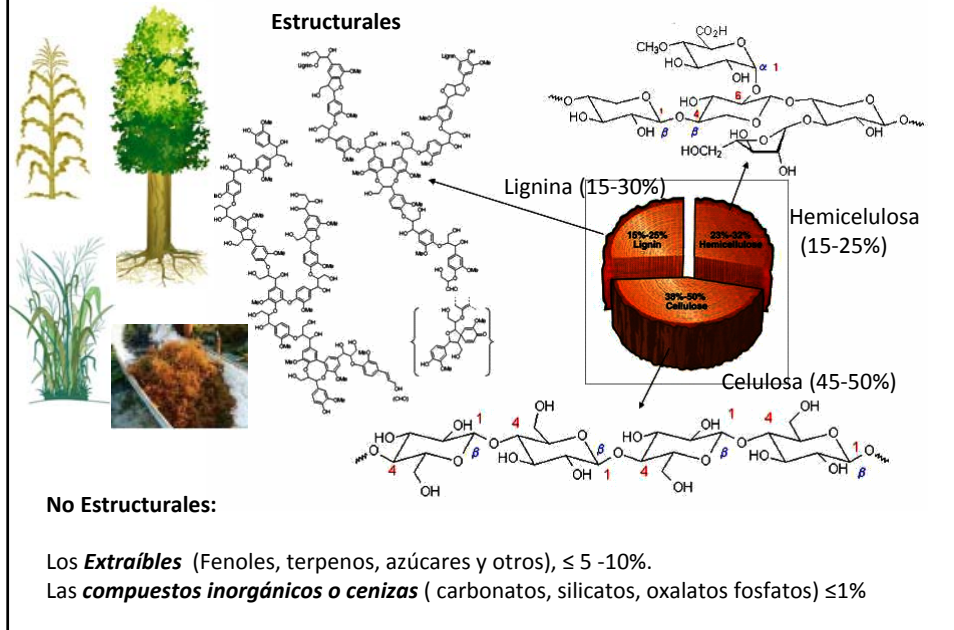
- Permite eliminar residuos orgánicos e inorgánicos, dándoles una utilidad.
- No emite contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni apenas partículas sólidas.
- Permite el reciclaje y disminución de residuos. Canaliza, por tanto, los excedentes agrícolas alimentarios, permitiendo el aprovechamiento de las tierras de retirada.
- Los cultivos energéticos sustituirán a cultivos que son excedentes en el mercado de alimentos. Eso puede ofrecer una nueva oportunidad al sector agrícola.
- Puede provocar un aumento económico en el medio rural.
- Disminuye la dependencia externa del abastecimiento de combustibles.

## CARACTERIZACIÓN DE LA BIOMASA

## COMPOSICIÓN QUÍMICA

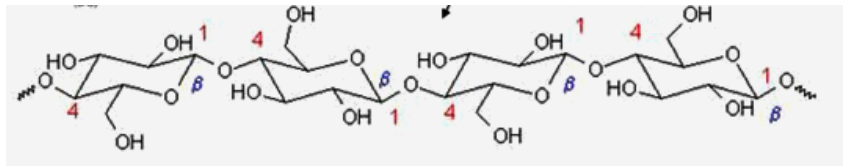
Compuesto	Porcentaje aproximado
Carbono	50%
Oxígeno	43%
Hidrógeno	6%
Nitrógeno, Azufre, Otros	1%

## COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL



## CELULOSAS

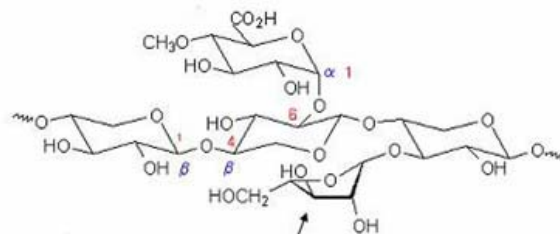
La **Celulosa** es un polímero lineal de anhidro-glucopiranosas, unidas por enlaces  $\beta$  1- 4, de alto P.M. (10.000), asociados en estructuras supramoleculares (fibrillas), altamente ordenadas y unidas por puentes de hidrógeno formando zonas cristalinas y amorfas. Forman entre 45-50%.



Celulosa

## HEMICELULOSAS

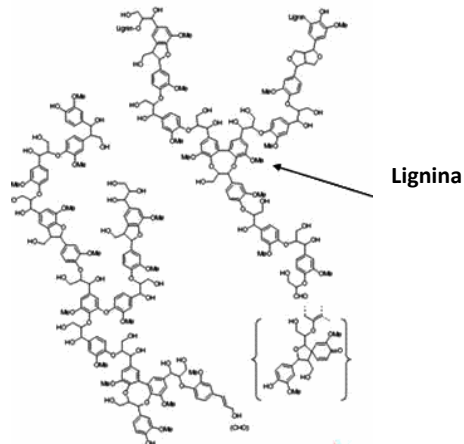
**Hemicelulosas**, están compuestas por otros azúcares además de glucosa (xilosa, galactosa, manosa, arabinosa, ramnosa y ácidos urónicos y grupos acetilo principalmente), son de menor PM (60 - 200) y ramificadas. Forman entre 15 – 25 %.



Hemicelulosa

## LIGNINA

La **Lignina** corresponde a un polímero fenólico tridimensional, amorfo de muy alto P.M., constituido en proporciones variables por tres unidades básicas fenil-propanoides (Guayacilo, Siringilo y p- Hidroxifenilo). – Forman entre 15-30%

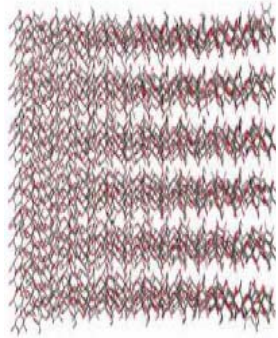


### No Estructurales:

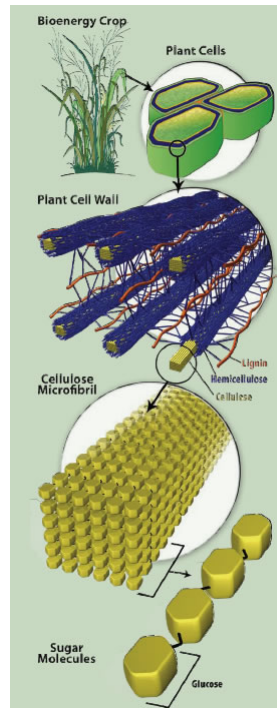
Los **Extraíbles** corresponden a una amplia gama de productos orgánicos (Fenoles, terpenos, azúcares y otros), presentes en el lúmen de las células y que pueden ser removido por solventes neutros. Cumplen variadas funciones protección, reserva entre otras. Forman  $\leq 5 -10\%$ .

Las **compuestos inorgánicos o cenizas** son el residuo de óxidos de sales metálicas ( carbonatos, silicatos, oxalatos fosfatos), que queda después de la calcinación de la madera. Forman  $\leq 1\%$

## Principales Relaciones Estructurales Entre Estos Componentes



La estructura cristalina de celulosa resiste la entrada de agua. Por lo tanto, el desarme de esta estructura es muy difícil, ya que las enzimas y otros catalizadores están en solución



## Contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina en diferentes residuos agrícolas y desechos

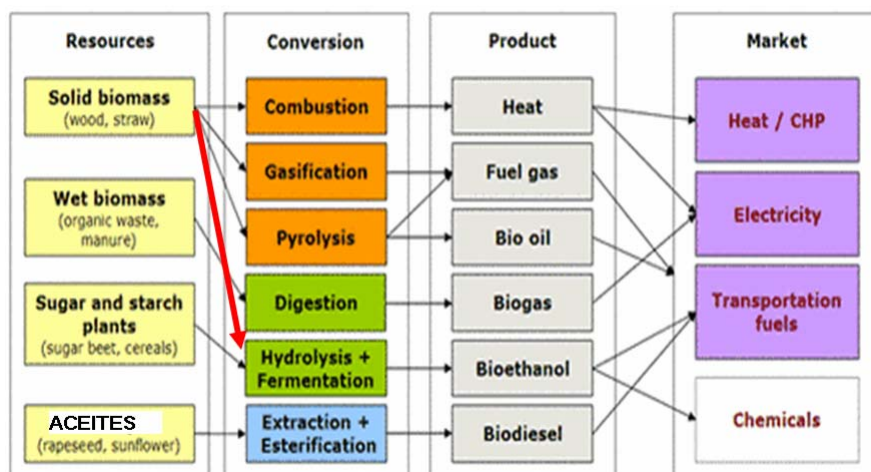
Material lignocelulósico	Celulosa [%]	Hemicelulosa [%]	Lignina [%]
Tallos de madera dura	40-55	24-40	18-25
Tallos de madera blanda	45-50	25-35	25-35
Cáscaras de nueces	25-30	25-30	30-40
Mazorcas de maíz	45	35	15
Pastos	25-40	35-50	10-30
Papel	85-99	0	0-15
Paja de trigo	30	50	15
Hojas	15-20	20	20
Papel de diario	40-55	25-40	18-30
Papel de desecho de pulpas químicas	60-70	10-20	5-10
Sólidos primarios de aguas de desecho	8-15	N/A	24-29
Desechos de puercos	6	28	N/A
Estiércol sólido de ganado	1,6-4,7	1,4-3,3	2,7-5,7

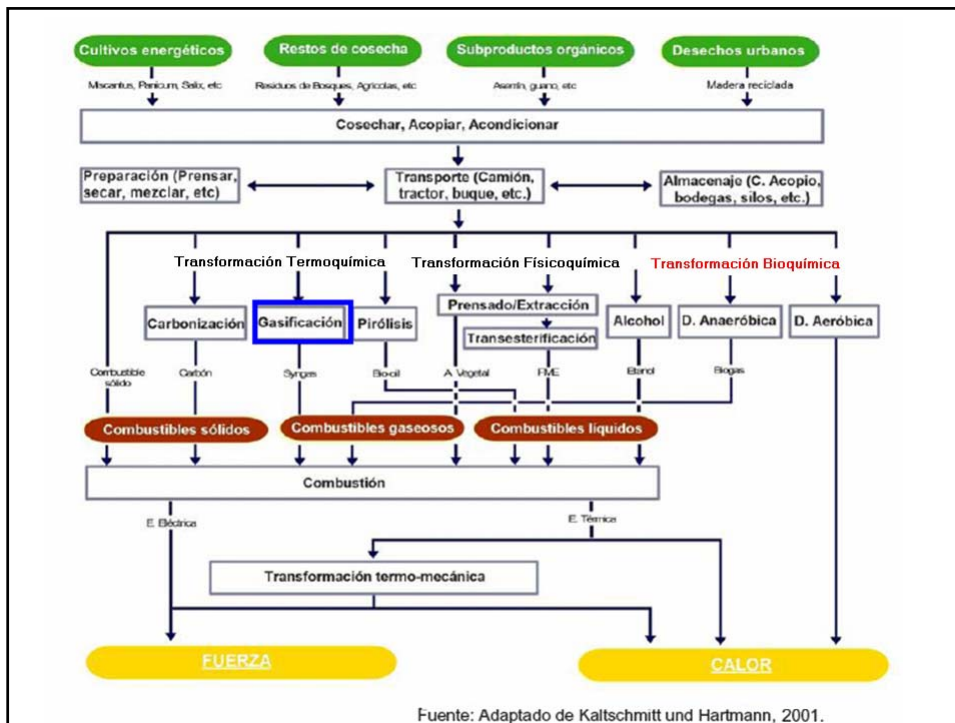


# PROCESAMIENTOS DE LA BIOMASA PARA PRODUCIR ENERGIA

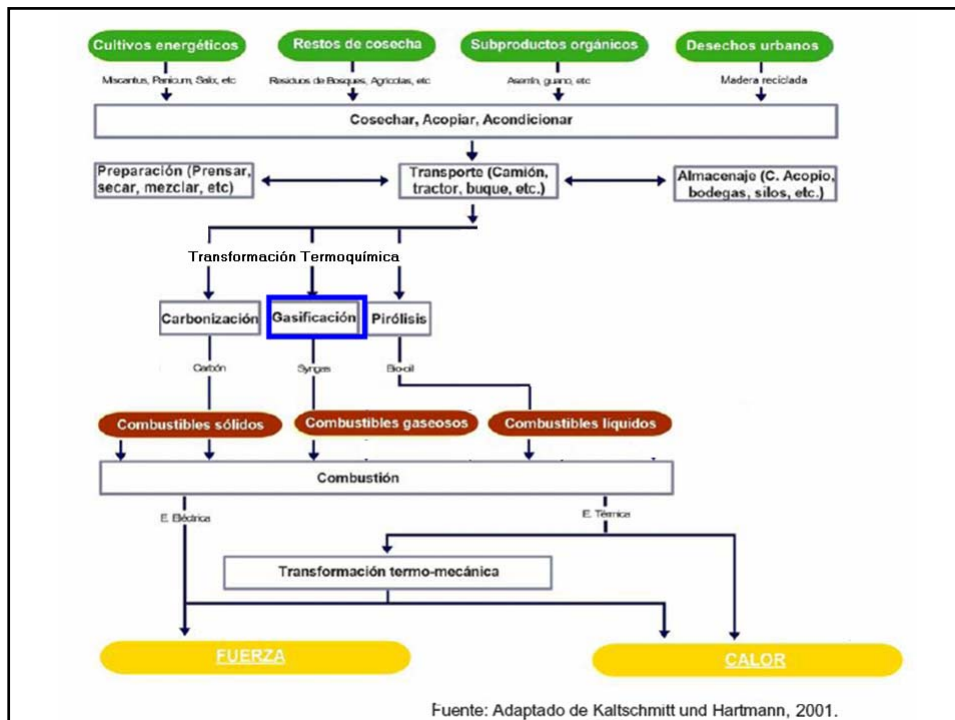
17

## Alternativas de Procesamiento de Biomasa para producir Energía





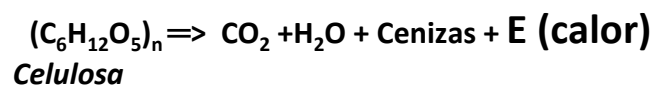
## TRANSFORMACIONES TERMOQUIMICAS



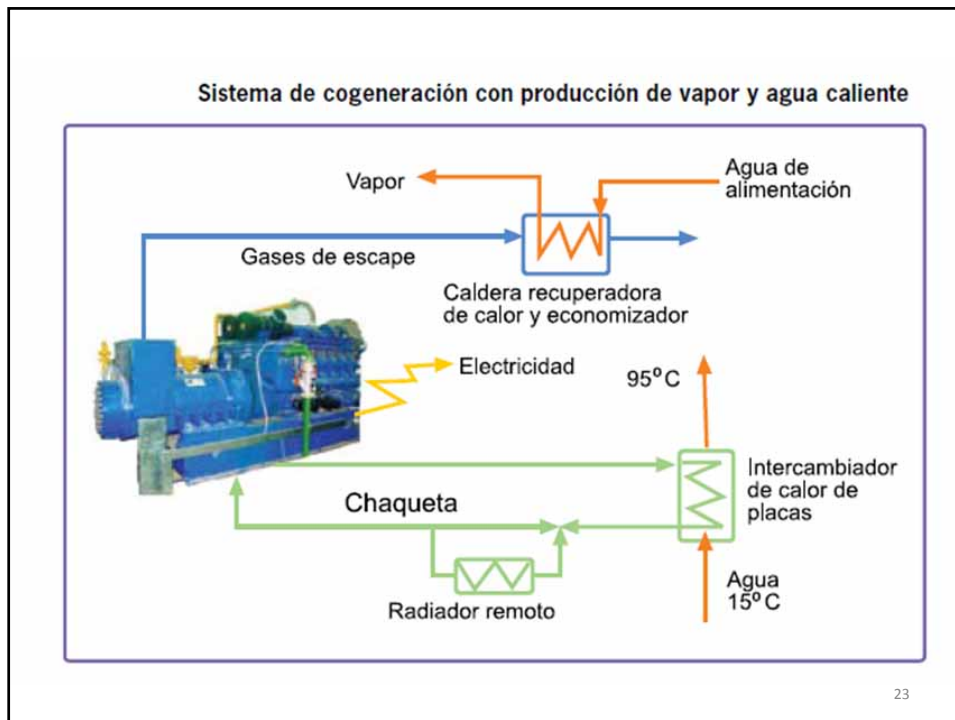
## Combustión

Cuando una sustancia orgánica (madera) reacciona con oxígeno produciendo sólo  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .

### Combustión Completa



Adicionalmente este calor puede ser transformado a energía eléctrica, COGENERACION.



## Gasificación

- La gasificación es un proceso termoquímico en el que un sustrato carbonoso (carbón, biomasa, plástico) es transformado en un gas combustible mediante una serie de reacciones que ocurren en presencia de un agente gasificante (aire, oxígeno, vapor de agua o hidrógeno).

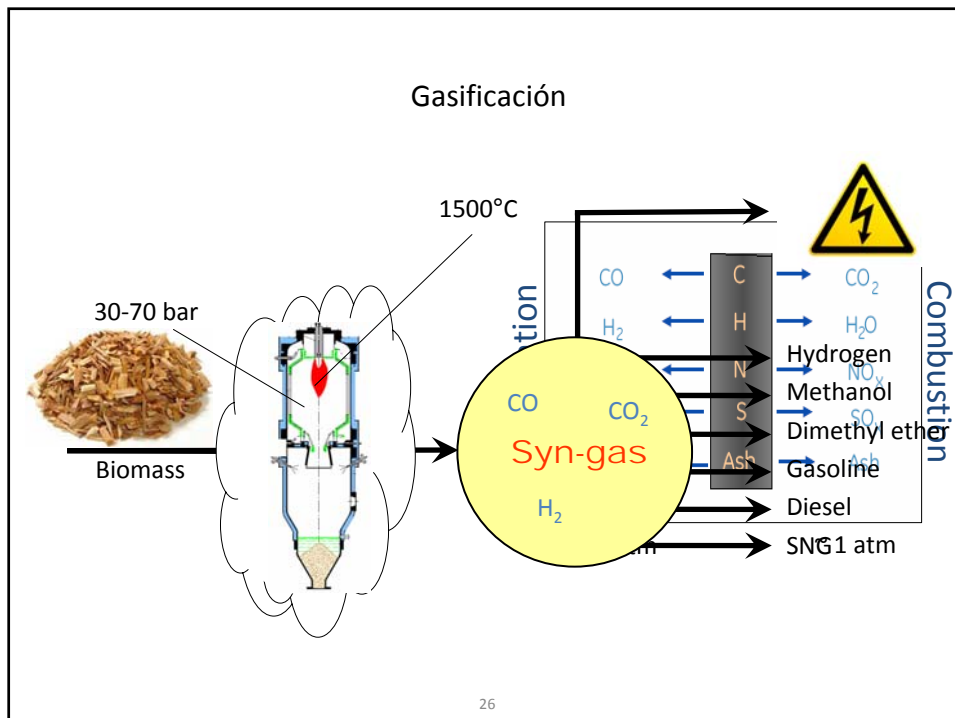
# Gasificación

## **GAS POBRE**

Si el proceso es realizado en ausencia de aire u oxígeno o con un suministro restringido, alcanzando temperaturas de alrededor de 1.000 °C, se genera un gas de bajo Poder Calorífico (PC~ 5,2 MJ/m<sup>3</sup>), compuesto de dióxido (CO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO), metano (CH<sub>4</sub>), Hidrógeno (H<sub>2</sub>)y Nitrógeno (N<sub>2</sub>).

## **GAS DE SINTESIS**

En presencia de oxígeno puro y vapor adicional, la gasificación genera un gas de muy bajo contenido de N<sub>2</sub> y de PC mayor (~ 11 MJ/m<sup>3</sup>), el que puede ser limpiado y enriquecido con H<sub>2</sub> para convertirlo en *Gas de Síntesis*, compuesto de CO e H<sub>2</sub> solamente. **Adecuado para la síntesis de combustibles y productos químicos.**



“ Caso 1: Desarrollo de un reactor molecular para la generación de energía a partir de biomasa a pequeña y mediana escala”



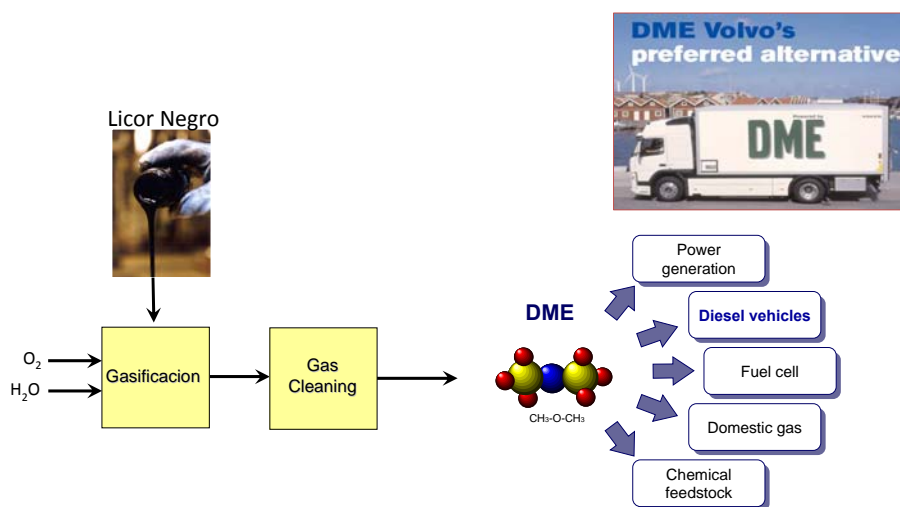
Producción de Gas: 180 m<sup>3</sup>/hr.

Consumo combustible-biomasa: 70-75 kg/hr

Potencia mecánica equivalente: 95-100 HP

Fuente: PROYECTO FONDEF D04I1083

Caso 2: Producción de dimetil eter (DME) desde Licor Negro



## Caso 3: Proceso SUN DIESEL – CHOREN / SHELL



1º etapa  
Gasificación

2º etapa  
Limpieza  
Gases

3º etapa:  
Fischer  
Tropsch

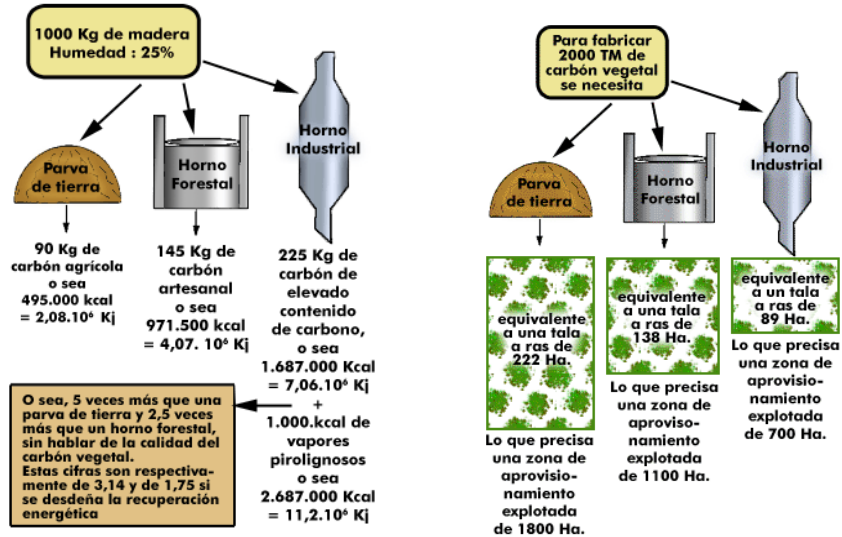
1. **Gasificación:** producción de una corriente de combustible gaseoso.
2. **Tratamiento de gases:** lavado de gases para la reducción del alquitrán y metano producidos generalmente en la etapa anterior.
3. **Proceso de Fischer-Tropsch (FT)** es una reacción química catalizada en la cual el monóxido de carbono y el hidrógeno se convierten en hidrocarburos líquidos, sustitutos sintéticos del petróleo, BIODIESEL.

## Carbonización-Pirólisis

Rompimiento térmico de los macro-polímeros de la madera a moléculas más pequeñas, constituyentes del carbón vegetal, productos gaseosos y un líquido condensable (alquitrán), compuesto por una serie de productos químicos.

*"Descomposición térmica de la madera en ausencia de aire a temperaturas de hasta 500 °C."*

## Carbonización



## Productos Derivados de la Carbonización

Producto	Porcentaje	Derivados
Carbón	33-41%	Carbón Activado
Metanol	3-7%	Químicos
Alquitrán	11-19%	Químicos
Gases No Condensables	15-17%	Combustión