


Una bio-solución 
al cambio climático

Toledo 26 de mayo de 2010

índice

Una bio-solución al cambio climático

Biorefinería y un modelo

Una bio-solución al cambio climático



- La evolución de los mercados induce a una industria en continua transformación y cambios en la estructura forestal maestra
- Plataformas complementarias se unen, PTF, Biocombustibles para transportes y ...
- Para establecer *“Taskforce Biorefinery”*:
 - La PTF efectúa un “grupo de operaciones” sobre biorefinería
 - “grupo de operaciones” deben crear un marco dentro de este objetivo con expertos destacados y focalizado para Europa, asesorar a la PTF
 - PTF marca tendencias de I+D+i para atender la demanda de bio-productos y bio-combustibles

Una bio-solución al cambio climático



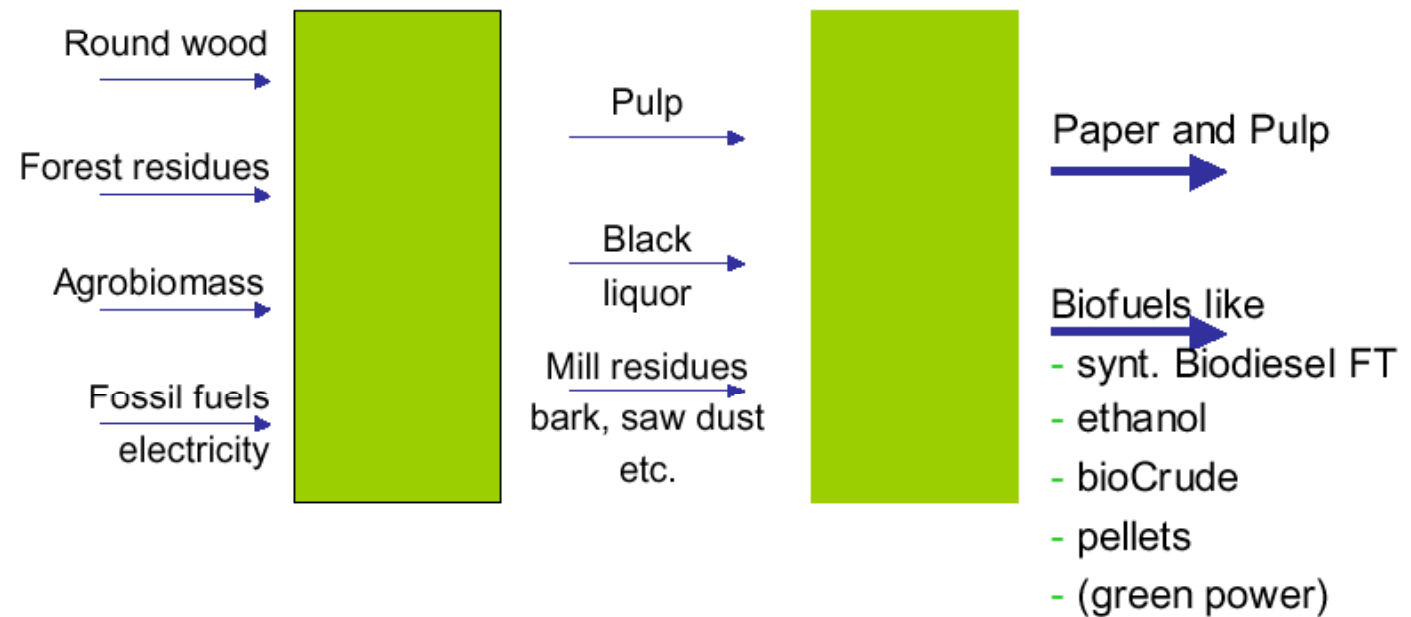
Definiciones y Visión:

- Los temas ligados a la biorefinería generan más valor añadido a la materia prima para el sector forestal
- Estos valores añadidos puede ser en forma de productos actuales, productos químicos y energía
- La biorefinería es una oportunidad para el sector forestal
- La biorefinería debe definirse como:

“el uso eficiente del total potencial de la materia prima y en procesos del sector forestal hacia la ampliación del rango del alto valor añadido de los productos (por cooperación en y entre cadenas)”

Antecedentes:

Valor añadido desde la biorefinería



PTF & I / *"Biorefinery Taskforce"*



Informe:

- Un campo de áreas políticas sobre la biorefinería
- Un análisis de los desarrollos y procesos de biorefinería
- Un plan de trabajo de las PTs
- A través del análisis de las áreas clave seguir avanzado en los desarrollos de la biorefinería
- Asesorar a la PTF y Comisión
- Reconducir a la PTF y publicar



Biorefinería forestal integrada



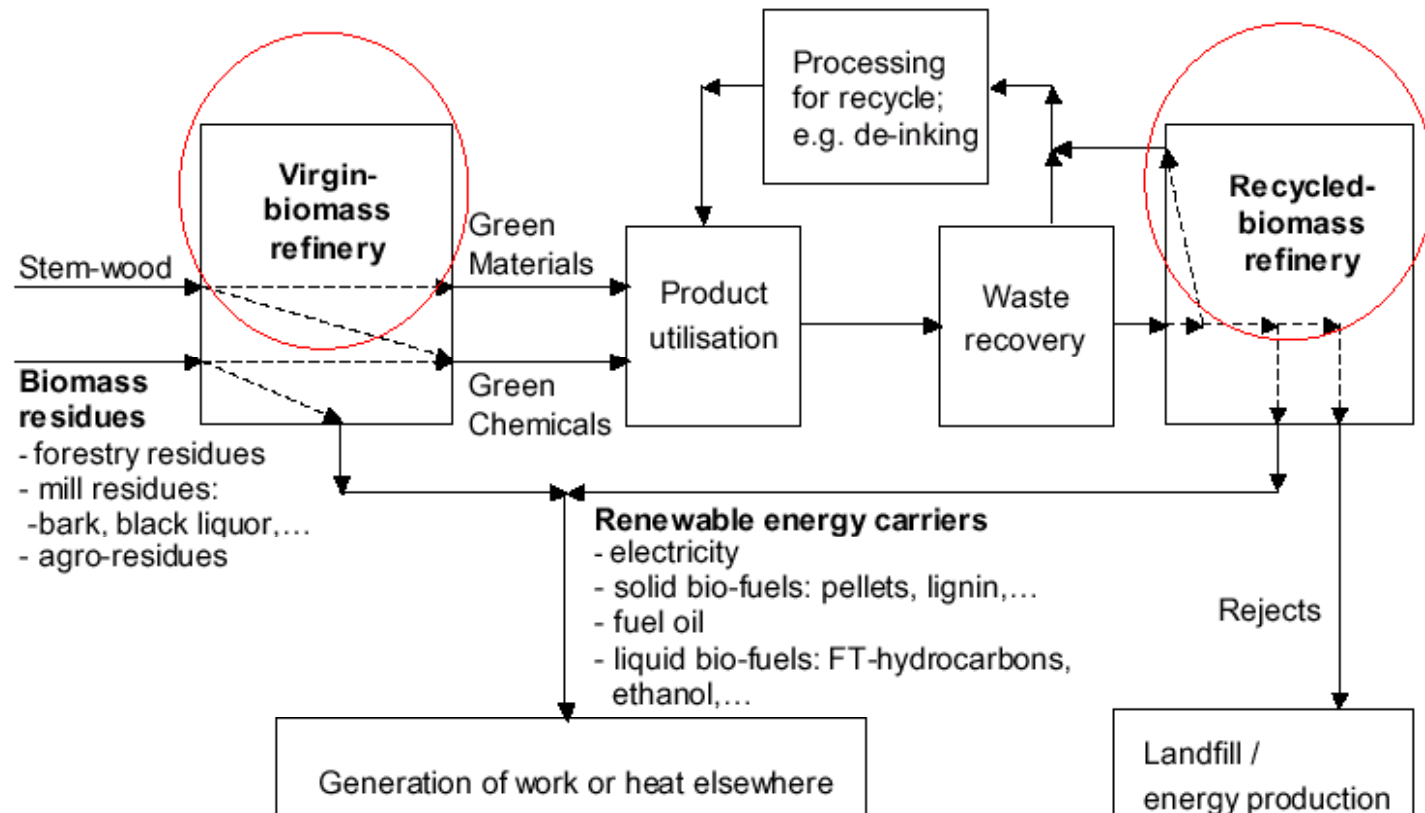
1. Procesos de separación y conversión de eficiencia selectiva. La investigación es necesaria en tecnologías para avanzar y se puedan promover un número de conceptos de refinería para varios materiales
2. Biorefinería como recurso de biocombustibles sólidos y líquidos. Con experiencia en este área, aprovechar el conocimiento de la industria papelera, por otro lado el desarrollo tecnológico y los mercados crearán nuevas fuentes de ingresos para esta industria
3. Biorefinería de la fibra reciclada. Además de la basada en la madera esta refinería de la fibra recuperada da un cambio de optimización más allá de la propia fibra, pues contienen residuos no fibrosos (reciclado) de la producción de papel, con enorme potencia como una nueva materia prima

Biorefinería forestal integrada (2)



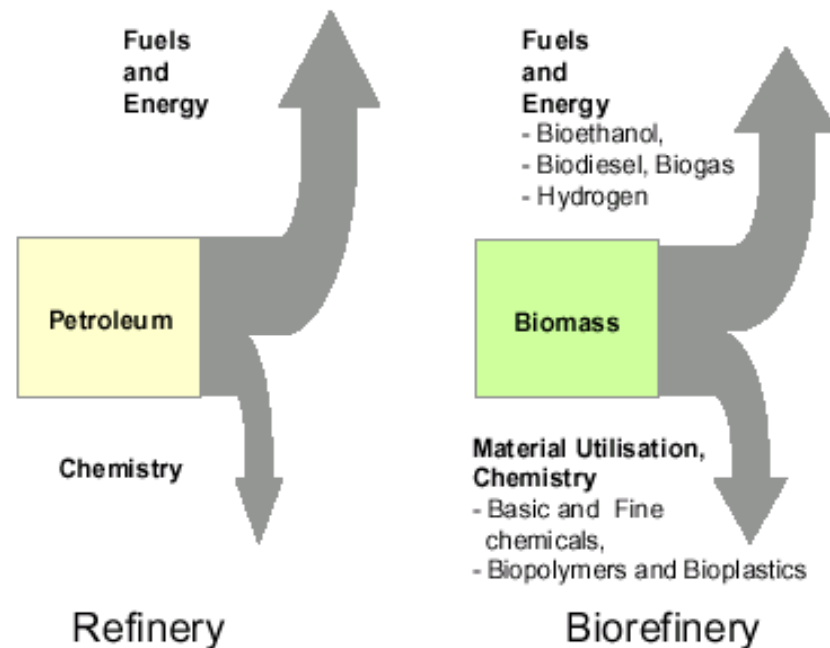
4. El sector aprovechará sinergias con el sector agrícola y sector químico. El valor añadido se incrementará verdaderamente cuando empiecen a desarrollarse las auténticas sinergias entre esos sectores.
5. El impacto socio-económico del desarrollo de la biorefinería. Irán más lejos y los sistemas deberán observarse de forma integrada, aportando empleo y valor añadido desde las materias primas. La bio-energía no es la meta, ni la biorefinería. Incluir los impactos en la investigación es importante para obtener la legitimidad de operar en la sociedad, pues son modelos de mercados que funcionarán siempre cuando finalicen los subsidios

Prioridades de investigación en el proceso de biorefinería



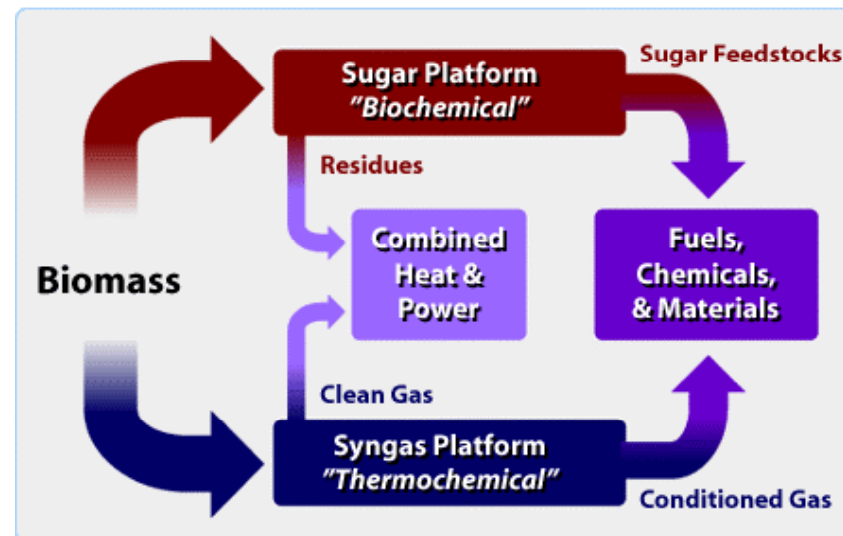
Biorefinería

Es una instalación que integra procesos y equipamiento de conversión de biomasa para producir combustible, electricidad, y productos químicos. El concepto refinería es análogo a las actuales del concepto petróleo que produce múltiples combustibles y derivados.



Biorefinería

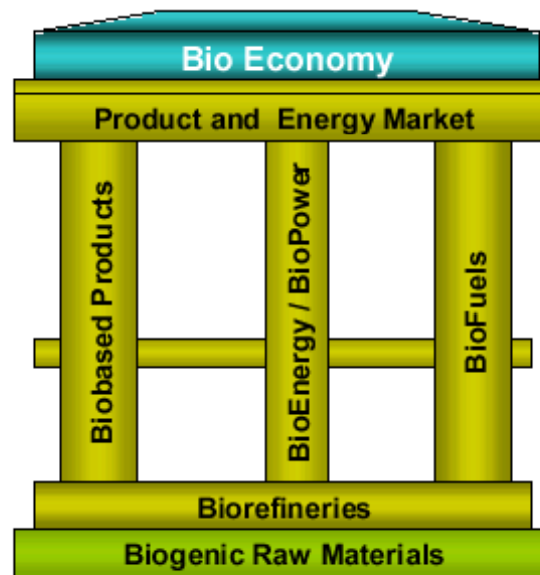
La industria de la biorefinería ha sido identificada como el más prometedor rumbo a la creación de una nueva industria doméstica. Pero los productos industriales basados en la biomasa solo pueden competir con los productos petroquímicos si las materias primas son óptimamente explotadas



Bioeconomía

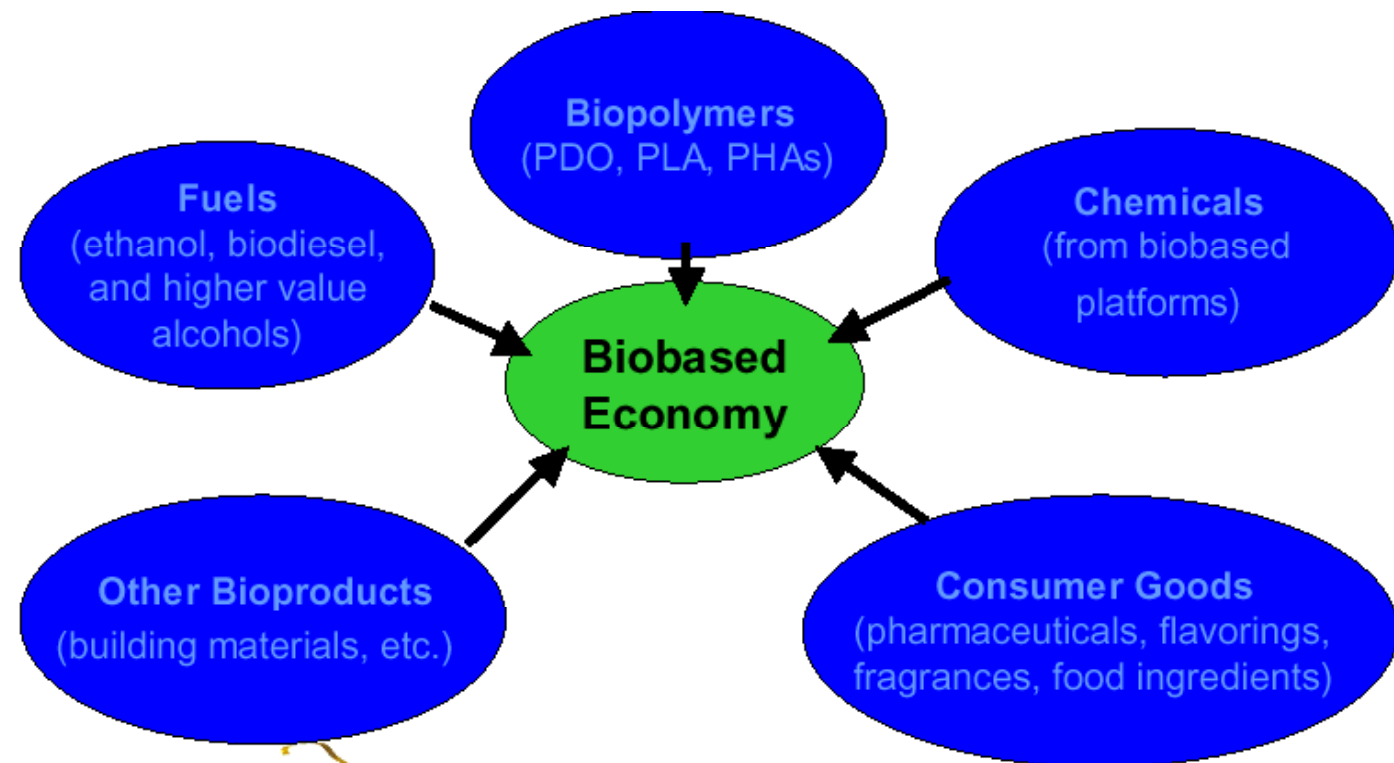
En el contexto de lo bioeconómico

Es absolutamente necesario desarrollar soluciones desde 3 sectores sostenibles y basados en lo "bio":



- Biopower / bioenergy (electricidad y calor)
- Biofuels para transporte (biocombustible)
- Productos basados en lo bio

Componentes de la Bioeconomía



Concepto Biorefinería:



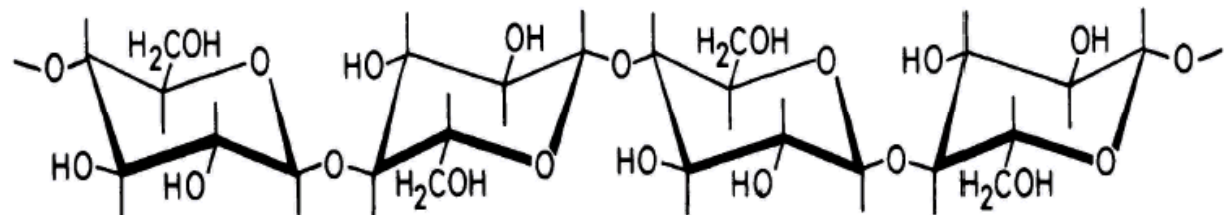
Azúcares

$(\text{CH}_2\text{O})_n$, la D-glucosa es el monosacárido más abundante en la naturaleza, es el combustible principal de los organismos y es también la unidad estructural básica de los polisacáridos. Las funciones biológicas de los polisacáridos son: almacenadores de combustibles y estructural. En la bioesfera es donde hay más glúcidos debido al mundo vegetal; por dos polímeros existentes:

- Almidón (almacena combustible) y Celulosa (estructural)

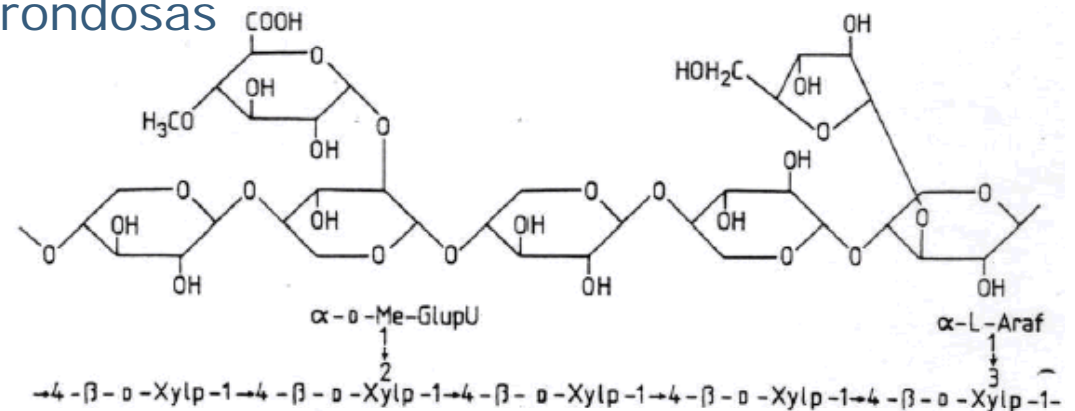
Homopolisacáridos de D-glucosa

Celulosa

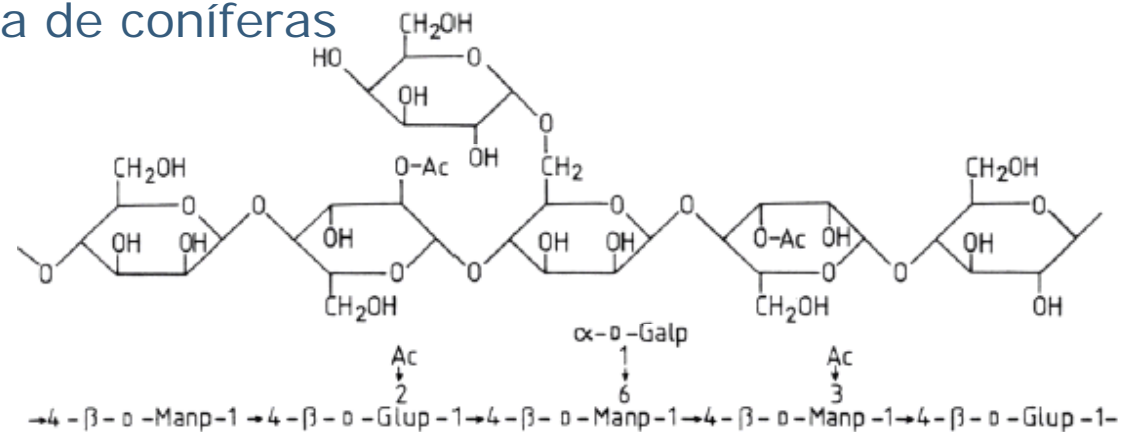


Hemicelulosas, polímeros de las pentosas

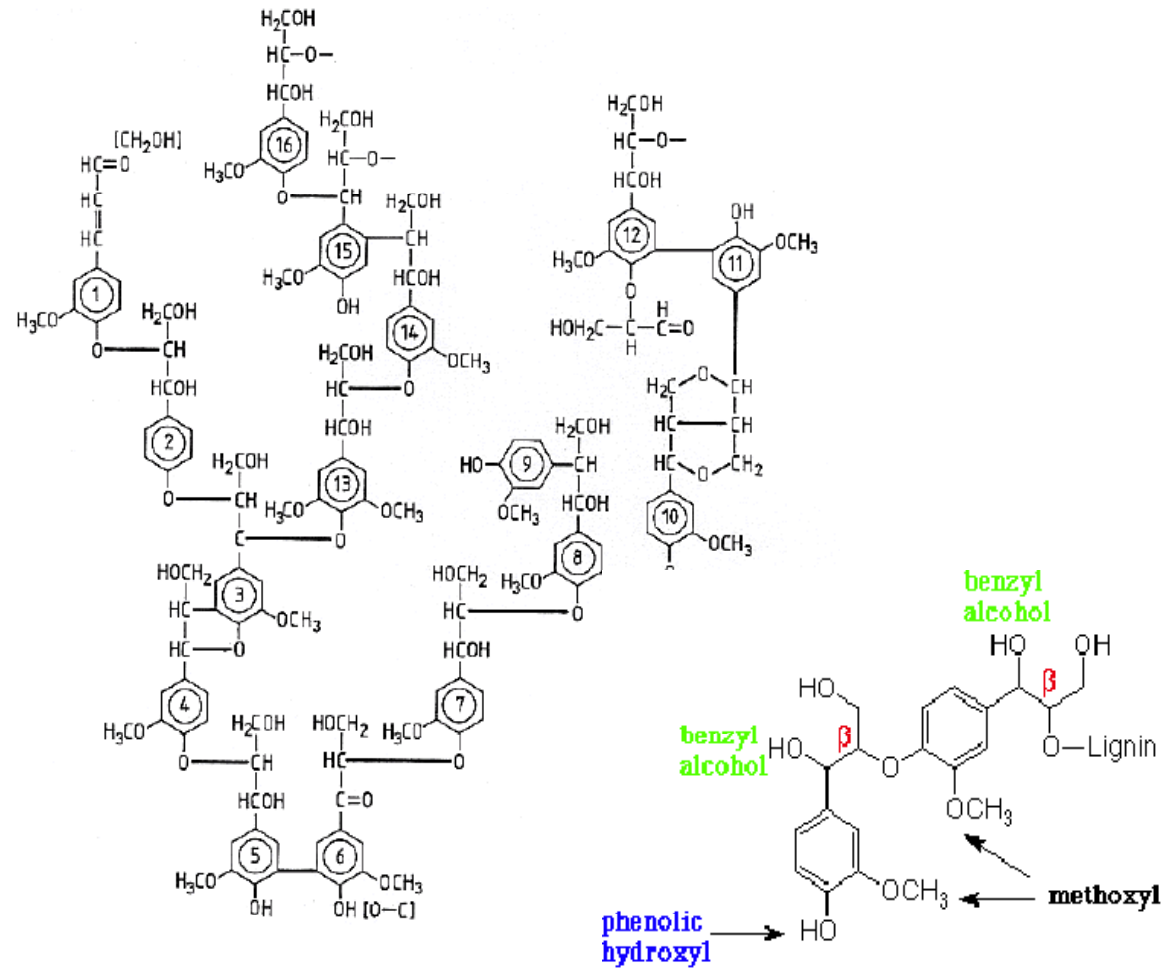
- Madera de frondosas



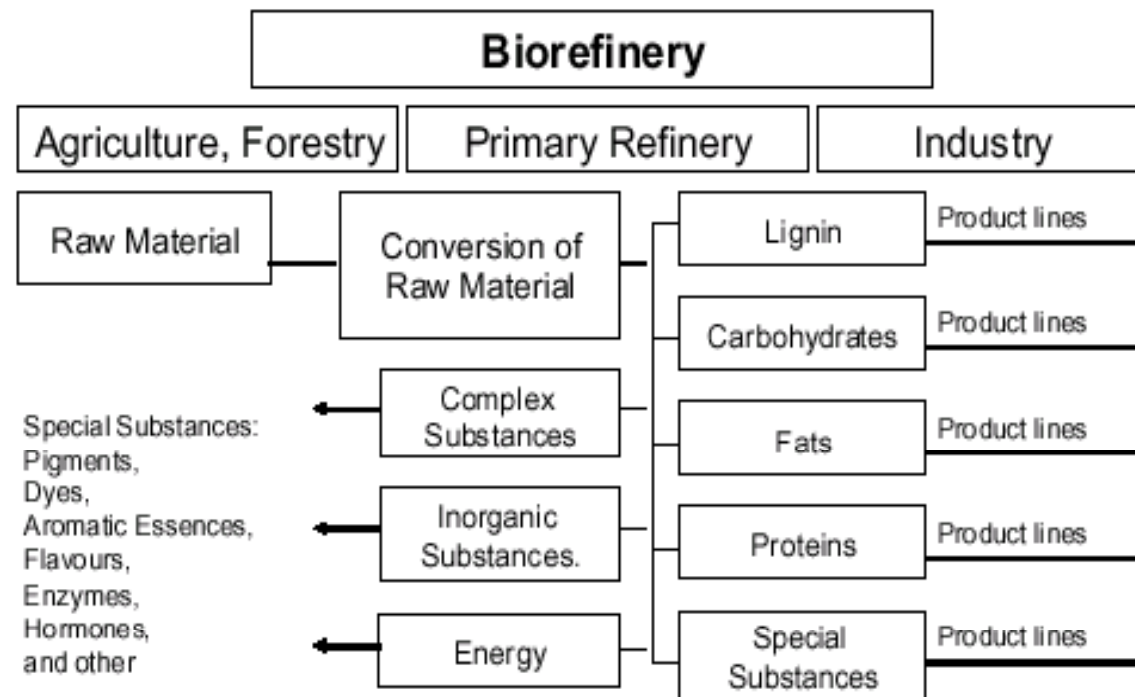
- Madera de coníferas



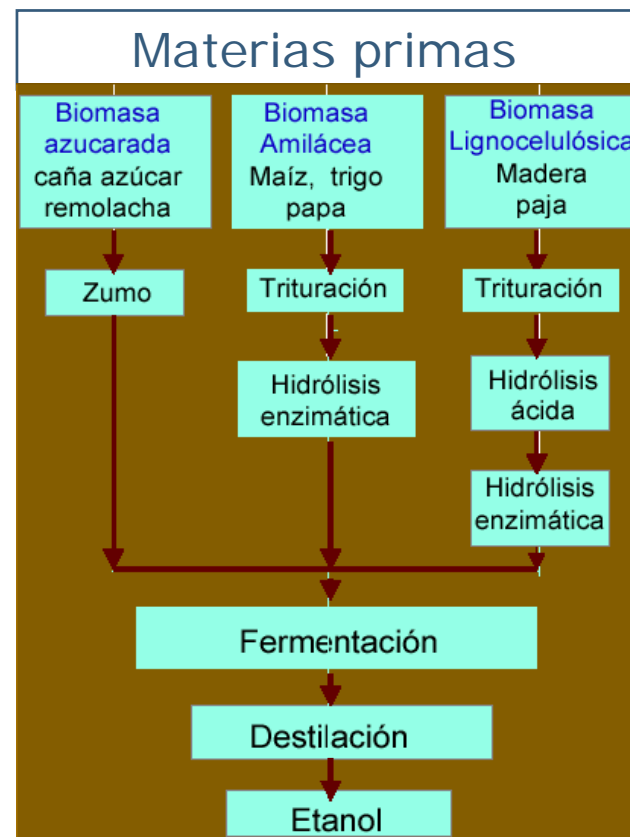
Lignina: polímero de alcoholes aromáticos



Biorefinería combina las tecnologías necesarias entre las materias primas biológicas y los productos finales e intermedios.

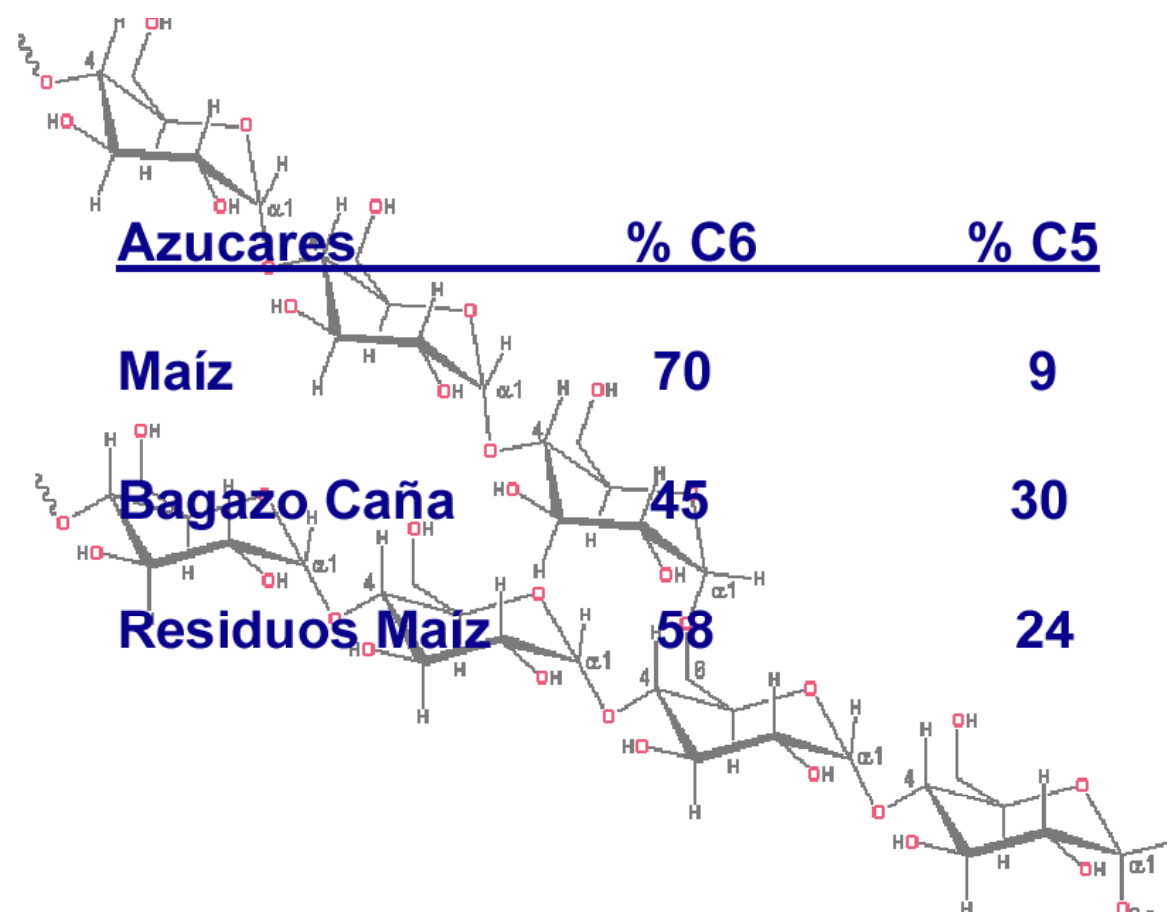


ETANOL

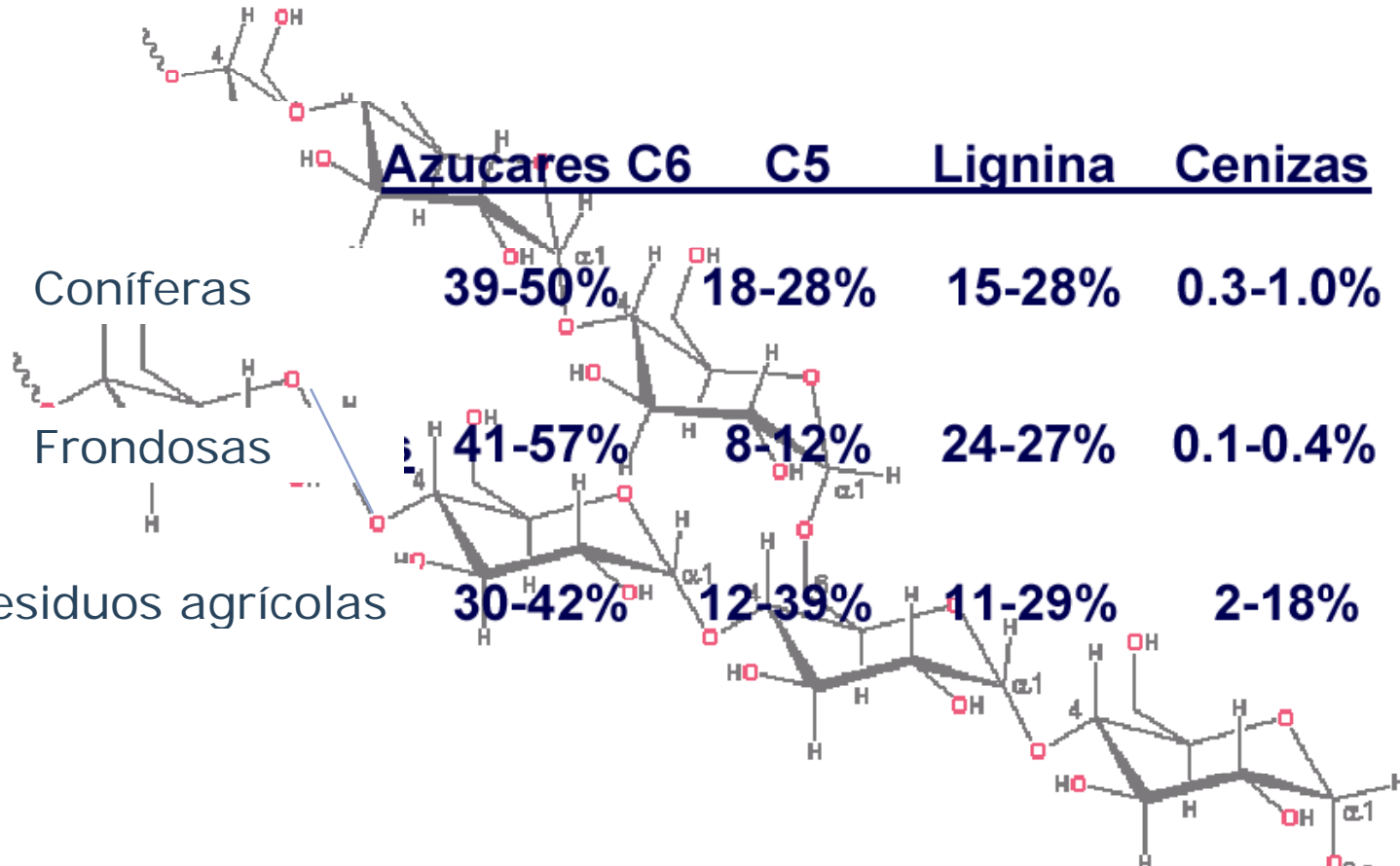


Etanol o alcohol etílico es un ejemplo de productos obtenido por biorefinería, mediante la fermentación de materias primas, ricas en azúcares combinados en forma de sacarosa, almidón, hemicelulosa y celulosa

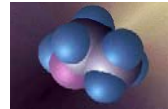
Composición de azúcares en los granos



Composición de azúcares en madera y paja



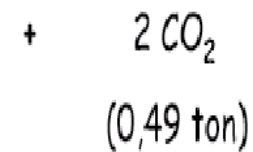
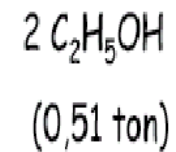
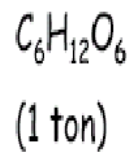
	Azúcares C6	C5	Lignina	Cenizas
Coníferas	39-50%	18-28%	15-28%	0.3-1.0%
Frondosas	41-57%	8-12%	24-27%	0.1-0.4%
Residuos agrícolas	30-42%	12-39%	11-29%	2-18%



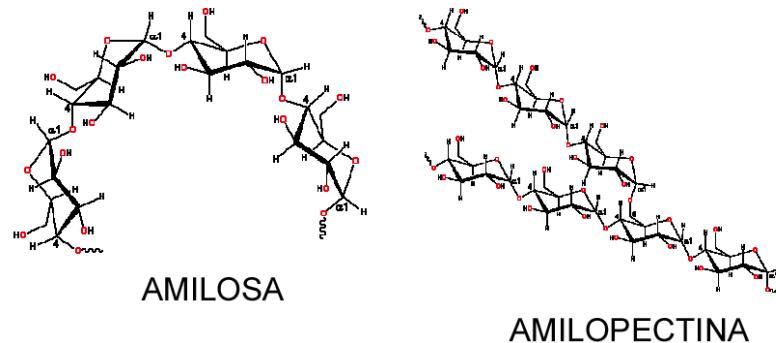
Obtención de ETANOL de biomasa azucarada

Reacción

AZUCARES SIMPLES \longrightarrow ETANOL + DIÓXIDO DE CARBONO



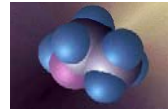
ALMIDON



Maíz

Composición Química

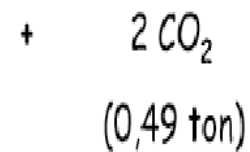
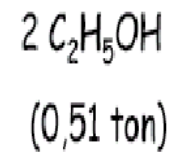
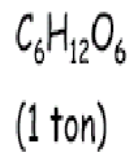
Almidón	72.0	%
Celulosa/hemicelulosa	10.5	
Proteína	9.5	
Aceite	4.5	
Azúcares	2.0	
Ceniza	1.5	



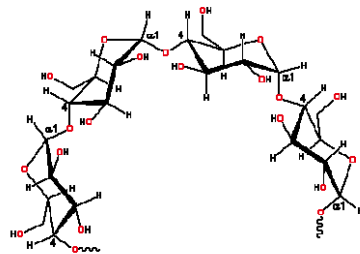
Obtención de ETANOL de biomasa azucarada

Reacción

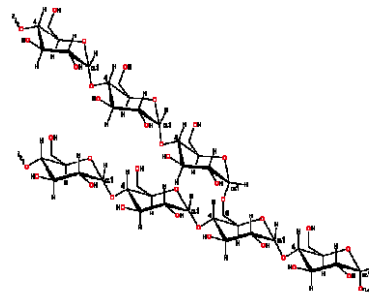
AZUCARES SIMPLES \longrightarrow ETANOL + DIÓXIDO DE CARBONO



ALMIDON



AMILOSA

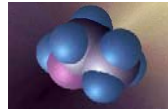


AMILOPECTINA

“ Residuos Maíz ”

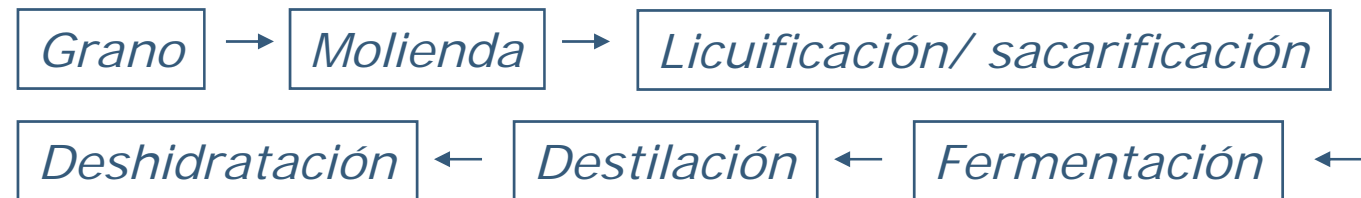
Composición Química

<u>Facción Celulosa</u>	0.374
<u>Facción Hemicelulosa</u>	0.275
<u>Facción lignina</u>	0.180
Cenizas	0.052
Acetato	0.029
Proteínas	0.031
Extraíbles	0.047



Obtención de ETANOL de granos

- Tecnología de transformación:



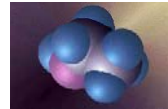
- Reacciones:

Licuificación: almidón \longrightarrow maltosa (α -amilasa)

Sacarificación: maltosa \longrightarrow glucosa (gluco-amilasa)

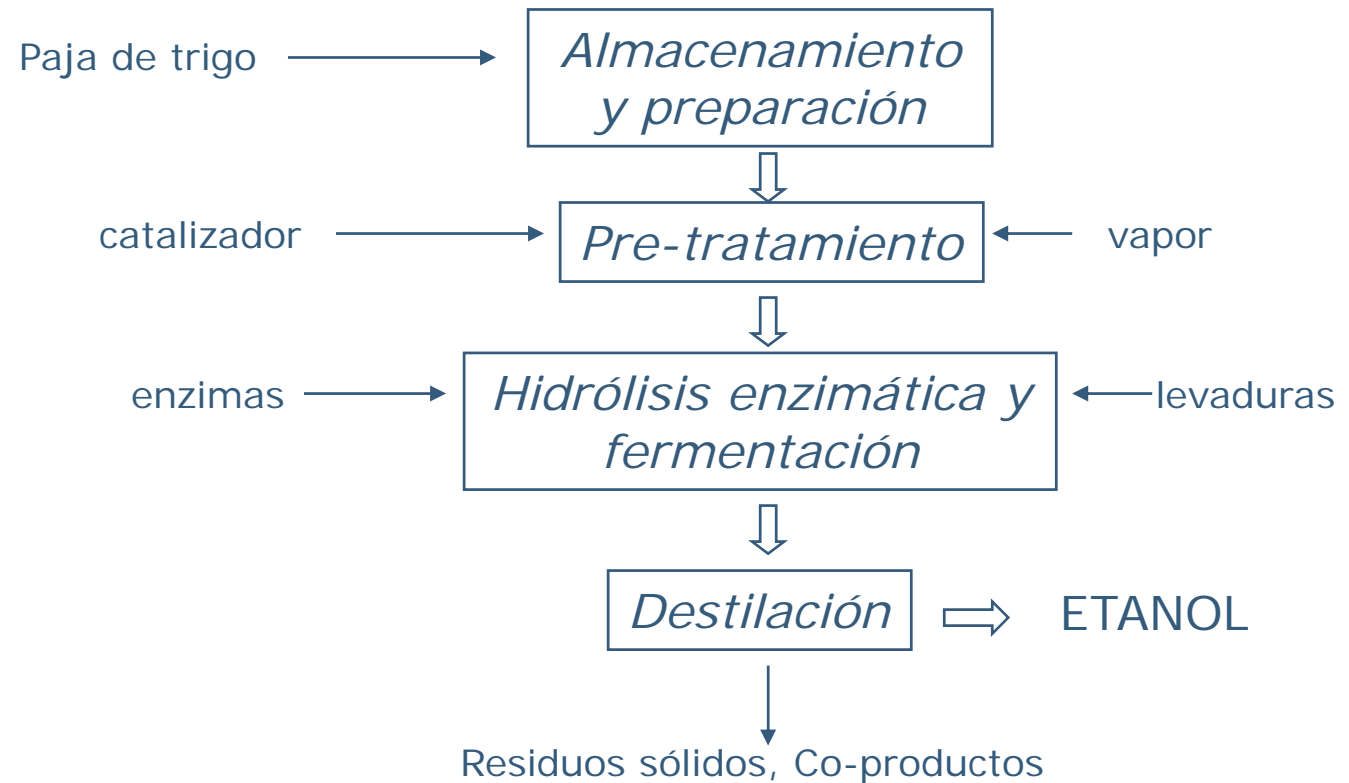
Fermentación: glucosa \longrightarrow etanol (levadura)

Deshidratación: molecular Sieve



Obtención de ETANOL de paja

Tecnología de transformación:



Biomasa

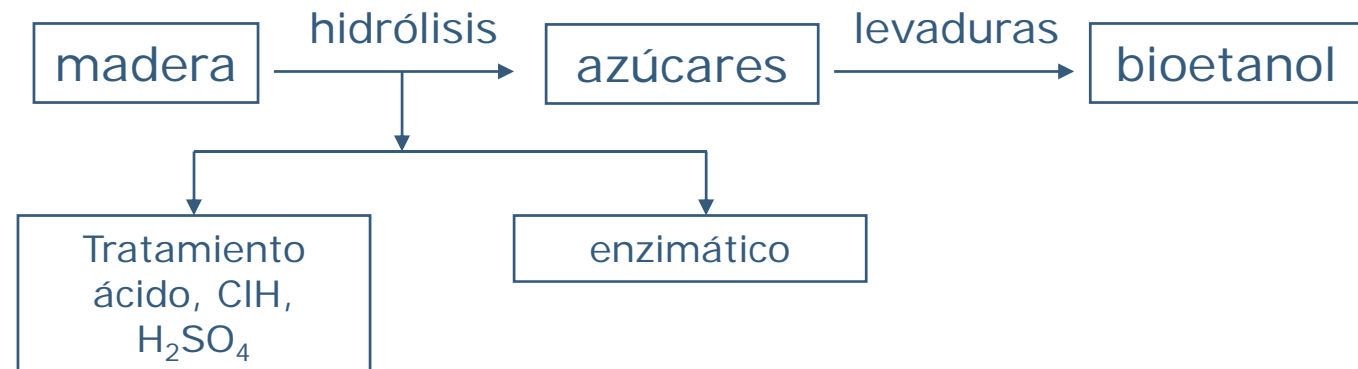
La producción de biomasa en el mundo es de 170 billones de Tm/año:

- el 70% es aportado por los bosques
- la madera es 50% celulosa y 20-25% hemicelulosas

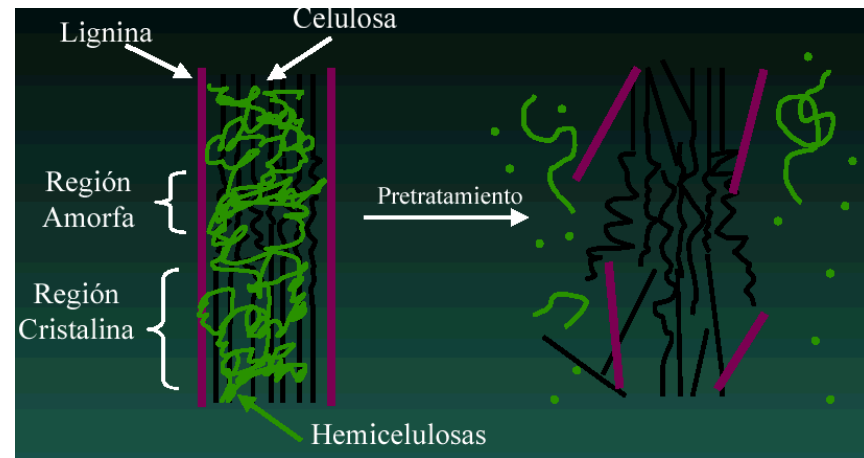
Composición:



Hidrólisis de la madera



Hidrólisis ácida



Procesos de Hidrólisis de la madera

1. Hidrólisis enzimática: usa una mezcla de enzimas por hongos y bacterias.
 - Endo- β -1, 4-glucanasa ataca las regiones amorfas que hidrolizan las cadenas de celulosa a unidades más pequeñas, celobiosa o celotriosa
 - Exo- β -1,4 glucanasa ataca las regiones cristalinas rompe los extremos no reductores terminales liberando únicamente celobiosa
 - β -1, 4-glucosidasa corta la celobiosa y glucosa libre
 - Desventajas: alto coste de las enzimas para convertir la biomasa en azúcares. Necesidad de un pretratamiento químico

Procesos de Hidrólisis de la madera (2)

2. Hidrólisis ácida concentrada: Con ácido sulfúrico o clorhídrico, proceso en dos etapas:
 1. Ácido concentrado 75-80%; $T^{\circ} < 50^{\circ}\text{C}$, rompe enlaces de H en las moléculas de celulosa
 2. Dilución al 20-30% con agua, calentamiento a 100°C durante una hora con alto rendimiento de azúcares

- Desventajas: alto coste de inversión en equipos y mantenimiento. Uso de cal para neutralizar el ácido y genera producto de baja calidad

Procesos de Hidrólisis de la madera (3)

3. Hidrólisis ácida diluida: Con ácido sulfúrico al 0,2-0,5%, T 180-220 °C proceso en dos etapas:
 1. Hidrolizar las hemicelulosicas a xilosa y otros azúcares (0,5%, 200°C X 5-7 minutos)
 2. Hidrolizar la celulosa a glucosa (2%, 240°C) con rendimientos de 55%
- Desventajas: formación de subproductos inhibidores de la fermentación como consecuencia de la alta temperatura

Procesos de Hidrólisis de la madera (4)

- PURDUE disolución con complejo etilendiamina-óxido de Cadmio, filtrado lignina residual, precipita la celulosa adicional con agua, rendimiento > 80%, pero altos costes solventes
- ACOS usa mezcla acetona:ácido.agua, 200°C y 40 ba X 30 min.
- IOGEN: explosión a vapor con ácido diluido, alta T y presión (2004, Canadá arranca 1ª flota de coches con bioetanol)
- BC INTERNACIONAL: con OGM para convertir la madera en azúcares C5, C6; hidrólisis ácida diluido en dos pasos (liberación de hemicelulosas, y separación celulosa de lignina)
- ARKENOL hidrólisis ácida concentrada, frondosa, alto coste
- ORGANOSLOV *:usa solventes orgánicos en medio acuoso (metanol, etanol, acetona, ácido fórmico y acético)
- INVENTA relacionada *, con ácido sulfúrico diluido, ...

Sistemas de Biorefinería impulsados en la investigación

1. Biorefinería cereales completa (WC-BR)

Materia prima: cereales, maíz, ...

2. Biorefinería verde (G-BR)

Materia prima: biomasa húmeda, pasto verde, trébol, cereales inmaduros,...

3. Biorefinería lignocelulósica (LCF-BR)

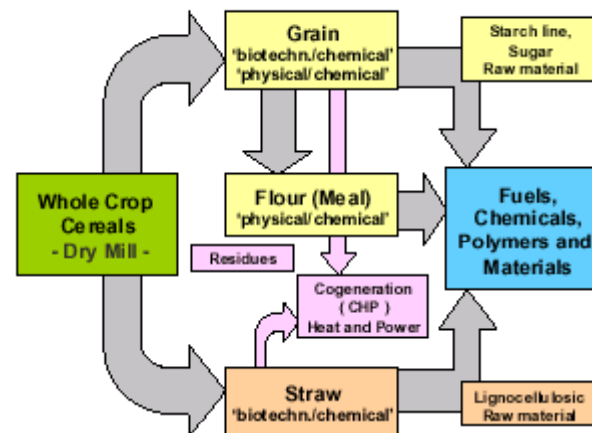
Materia prima: biomasa natural seca, madera, paja, caña, trigo, biomasa conteniendo celulosa y residuos

4. Concepto dos plataformas

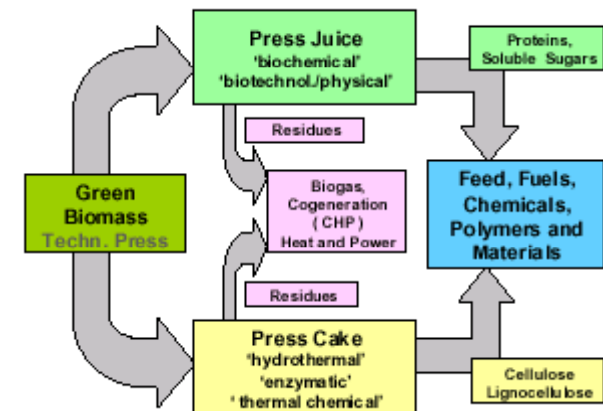
Producción combinada para bioproductos y biocombustibles

Sistemas de Biorefinería impulsados en la investigación

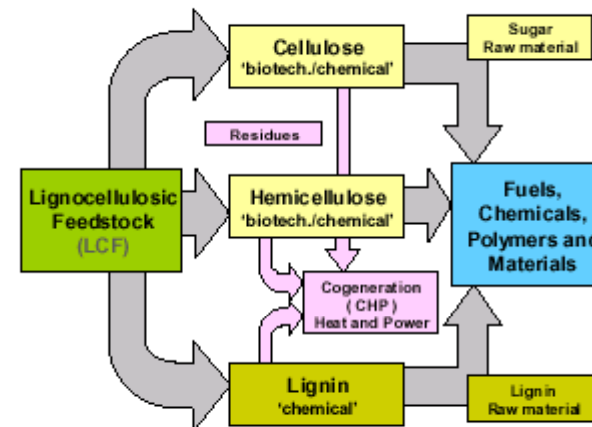
Whole Crop Biorefinery
(dry mill)



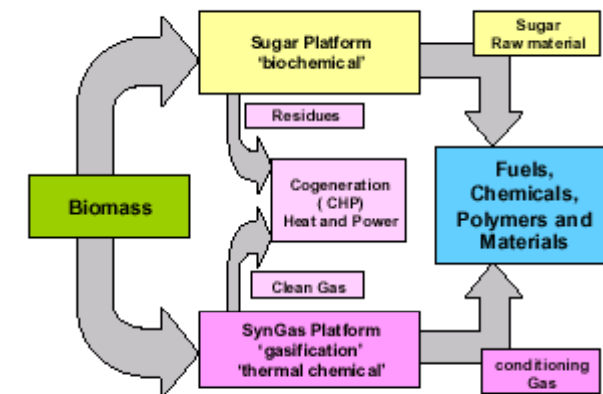
Green Biorefinery



Lignocellulosic Feedstock
Biorefinery



The Two-Platform Concept

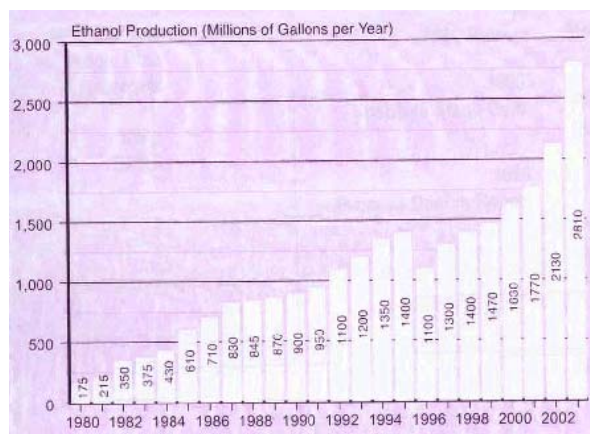


Biorefinerías existentes

	Plantas	Materia prima	País
fase I (1ª generación)			
	Producción azúcar y etanol	Caña Azúcar	Brasil 17 billion litre
	Producción etanol e hidrólisis de trigo	Maíz-Trigo	USA 17 billion litre
	Producción etanol e hidrólisis de trigo	Cereal Trigo	Alemania 1 billion litre
fase II (2ª generación)			
	Producción Polímeros Fermentación ácido láctico Hidrólisis de trigo	Maíz-Trigo	USA 200 kt LA 140 kt PLA

Producción etanol

Perspectiva histórica



2004

País	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

Biocombustibles

- Etanol
- Biodiesel
- Biogas

E-15
E-10
E-85
E-95

Biorefinería actual se caracteriza:

- Sistemas complejos e integrados de tecnologías sostenibles basada en materias primas biológicas
- Compañías y entidades económicamente consistentes
- Pilares portantes del futuro económico basado en lo bio
- Motor de desarrollo e investigación

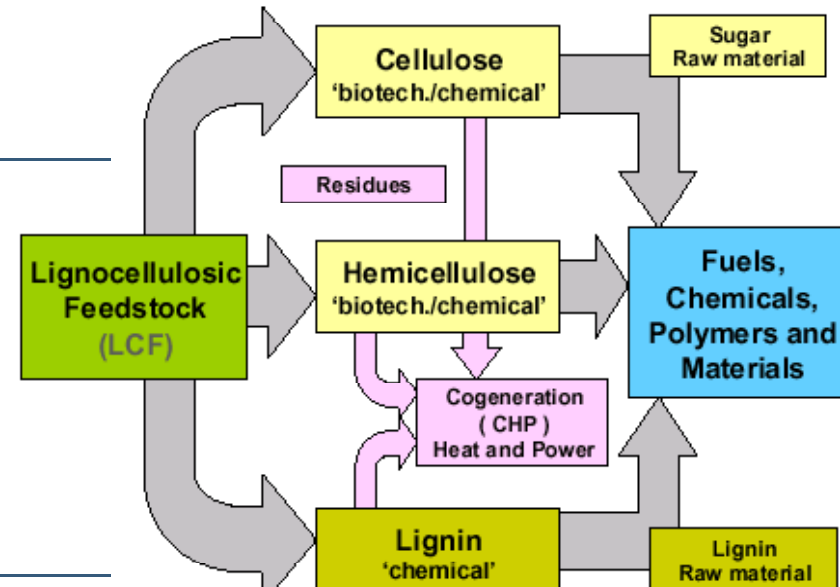


Una tarea fundamental en los temas de biorefinería es el desarrollo de instalaciones de demostración de biorefinería, relacionadas con la industria, industria agrícola y forestal



Esquema general

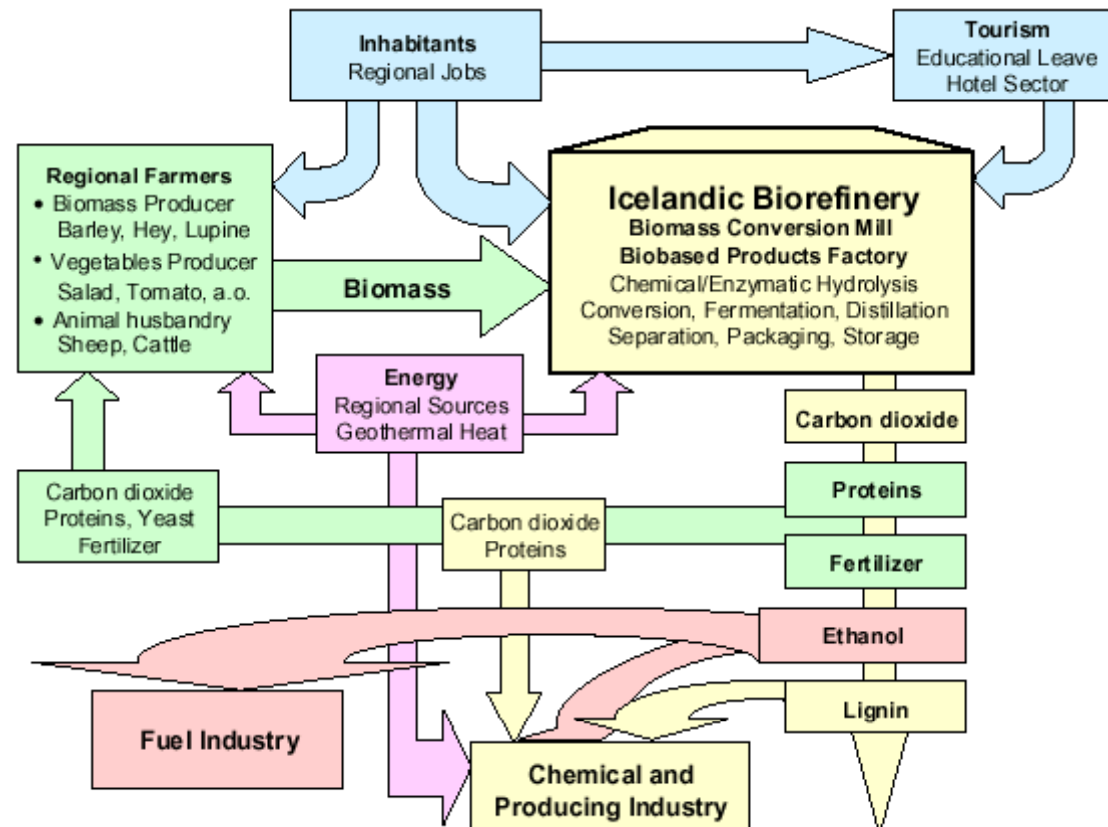
Biorefinería de
alimentación
lignocelulósica



Fuentes
lignocelulósicas

No.	Source Groups	Examples
group 1	existing landscape species	softwood, hardwood, reed (Schilf), reed grass, switch grass, dry grasses etc.
group 2	fast-growing plantations	poplar (Pappel), willow (Weide), locust (Robinie), wood grass, eucalyptus, sudan grass
group 3	landscape conservation	old forest, residual wood and under-wood from forestry, switch grass, dry grasses, hay, straw
group 4	process lignocelluloses	straw, corn stover, press cake from crop drying plant, ethanol plants and oil mills, by-products from cereal mills, whole crop refineries, paper mill and pulp industry
group 5	used materials and waste	timber (Bauholz), used wood, recovered paper, cellulosic municipal solid waste

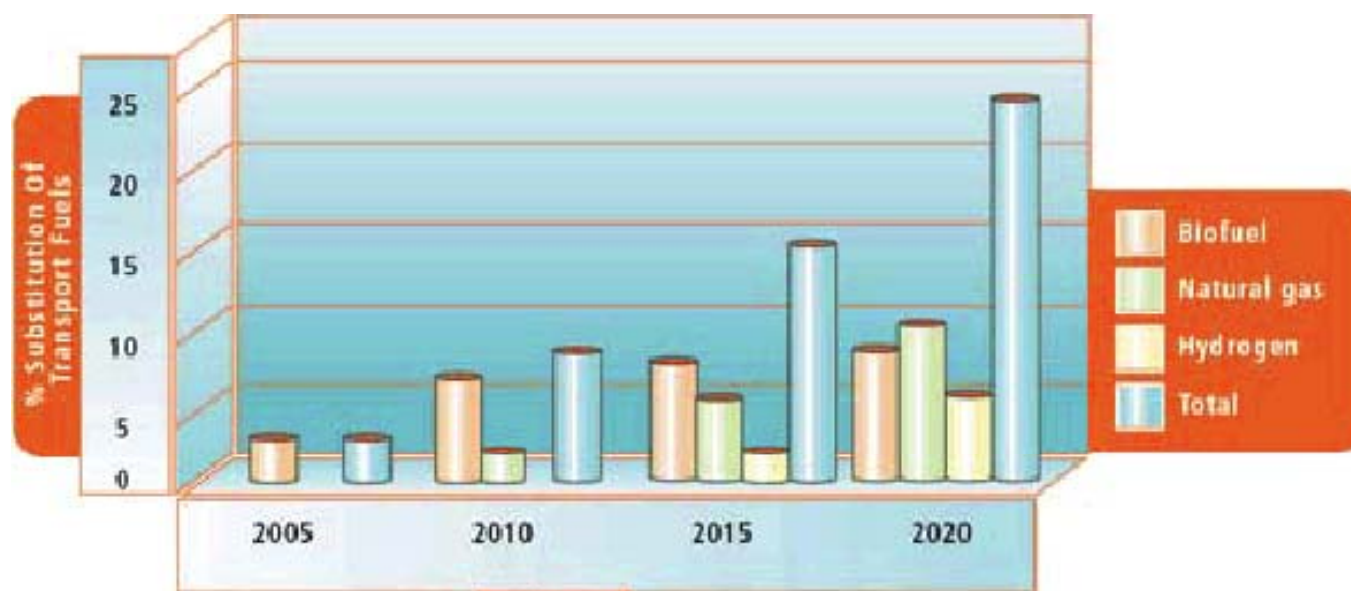
Modelo islandés de Biorefinería basada en materiales lignocelulósicos



Conclusión planta de biorefinería islandesa:

- Capacidad de producción 7 millones litros Etanol/año
- El etanol islandés orientado por la biorefinería LCF es rentable
- 7 millones de etanol puro equivale a 70 millones de petróleo E10 (petróleo E10 es petróleo normal con 10% etanol)
- Cada habitante islandés podría repostar aprox. 233 litros petróleo E10 por año

Escenario



Fuente: Annal. Energy Outlook 2002

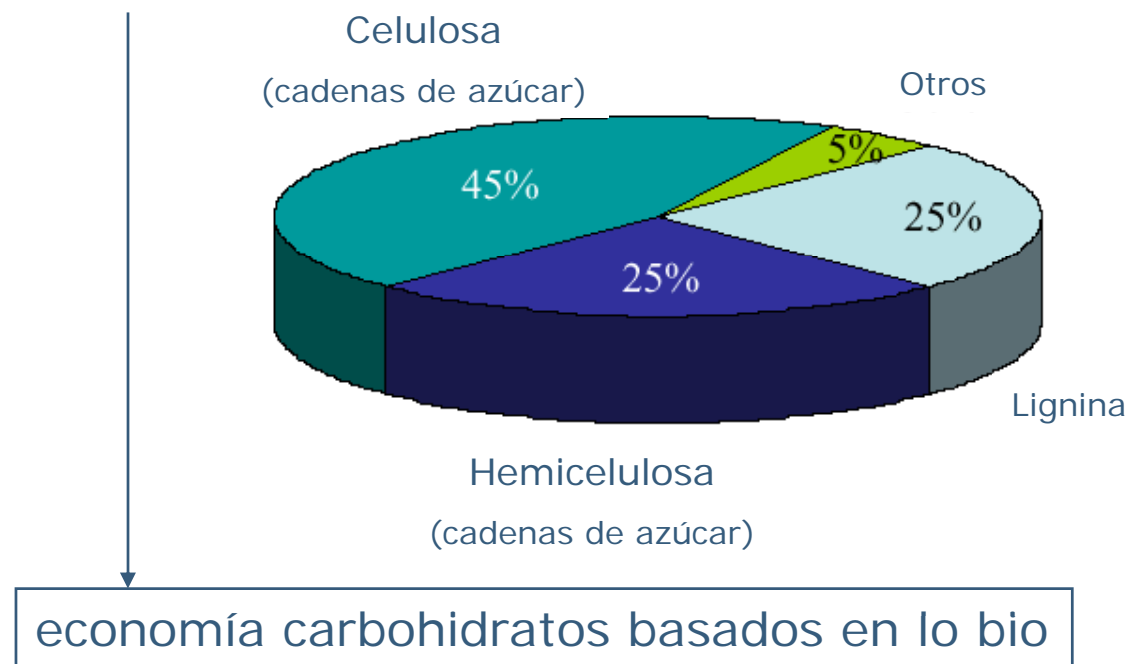
Un futuro de la Biorefinería

<u>AÑO</u>	<u>2010</u>	<u>2020</u>	<u>2030</u>
<u>Biopotencia</u>	4% (3.3 quad)	5% (4.0 quad)	5% (5.0 quad)
<u>Biocombustibles</u>	4% (1.3 quad)	10% (4.0 quad)	20% (5.0 quad)
<u>Bioproductos</u>	12%	18%	25%

Fuente: Annal. Energy Outlook 2002

Visión futura para los bioproductos

Composición de la biomasa. La totalidad de la biomasa (botánica) basada en las plantas está constituida aprox. por el 70% carbohidratos



bioproductos



Visión futura para los bioproductos

Tipos de suministro

- Granos
(tales como
maiz, trigo)



- Biomasa
(Lignocelulósica)



coníferas



frondosas



pastos



Residuos agrícolas
(paja cereales,
bagazo...)

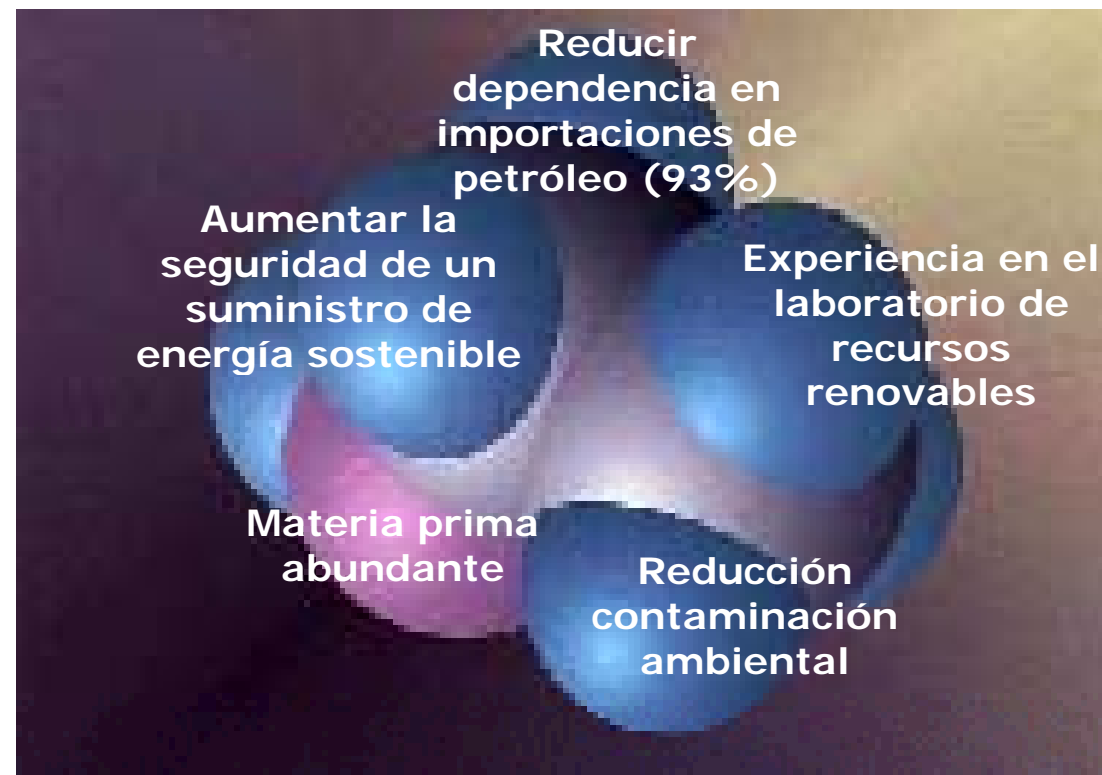
Estimación de la producción de etanol desde Pino radiata

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

Ventajas de usar pino ó eucalipto

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

¿ Por qué investigar en Bioetanol?



Ventajas de usar el bioetanol

- Mejora la biodegradabilidad de la gasolina
- Mayor calor de vaporización
- Reducción de CO₂ y COV
- Temperatura de llama menor, menos pérdida de calor por radiación
- La velocidad de llama mayor, se traduce en un desarrollo más eficiente del motor
- Mejora el índice de octanos
- Mayor volumen de gases en la combustión, lo que significa una mayor presión y una mayor energía mecánica producida



Resumen del I+D+i y para el bioetanol

- Evaluación material lignocelulósico disponible
- Definir recurso forestal óptimo para el proceso
- Optimización Procesos tradicionales:
 - Pretratamientos
 - Conversión Química
 - Enzimática
- Desarrollo de un proceso no tradicional
 - Procesos ORGANOSOLV
- Optimización de proceso fermentativo
 - Selección de cepas
 - Reactores

Conclusiones

- ❑ La biorefinería es una **oportunidad real** para el sector y las industrias forestales, que puede ayudar a las compañías a asegurar su rentabilidad y contribuir a la vez a alcanzar los retos y objetivos políticos
- ❑ Las **industrias forestales europeas** la industria de energía, y la industria química examinarán seriamente la opción tecnológica que plantea al biorefinería
- ❑ La **industria forestal** y la industria alimentaria tienen a corto plazo opciones para soluciones concretas, la forestal con la madera de los residuos y de las plantaciones y la industria alimentaria con el etanol desde el azúcar
- ❑ Construir este enorme potencial será:

La biosolución al cambio climático



Gracias por invitación
y su atención!!

José Causí Rielo

Aspapel

j.causi@aspapel.es