



# BIOECONOMÍA ARGENTINA 2015 REGIÓN NORESTE

## Residuos forestales o nuevas materias primas de la industria



**Dr. Alex Berg**

Unidad de Desarrollo Tecnológico  
Universidad de Concepción  
Chile

Posadas, Argentina, 6 de mayo de 2015



# Contenido

- 1. La Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción**
- 2. Conversión química de lignocelulosas**
- 3. Conversión termoquímica de lignocelulosas**
- 4. Casos de estudio:**
  - (1) Biorrefinería basada en corteza de pino
  - (2) Biorrefinería Acetosolv
  - (3) Pirólisis rápida de madera
- 5. Conclusiones**

# Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT)

## Antecedentes generales

- Estrecha interacción con empresas
- Autofinanciamiento
- Excelente capacidades tecnológicas
- Buenas capacidades de investigación fundamental e innovación
- Centro de excelencia CONICYT desde 2008
- Personal motivado



# Unidad de Desarrollo Tecnológico(UDT)

## Antecedentes generales

- Personal: 147 personas.
- Áreas de trabajo: Biomateriales, Bioenergía, Productos Químicos, Medio Ambiente.
- Infraestructura: 5.557 m<sup>2</sup>, completo equipamiento de laboratorio y de escalamiento.
- Venta proyectos I+D+i: 3,7 millones US\$/año\*.
- Resultados principales: 36 publicaciones ISI, 12 patentes solicitadas y 3 concedidas, 1 licencia, 1 acuerdo de transferencia de personal y 6 spin-off\*.



(\*) 2014

# Conversión química

## Disolución selectiva de componentes de biomasa:

- Lignina
- Taninos
- Carbohidratos oligoméricos
- Terpenos
- Estilbenos
- Flavonoides

## Tecnologías:

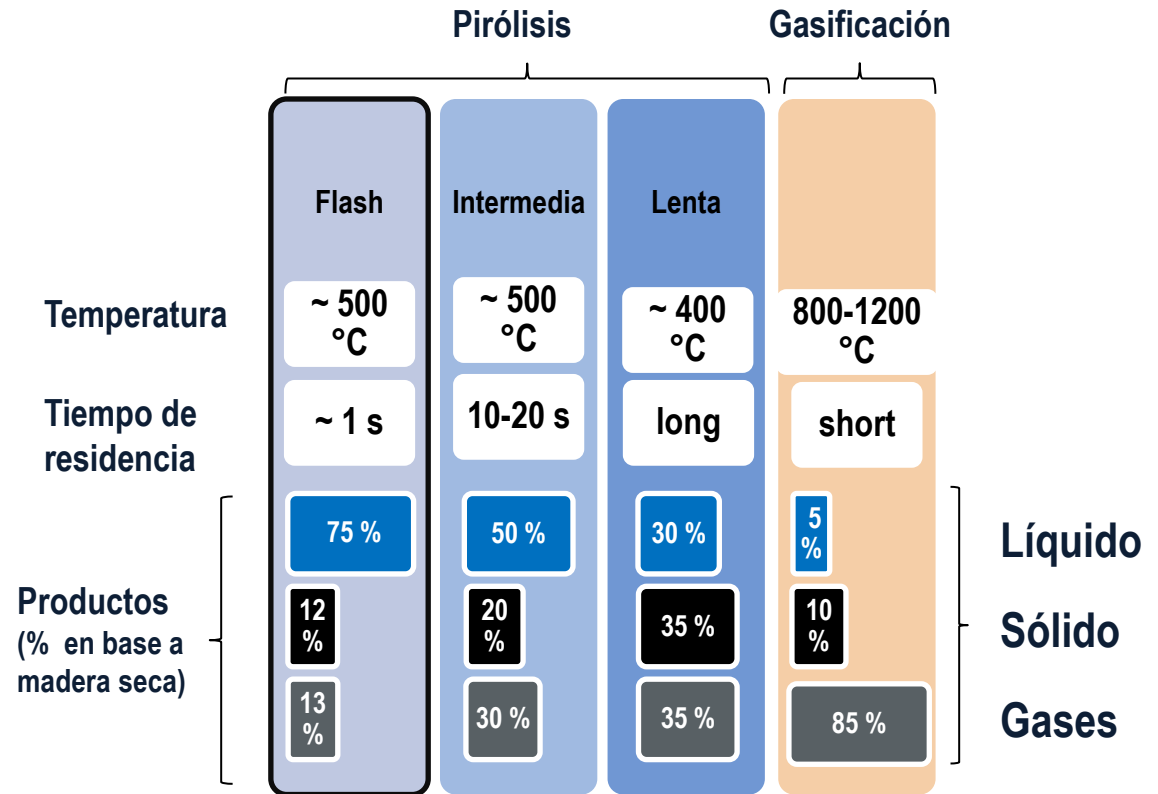
- Extracción sólido - líquido
- Extracción con fluidos sub o supercríticos
- Extracción con líquidos iónicos



# Conversión termoquímica

## Materias primas:

- Madera
- Lignina
- Taninos
- Poliolefinas
- Bostas de animales





# **Caso de estudio 1:**

## **Biorrefinería basada en corteza de pino**

# Materia prima



**Plantaciones:**  
1,4 millones hectáreas



**Rollizos:**  
26 millones m<sup>3</sup>/año



**Pulpa:**  
3,2 millones t/año



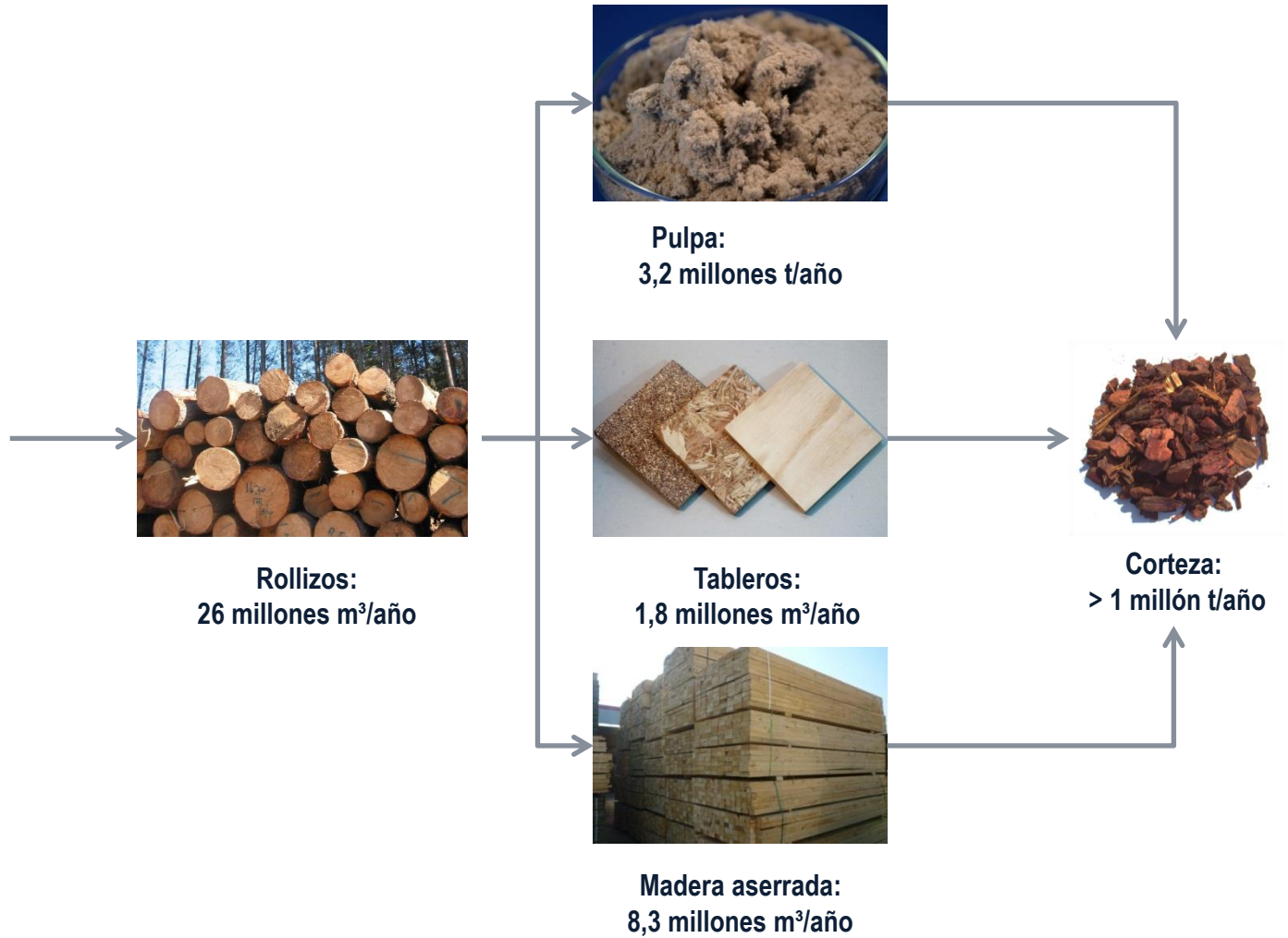
**Tableros:**  
1,8 millones m<sup>3</sup>/año



**Madera aserrada:**  
8,3 millones m<sup>3</sup>/año



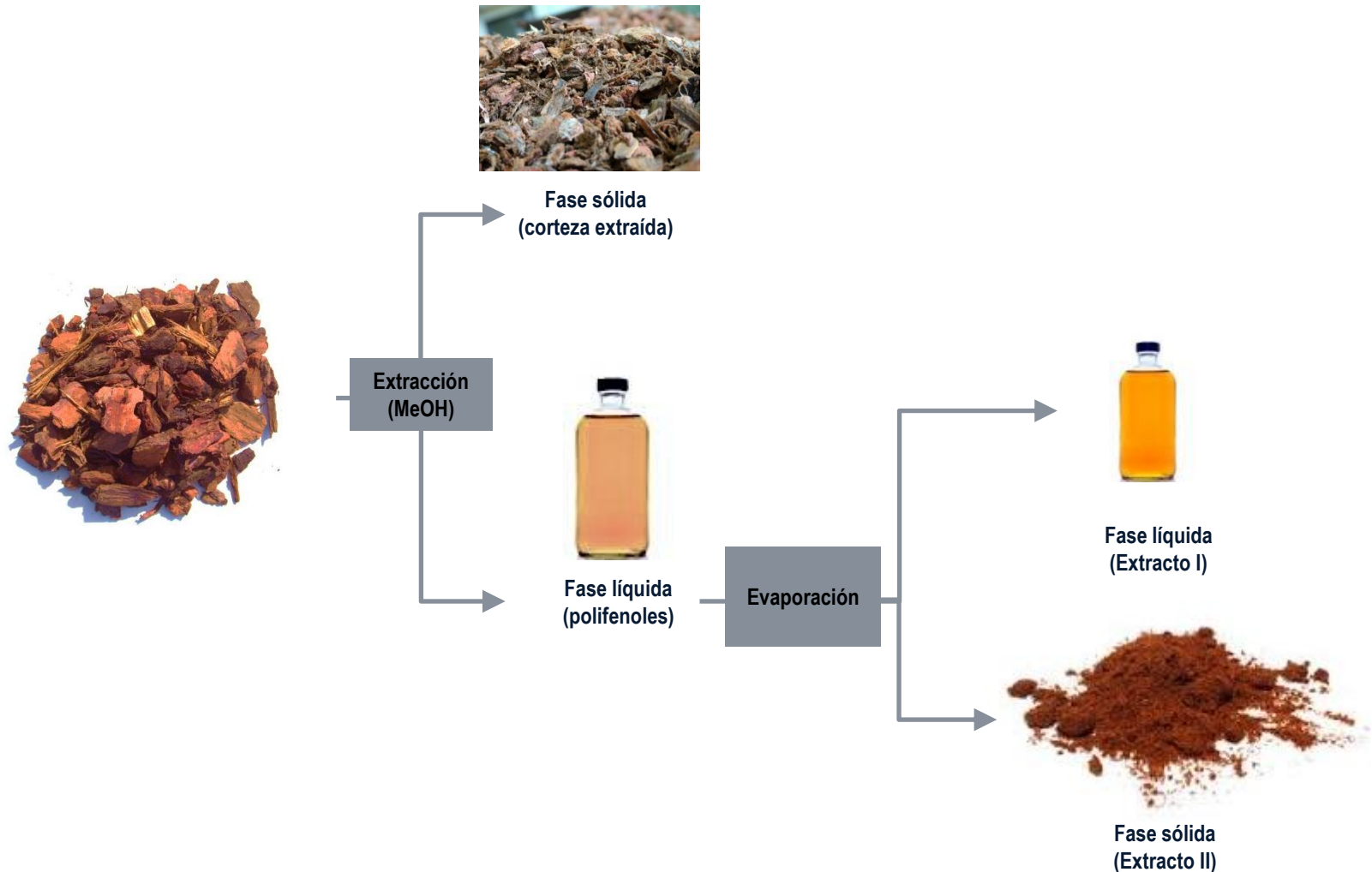
**Corteza:**  
> 1 millón t/año





# Principio de funcionamiento

## Extracción de corteza:



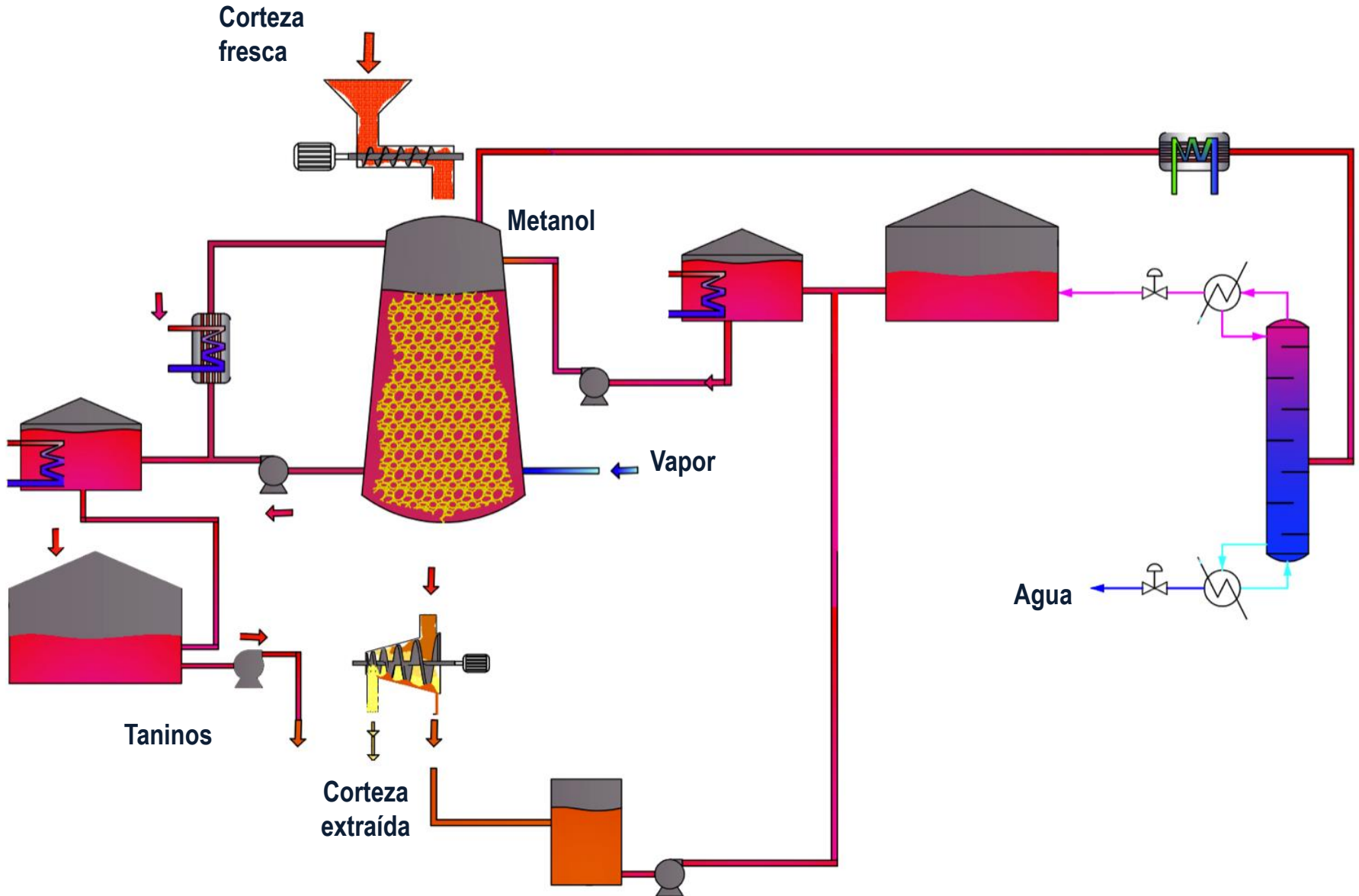
# Referencias

## Procesos industriales

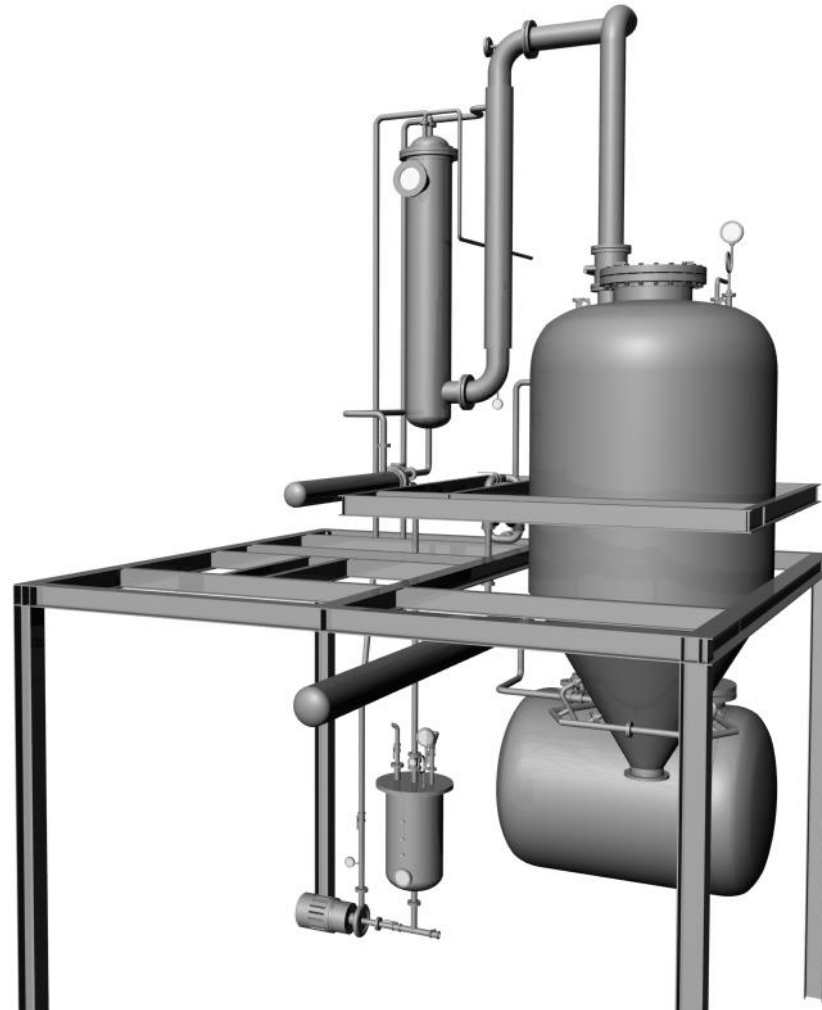
- La producción de taninos condensados está basada en madera de quebrach (Argentina) y corteza de mimosa (Brasil y Sudáfrica).
- La extracción industrial se realiza en medio acuoso con una solución alcalina de sulfito de sodio.
- Los procesos de extracción operativos son discontinuos.



# Planta piloto de extracción de UDT



# Planta de extracción piloto de UDT



# Planta de extracción piloto de UDT



# Aplicación de productos

## Productos tradicionales

### Resina adhesiva para madera:

Sustitución fenol en resinas PF

Precio: 1.000 US\$/t

Sustitución fenol y formaldehído

Precio: 2.000 US\$/t

## Aplicaciones innovadoras

### Antioxidante alimentos y metales

Precio: > 10.000 US\$/t

### Nutracéutico

Precio: > 10.000 US\$/t

### Fuente de catecoles

Precio: ¿?

### Plastificante para PLA

Precio: ¿?

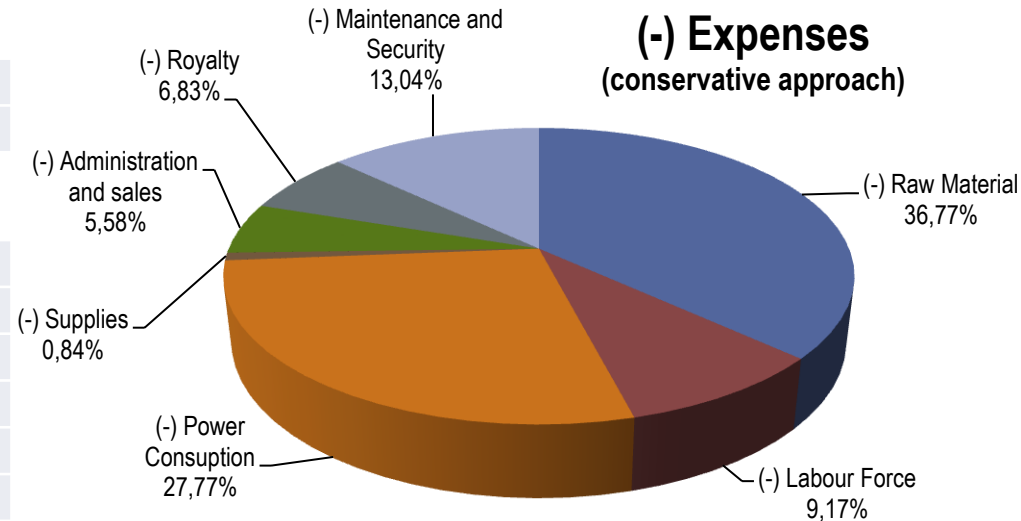
### Quelante de metales

Precio: ¿?

# Evaluación económica

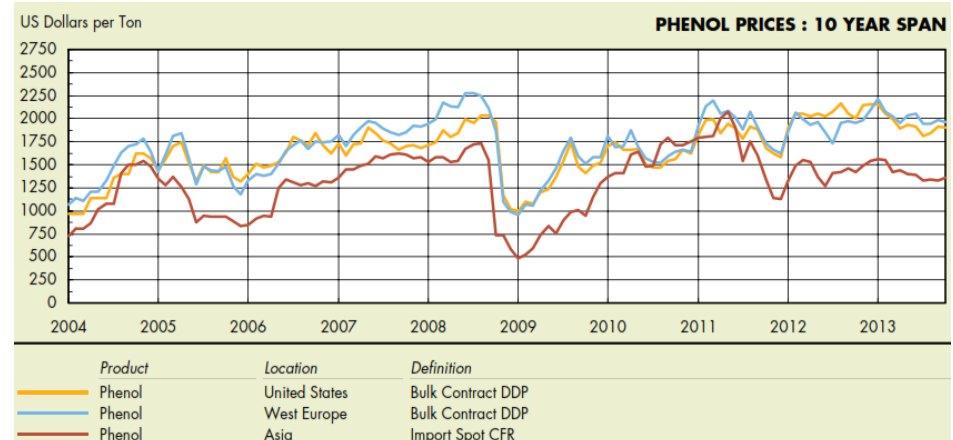
Producto comercial	Precio FOB / t seca
Tanino	1.400 - 1.700 USD

Supuestos	
Capacidad (corteza)	15.400 t seca/ año
Rendimiento	12,2 - 16,2 %
Precio corteza	30 - 50 USD/ dry ton
Royalty	4 % of Incomes
Inversión	7.500.000 USD
Capital de trabajo	350.000 USD



Indicadores económicos (10 años)	
Tasa descuento	10 %
Valor actual neto	6.382 - 13.987 MUSD
Tasa Interna Retorno	15,0 - 31,44%
Período recuperación	4,2 - 2,2 años

## Phenol prices behaviour



Reference: Tecnom Orbichem (2013)

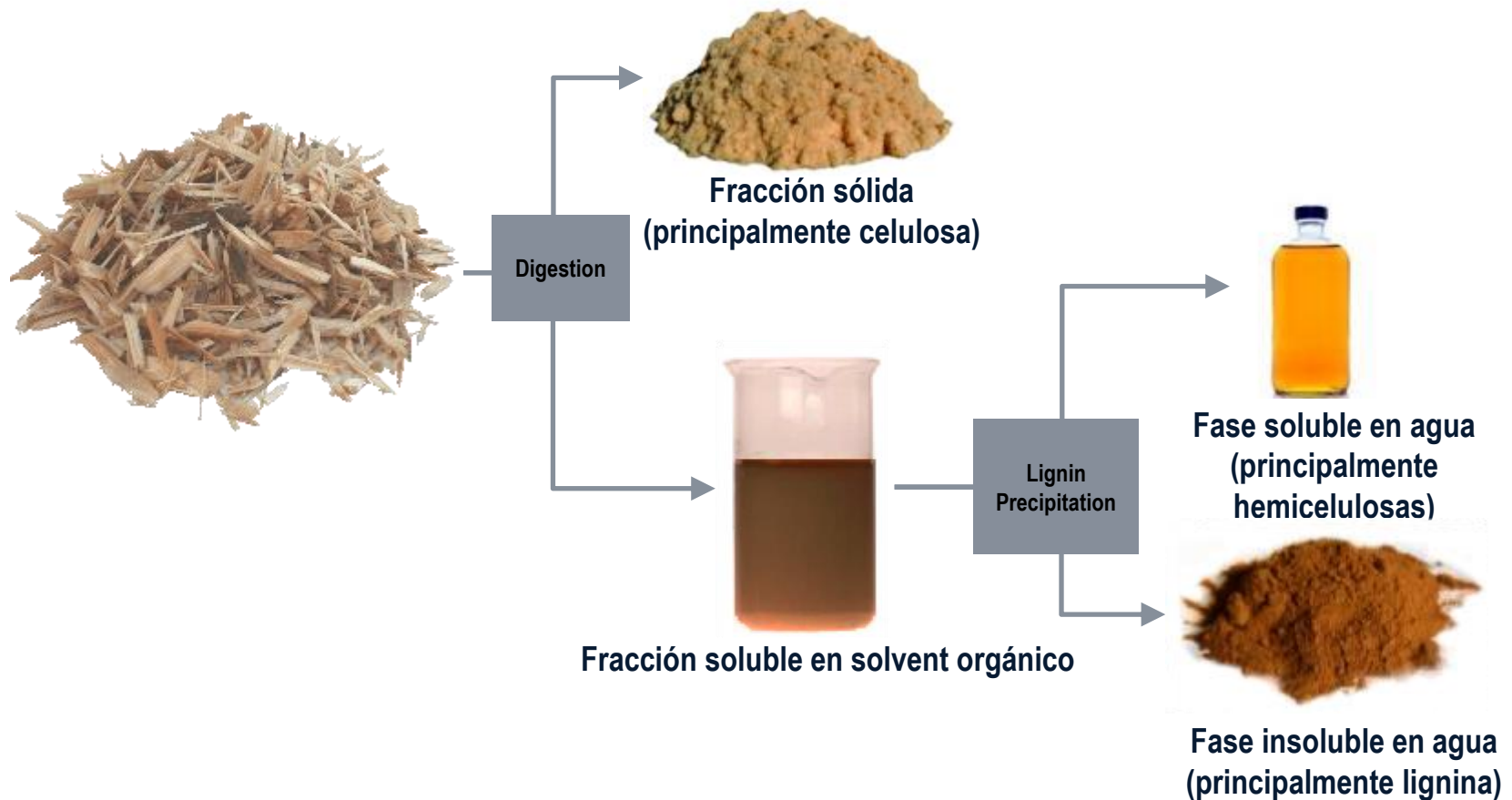


# **Caso de estudio 2: Biorrefinería Acetosolv**



# Funcionamiento

## Fraccionamiento Acetosolv:



# Referencias

## Plantas piloto

Prof. Nimz in Hamburg desarrolló:

- **Proceso Acetosolv** a presión atmosférica, usando HCl como catalizador.
- **Proceso Acetocell bajo presión a una temperatura de 180 ° C** (condición para pino).

Procesos escalados por Kunz Holding y Veba Oel AG en Gschwend, Germany.

KCL en Finlandia desarrolló:

- **Proceso Milox** con ácido fórmico y peróxido de hidrógeno.

Proceso escalado por Kemira Oyj y Chempolis Ltd. en Oulu, Finlandia.

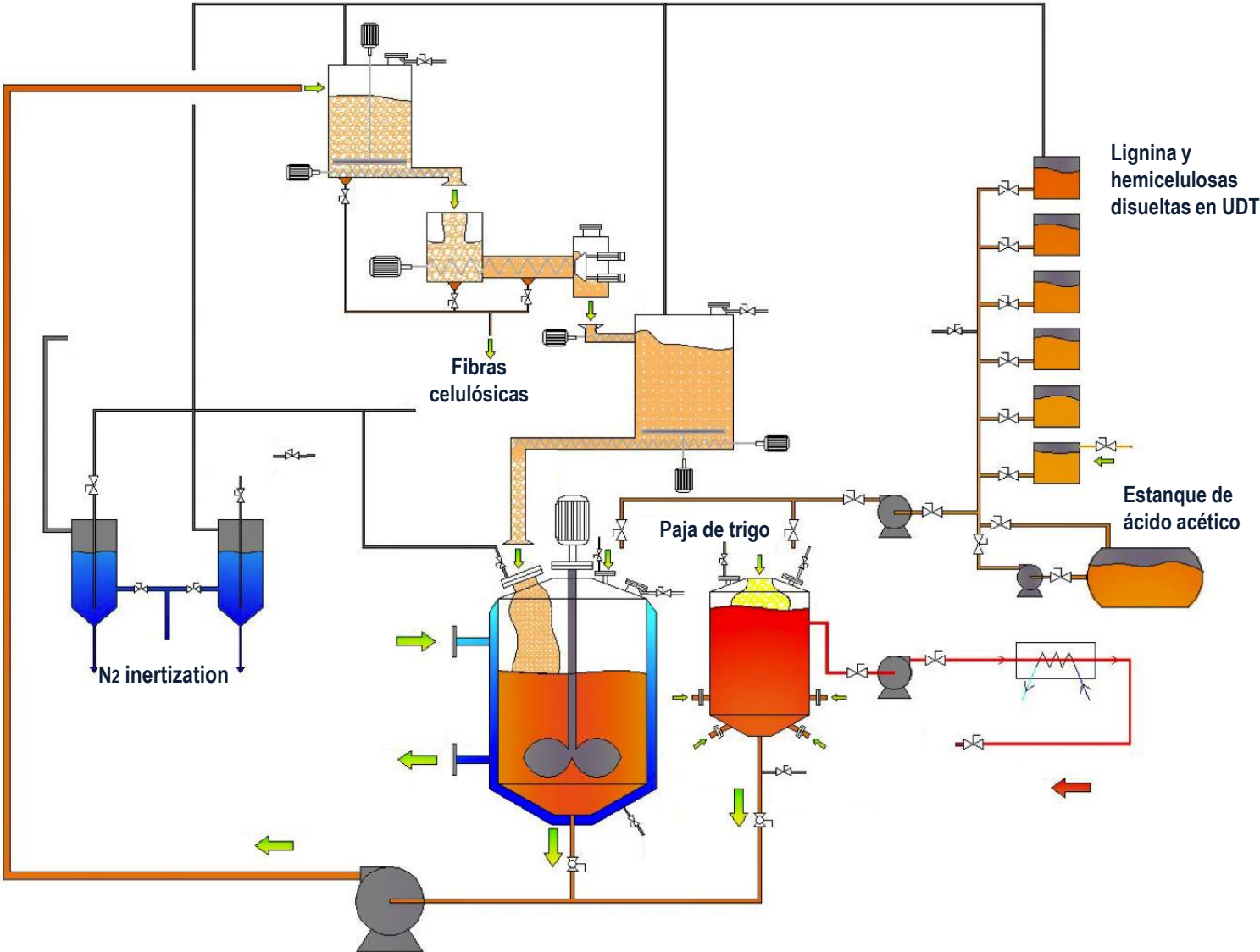
Prof. Delmas en Francia desarrolló:

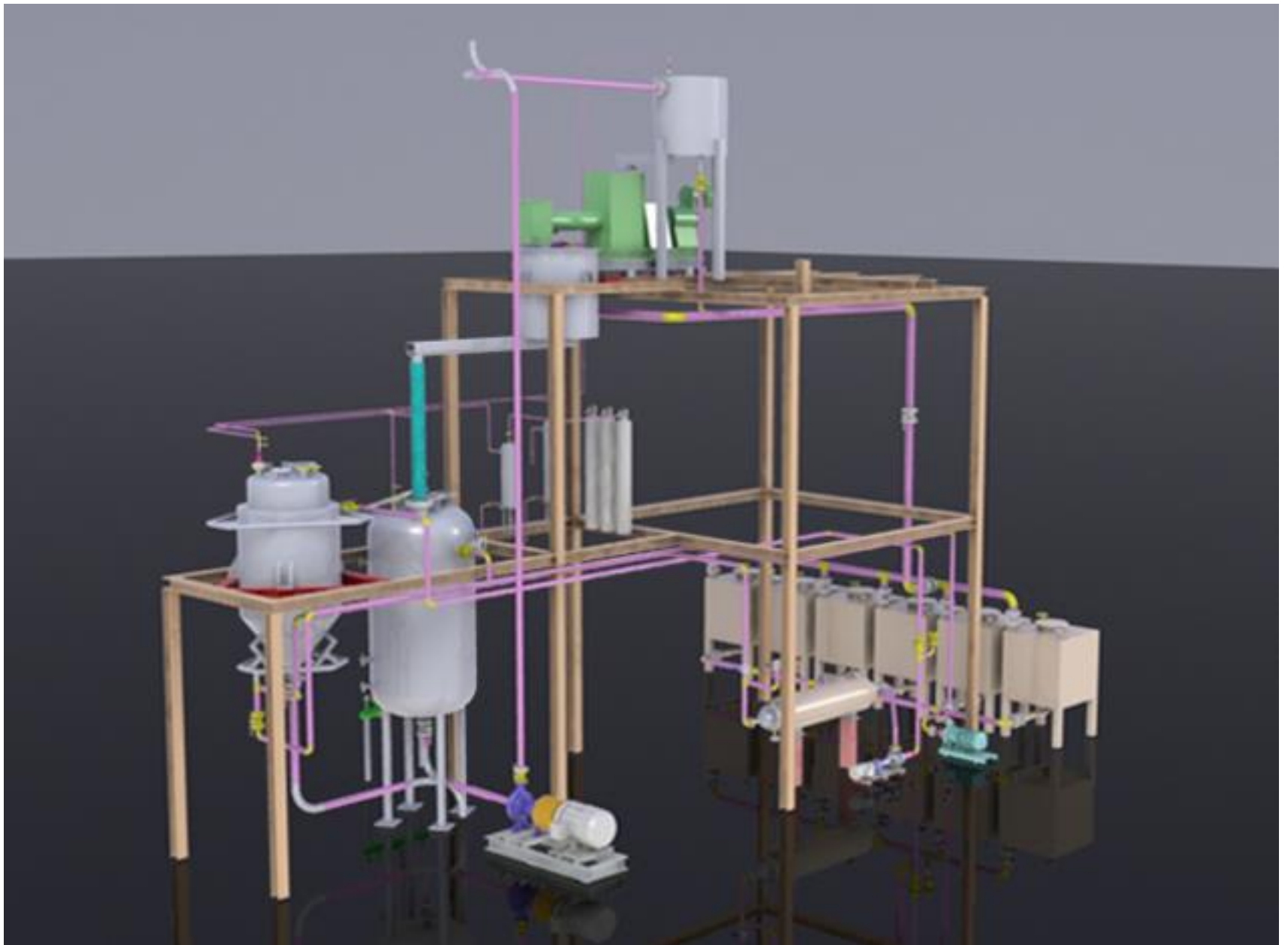
- **Proceso CIMV Biorefinery** con ácido fórmico y ácido acético a presión atmosférica.

Estalado por CIMV in Reims, Francia.



# Planta de extracción piloto de UDT

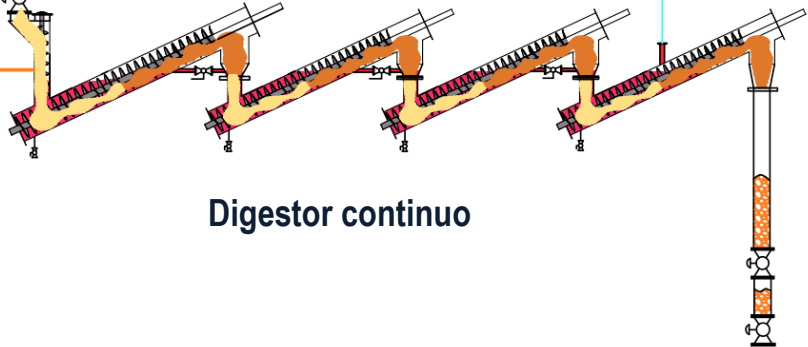
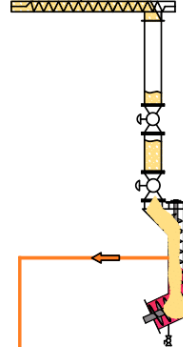
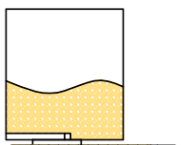






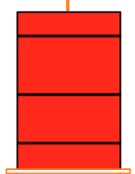
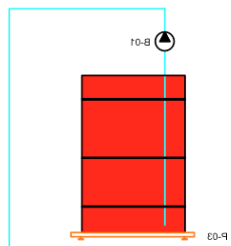
# Planta de extracción continua

Pinus radiata, Eucalyptus globulus y paja de trigo

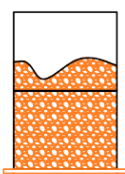


Digestor continuo

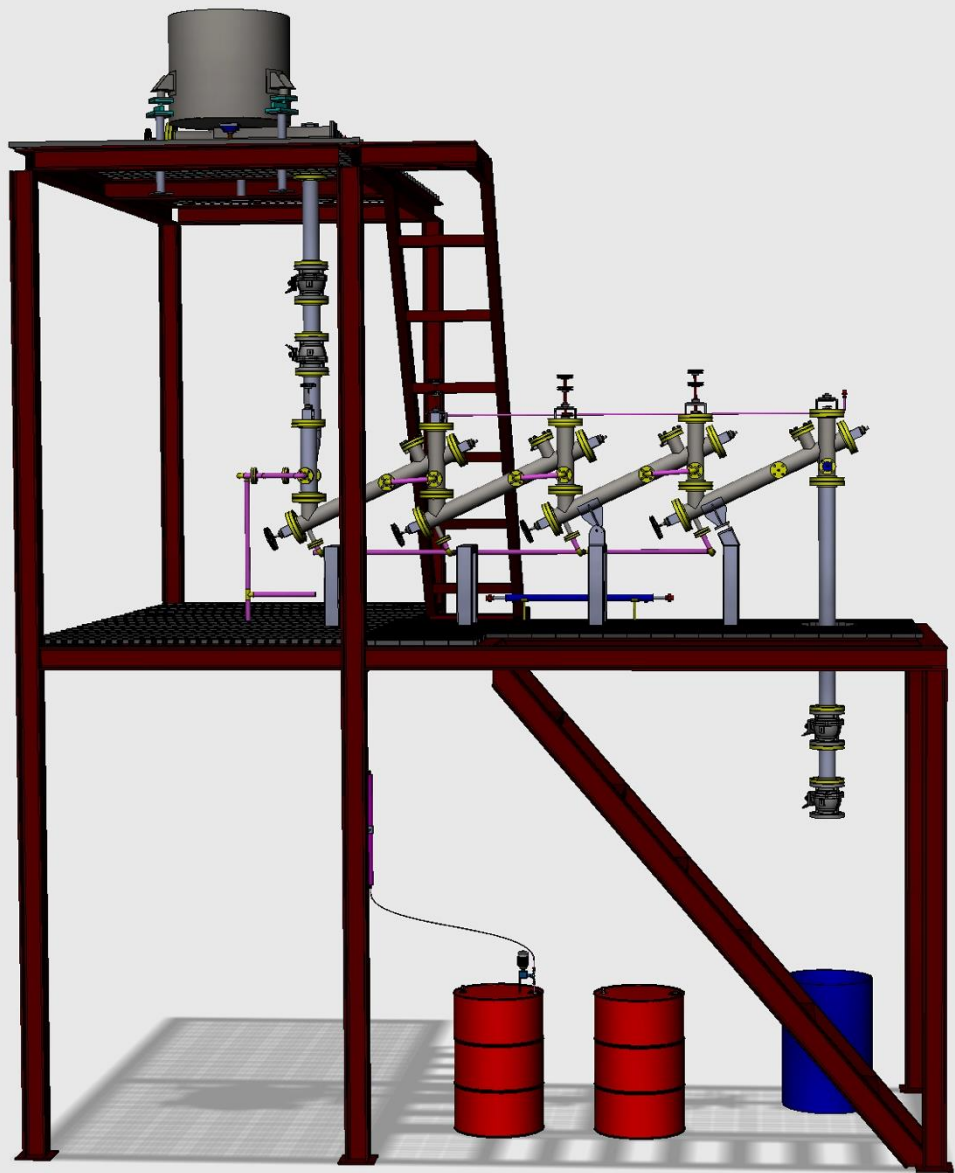
Ácido acético



Lignina + hemicelulosas en ácido acético



Fibras de ácido acético







# Aplicación de productos

## Aplicaciones tradicionales

### Fibras (35–50% rendimiento):

Sustituto de pulpa química o mecánica  
Precio: 700 US/t



doras

MC

losa

### Carbohidratos (15–25% rendimiento):

Sustituto melaza  
Precio: 350 US/t



### Lignina (20-30% rendimiento):

Sustituto de fenol en resinas PF  
Precio: 1.000 US/t

Aglomerante de pellet de biomasa  
Precio: 300 US/ton

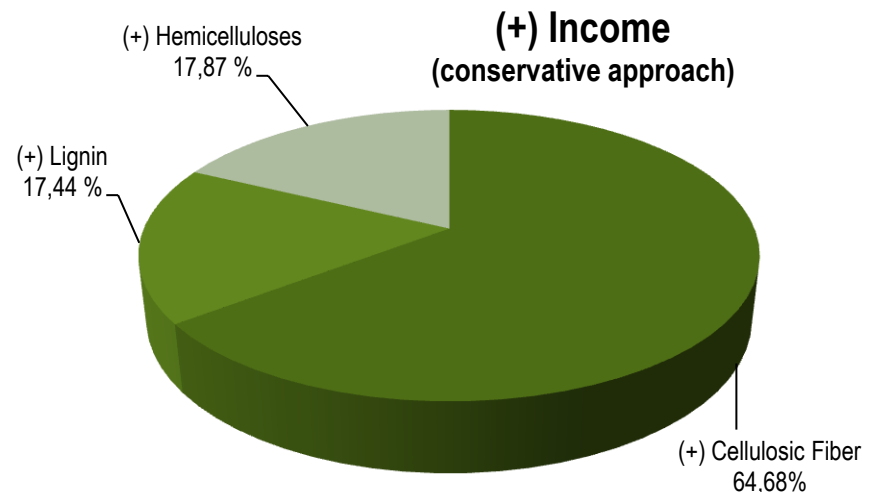
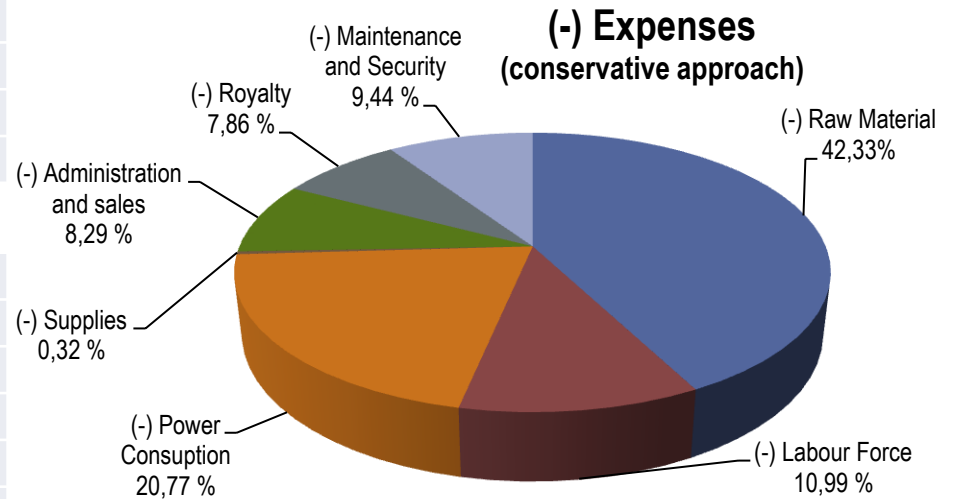


# Evaluación económica

Productos comerciales	Precio FOB / t seca
Fibras celulósicas	670 - 1.100 USD
Lignina	330 - 800 USD
Hemicelulosas	220 - 350 USD

Supuestos	
Capacidad (paja de trigo)	50.000 t secas/ año
Rendimiento	80 - 90 %
Precio paja de trigo	25 - 40 USD/ dry ton
Royalty	2 % de ingresos
Inversión	35.000.000 USD
Capital de trabajo	3.000.000 USD

Indicadores económicos (10 años)	
Tasa dedescuento	10 %
Valor actual neto	20.440 - 59.226 MUSD
Tasa Interna Retorno	14,1 - 38,5 %
Período recuperación	5,0 - 2,4 años

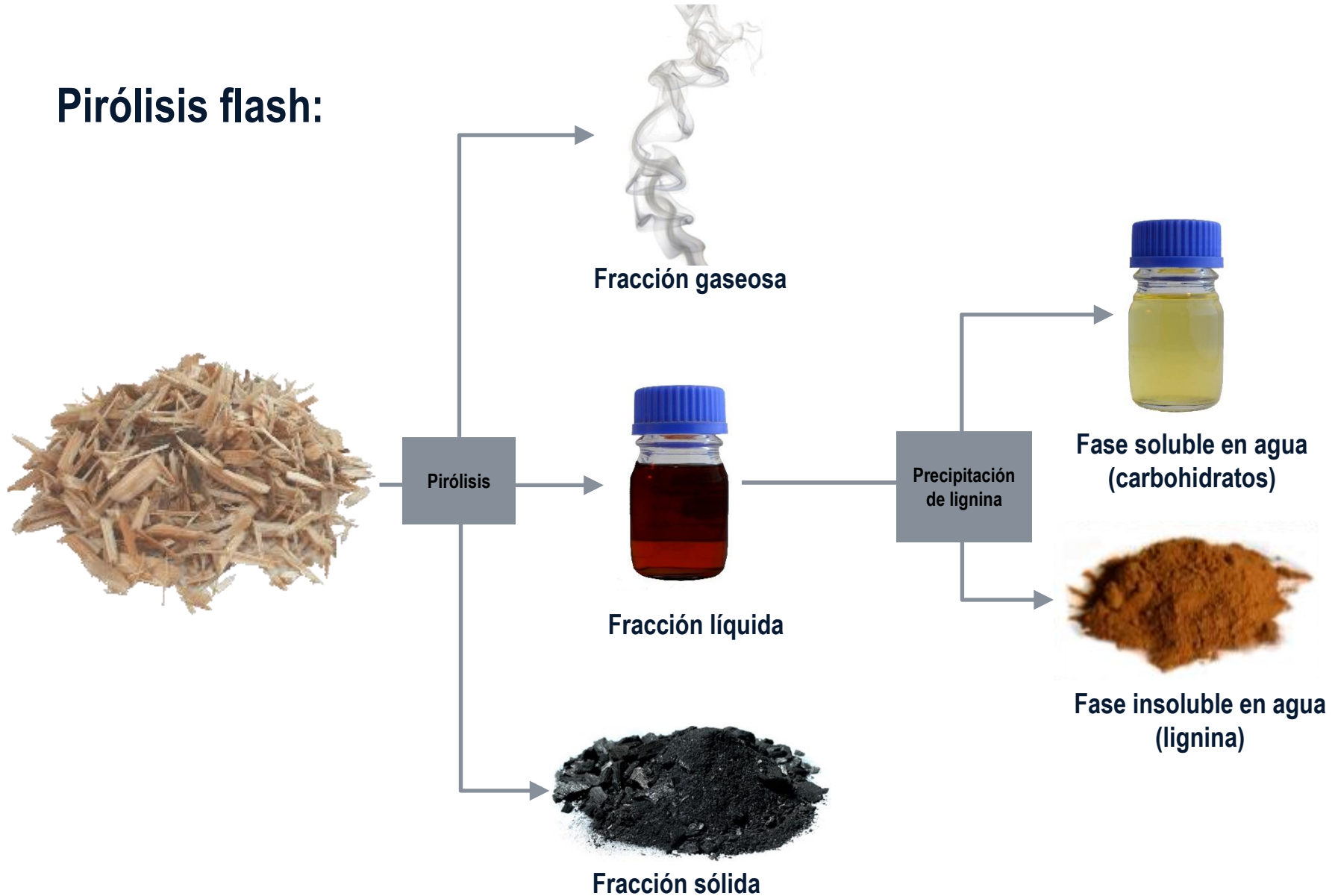




# **Caso de estudio 3: Pirólisis flash de madera**

# Funcionamiento

**Pirólisis flash:**



# Referencias

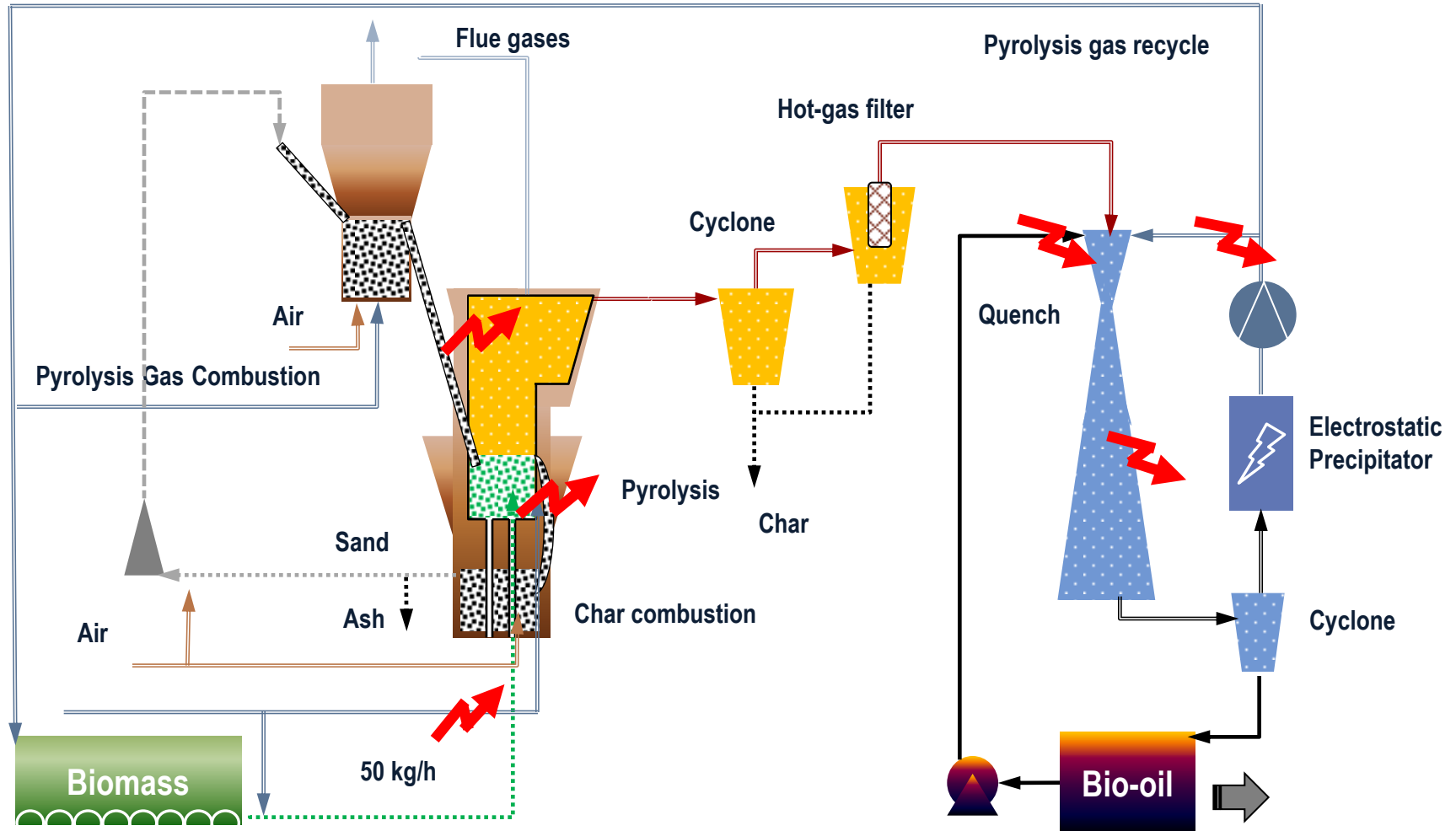
## Plantas piloto

### Planta comerciales y demostrativas de pirólisis rápida:

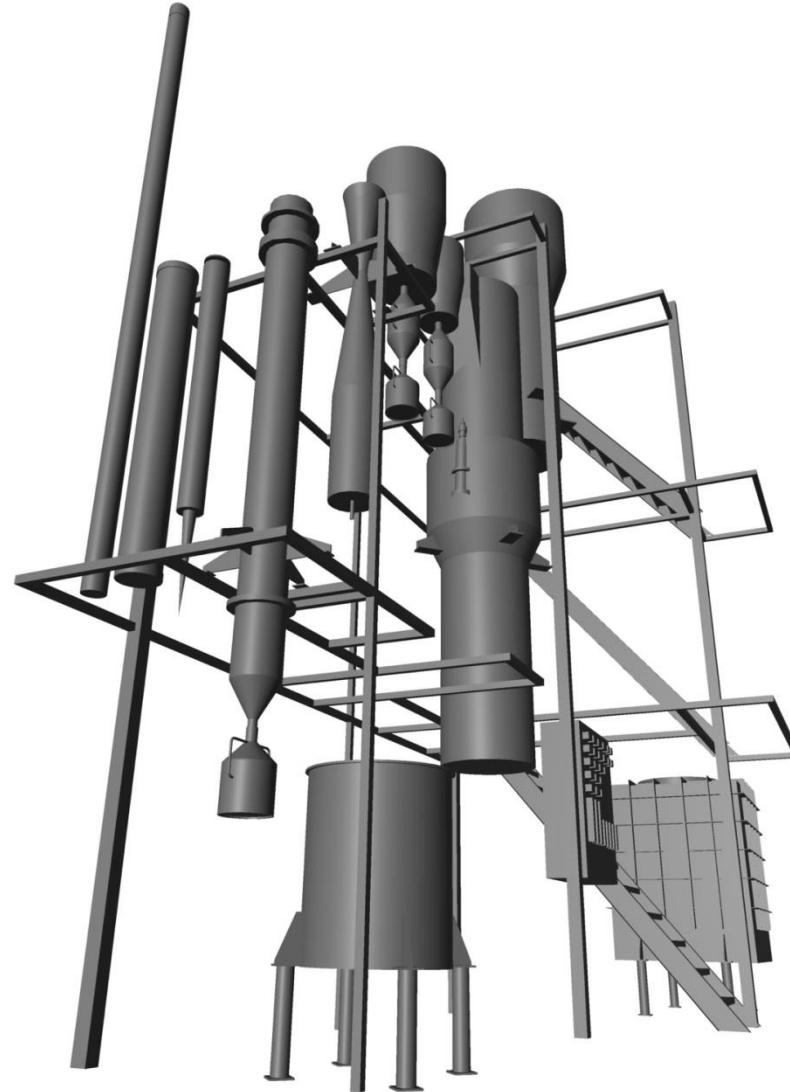
- Red Arrow 1992 (Manitowoc, Wi, EEUU): 30 TPD
- Red Arrow 1995 (Rhineland, Wi, EEUU): 36 TPD
- Dynamotive 1997 (Canadá): 2 TPD
- ENEL, VTT, Fortum 1998 (Bastardo, Italia): 15 TPD
- Pyrode 1999 (Saquenay, Canadá): 84 TPD
- Red Arrow 2002 (Rhineland, Wi, EEUU): 45 TPD
- Unicamp 2005 (Piracicaba, Brasil): 7 TPD
- Ivanhoe Energy 2005 (Bakersfield, EEUU): 1 TPD
- BTG 2005 (Malasia): 48 TPD
- Dynamotive 2005 (West Lorne, Canadá): 120 TPD
- PYTEC 2005 (Bulkau, Alemania): 6 TPD
- Dynamotive 2006 (Guelph, Canadá): 192 TPD
- ENSYN 2007 (Renfrew, Canadá): 96 TPD
- Bio Oil Holding 2010 (Tessenderlo, Bélgica): 120 TPD
- BTG 2010 (Hengerlo, Holanda): 120 TPD



# Planta piloto de pirólisis de UDT



# Planta piloto de pirólisis de UDT



# Planta piloto de pirólisis de UDT





# Aplicación de productos

## Aplicaciones tradicionales

### Combustible industrial:

Reemplazo fuel oil 5 ó 6

Precio: 100 - 150 US/ton

## Aplicaciones innovadoras

Humo líquido

Valor agregado: Alto

Carbohidratos: Fuente de formiatos

Valor agregado: Medio

Lignina: Reemplazo fenol

Valor agregado: Medio - bajo

# Conclusiones

- 1. Los subproductos de la cosecha e industria forestal son masivos y de muy bajo costo, hoy se les usa preponderantemente como combustible de calderas industriales.**
- 2. Mediante procesos de conversión química es posible separar los componentes de biomasa forestal, para abastecer a diferentes tipos de industrias. Las fibras celulósicas y determinados extraíbles son los componentes más interesantes.**
- 3. La conversión termoquímica de biomasa lignocelulósica permite obtener fracciones sólida, líquida y gaseosa, en distintas proporciones. Se prevé una aplicación comercial paulatina de las tecnologías en desarrollo.**
- 4. La era de la bioeconomía abre nuevas perspectivas para el uso de madera y otros productos del bosque. El desarrollo de procesos integrados, que incluyan la generación de productos de alto valor agregado, son particularmente atractivos.**



3<sup>er</sup> Congreso Iberoamericano  
4<sup>to</sup> Congreso Latinoamericano  
2<sup>do</sup> Simposio Internacional de Materiales Lignocelulósicos  
**¡Gracias!**  
Ciencia, Tecnología e Innovación para la Bioeconomía  
23 al 25 de noviembre de 2015, Concepción - Chile

**Alex Berg**  
**a.berg@udt.cl**