



PRODUCTOS DE ALTO VALOR AGREGADO A PARTIR DE LA TUSA DE PALMA DE ACEITE

Jennifer Laverde, Natalia Pino, Andrey
Escobar, Mariana Peñuela, Jaime
Gallego, Magdalena Titirici, Diana López



International
OIL PALM
Conference

INNOVATION AND SUSTAINABILITY

IN OIL PALM

nourishing people and protecting the planet

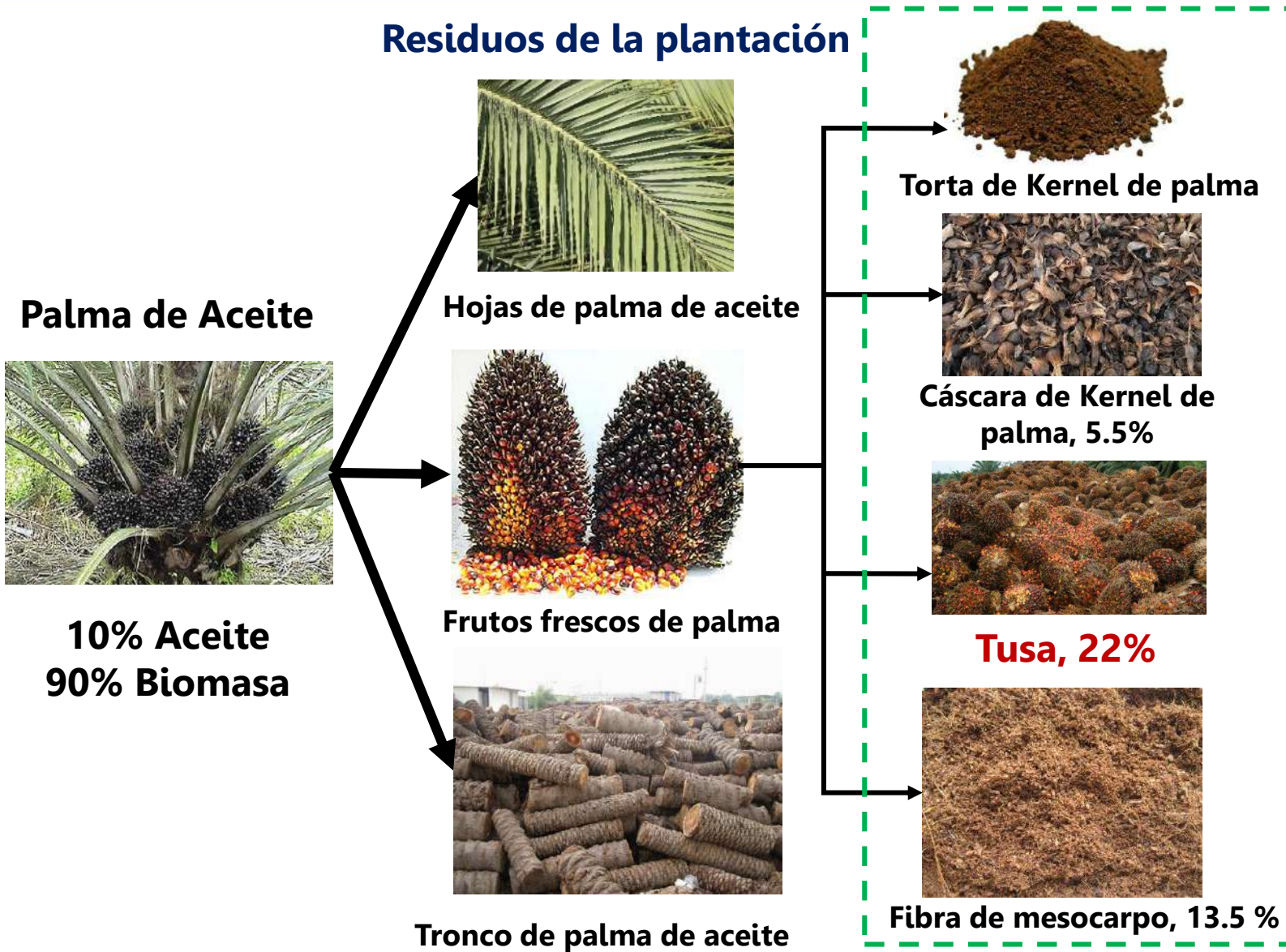
September 26th, 27th, and 28th 2018
Cartagena de Indias Convention Center, Colombia



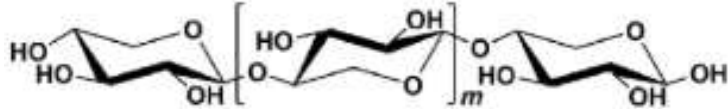
Queen Mary
University of London



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803



En Colombia → 1M ton/año de aceite de palma produce igual cantidad de tusa



Alto contenido de celulosa y hemicelulosa



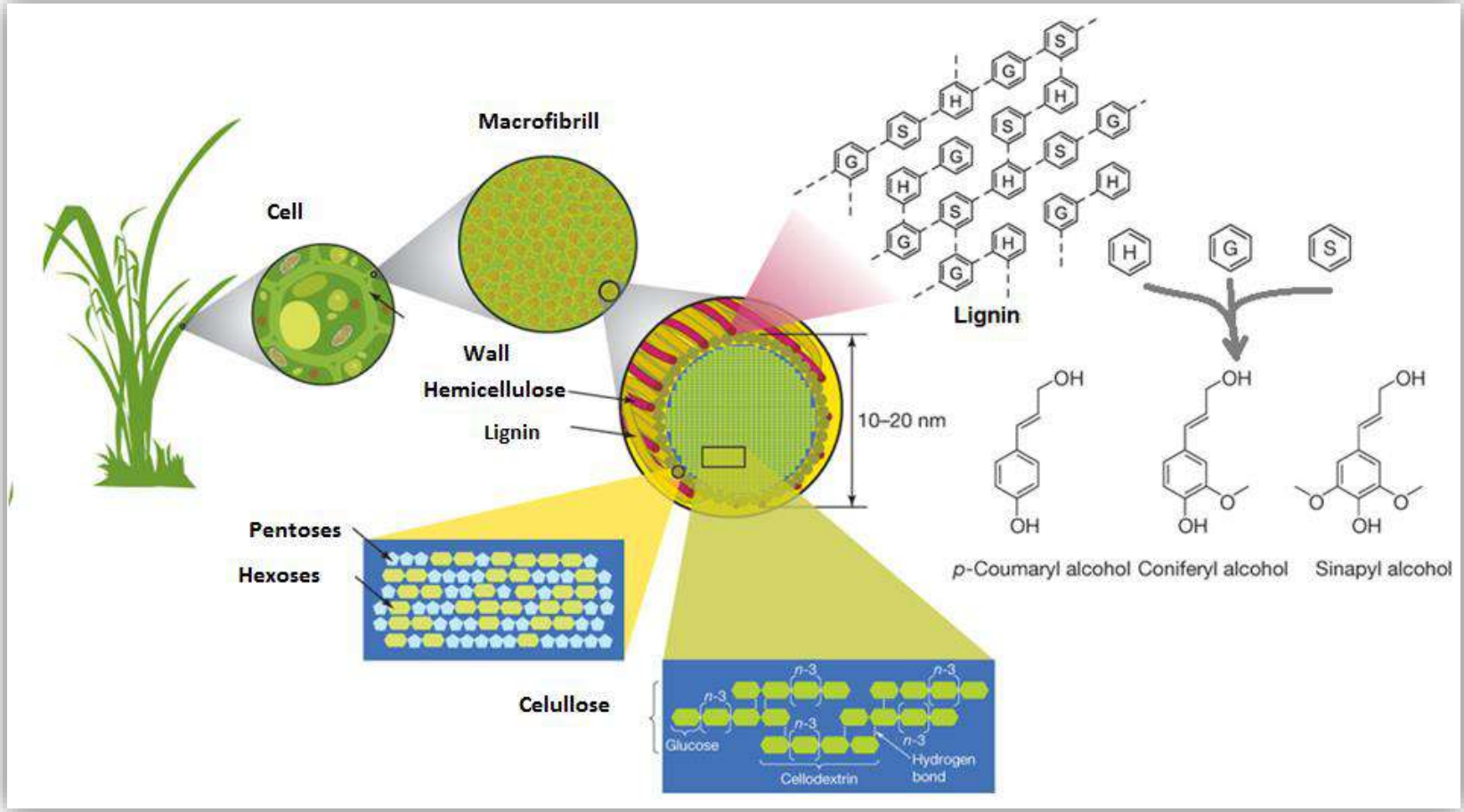
Potencial para obtener productos de valor agregado

Biomasa lignocelulósica: Tusa de palma de aceite

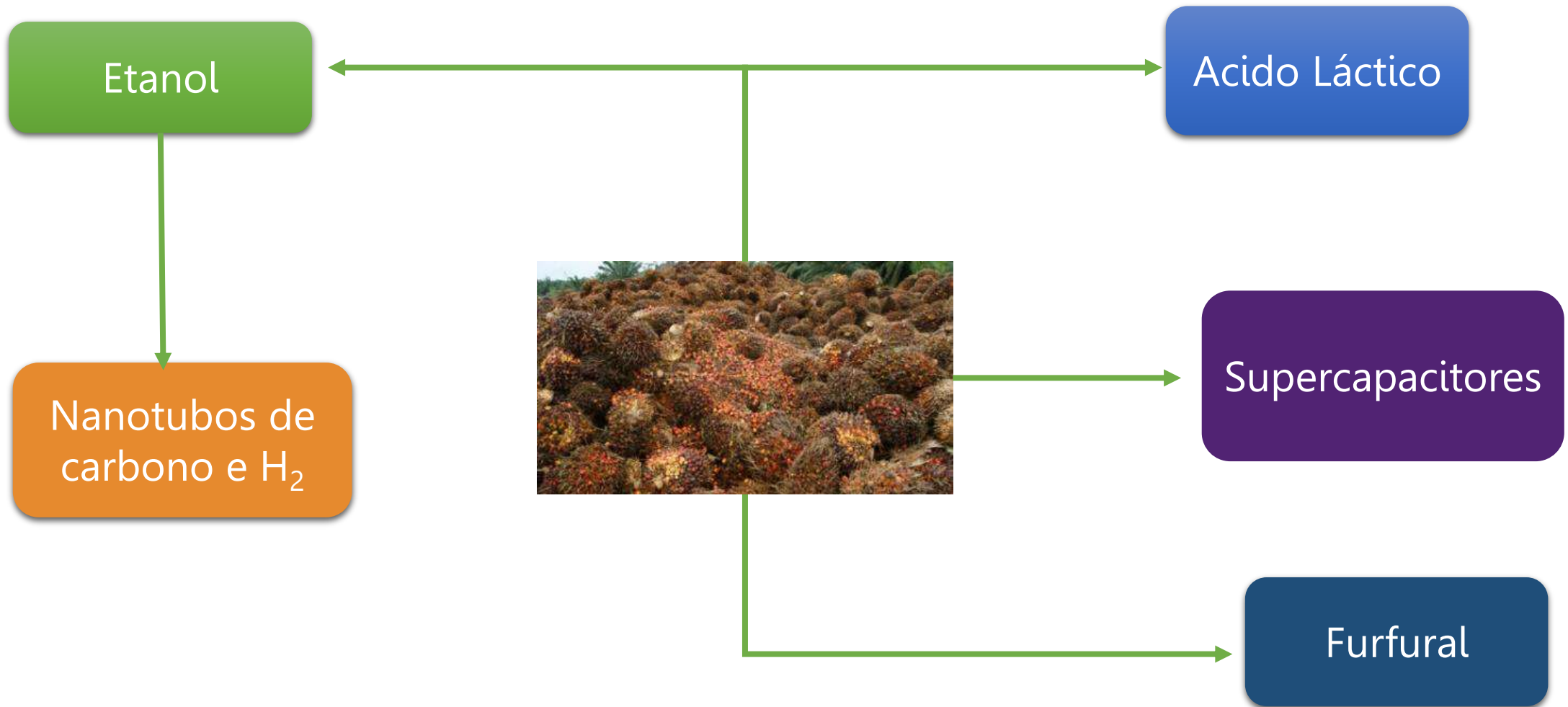
Composición

Celulosa	47.6 %
Hemicelulosa	28.1 %
Lignina	13.0 %
Otros	12.8 %

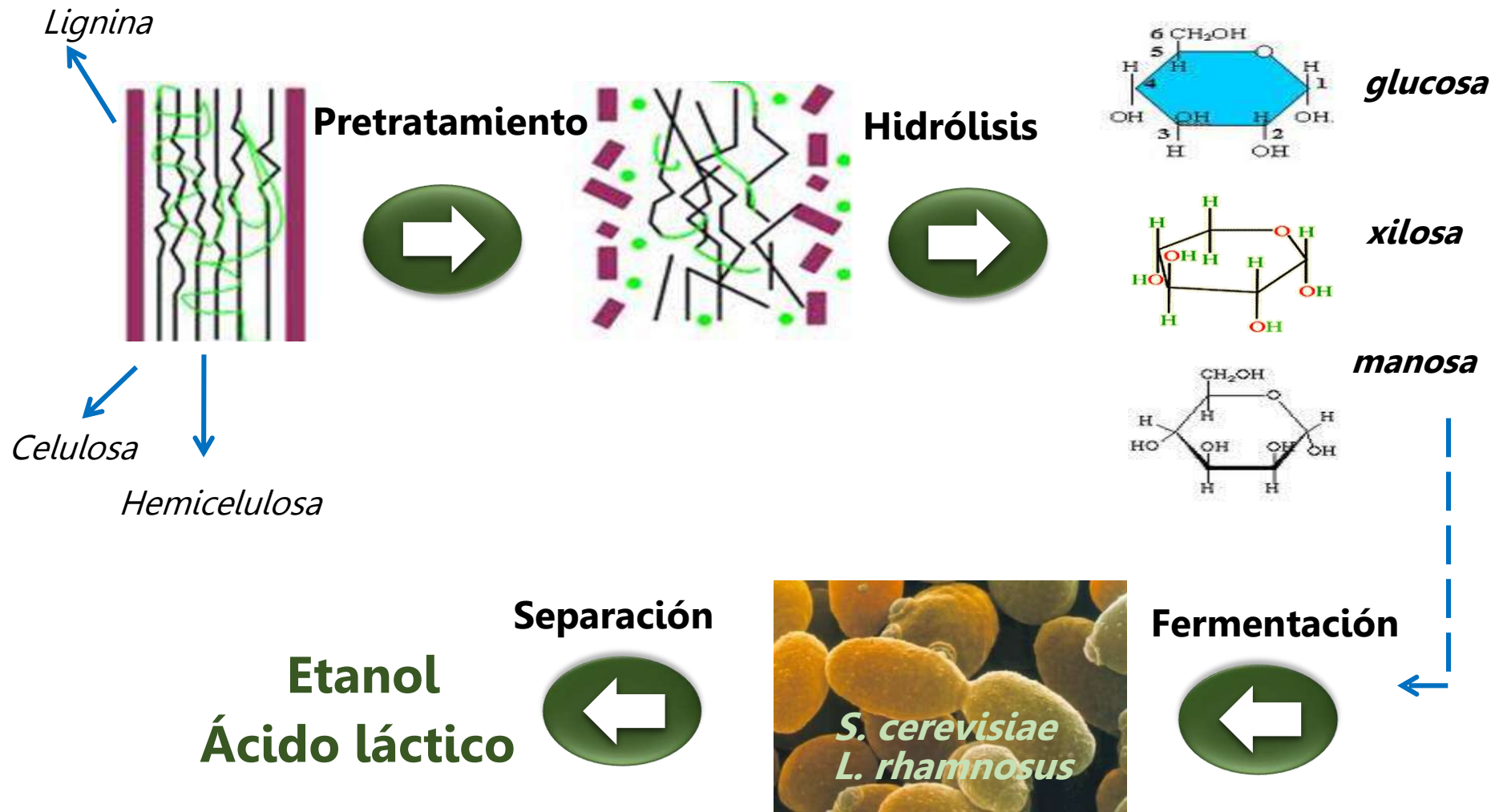
*Medida en este estudio



Objetivo



Producción de etanol o ácido láctico



Etanol

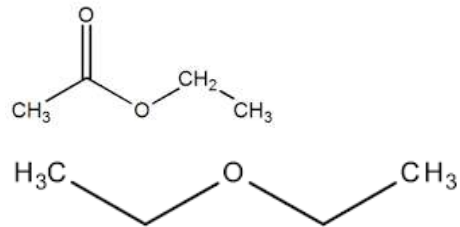
Excipientes en la industria farmacéutica



Anticongelante



Precursor de compuestos químicos



Combustible



Ácido láctico

Tratamientos médicos



Industria alimenticia

Acidulante y conservante



Industria química

Pinturas, resinas y agente controlador de pH

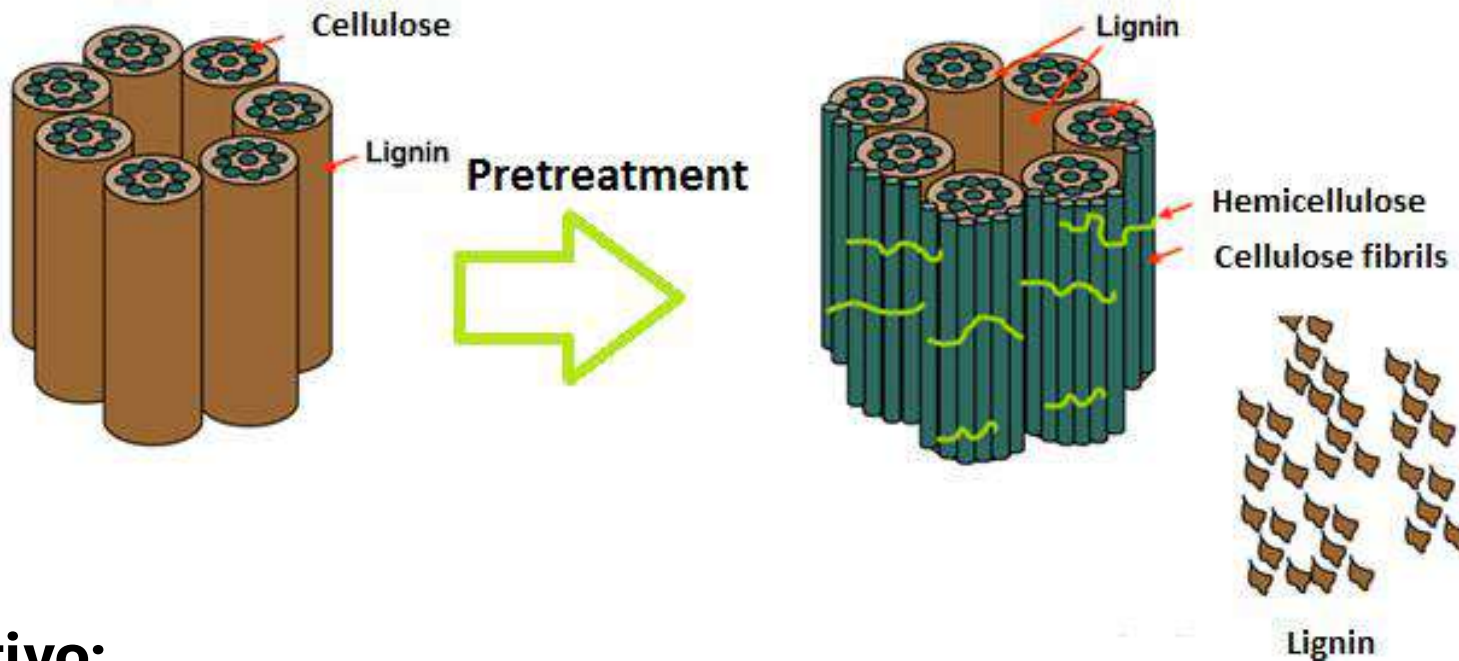


Industria de plásticos

Precursor del ácido poliláctico



Pretratamiento de la biomasa



Ventajas

Baja cantidad de productos de descomposición

Alta disponibilidad de celulosa y hemicelulosa

Objetivo:

Agua caliente
Ácido (H_2SO_4)
Alcalino (NaOH)

Remover la lignina

Recuperar la celulosa y hemicelulosa

Hidrólisis

Difícilmente fermentables



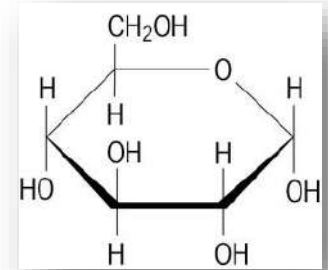
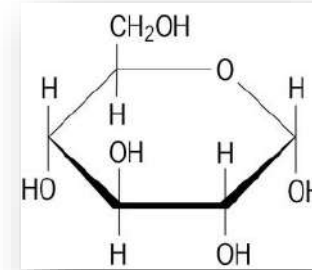
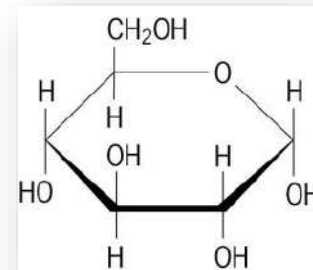
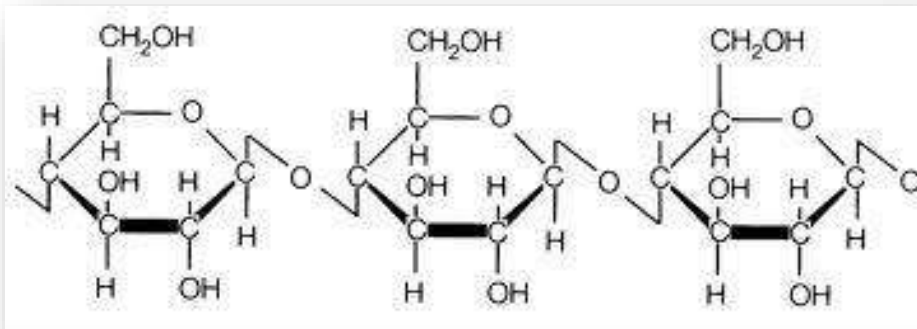
Conversión de polisacáridos a monosacáridos



Mediada por enzimas



Fácilmente fermentables



Resultados producción etanol

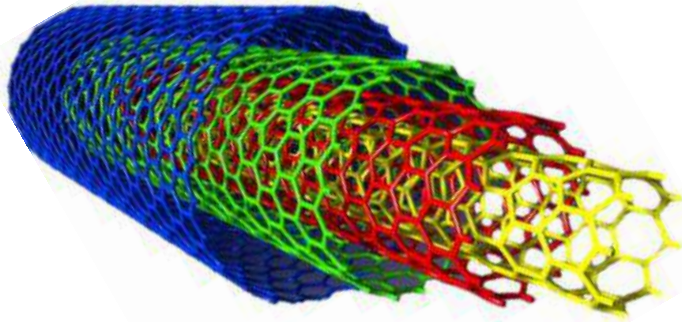
Estudio	Condiciones	Rendimiento a etanol (L/ton material)
Alcalino (este trabajo)	Relación LS:5, 5% NaOH, 120°C, 30 min	302
LHW (este trabajo)	Relación LS:14, 195°C, 70 min	160
Ácido (este trabajo)	Relación LS:4, 5% H ₂ SO ₄ , 120°C, 120 min	147
(Chiesa et al., 2014)	1,5% ácido, 161°C, 9,4 min	128
(Piarpuzán et al., 2011)	Relación LS:10, 2% NaOH, 30 °C, 4 h. Segundo calentamiento a 121 °C, 6 min	110
(Christia et al., 2016)	Relación LS:20, 8% NaOH, 100°C, 90 min	130

Resultados producción ácido láctico

Pretratamiento	Condiciones	Concentración en caldo de fermentación (g/L)	Rendimiento a ácido láctico (L/ton material seco)
LHW	Relación 14 g/g T: 195°C t: 70 min	28.2	125
Alcalino	Relación LS: 5 5% NaOH T: 120°C t: 30 min	35.0	140
Ácido	Relación LS:3 5% H ₂ SO ₄ T: 120°C t: 120 min	21.7	156

*Otros estudios: Concentración en caldo de fermentación oscila entre 17 g/L y 80 g/L

Producción de nanotubos

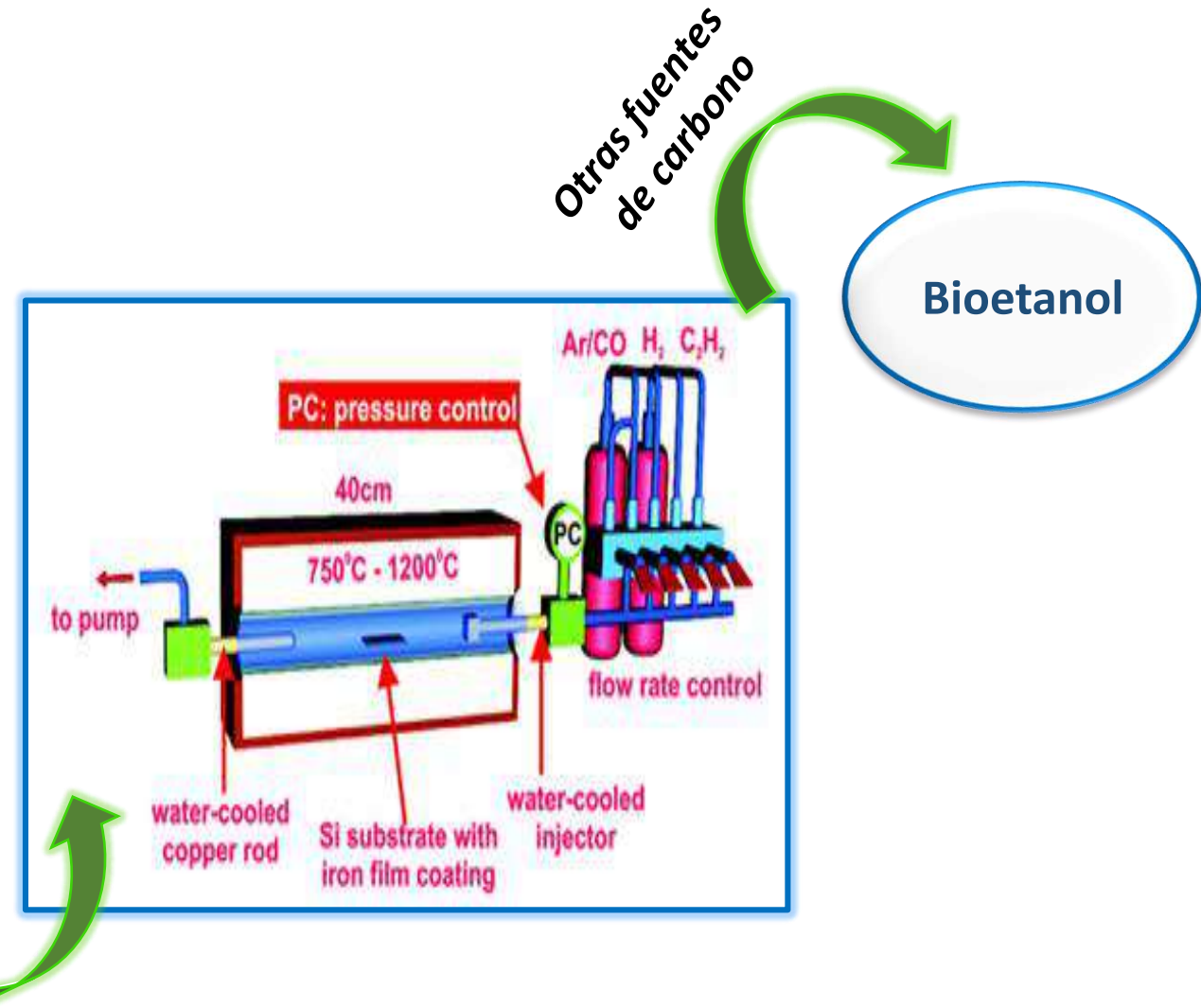


Nanotubos de carbono obtenidos por:

Cámara de descarga de arco eléctrico

Ablación laser

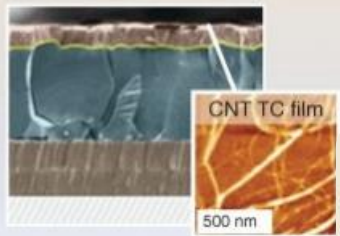
Deposición química de vapor



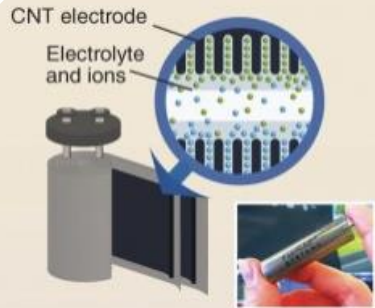
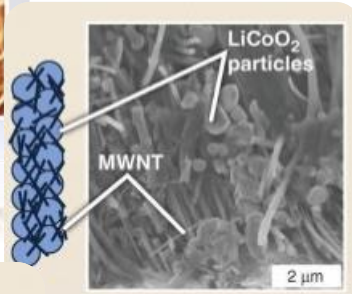
Aplicaciones de los nanotubos de carbono

Sector energético

Celdas solares



Baterías

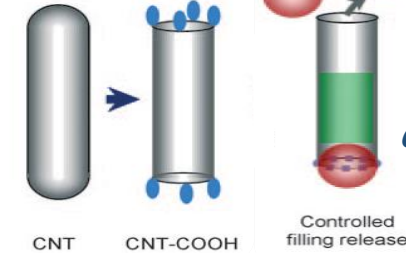


Supercapacitores

Transistores a nanoescala



Sector industrial y biomédico



Liberación controlada de medicamentos



Ingeniería de tejidos óseos

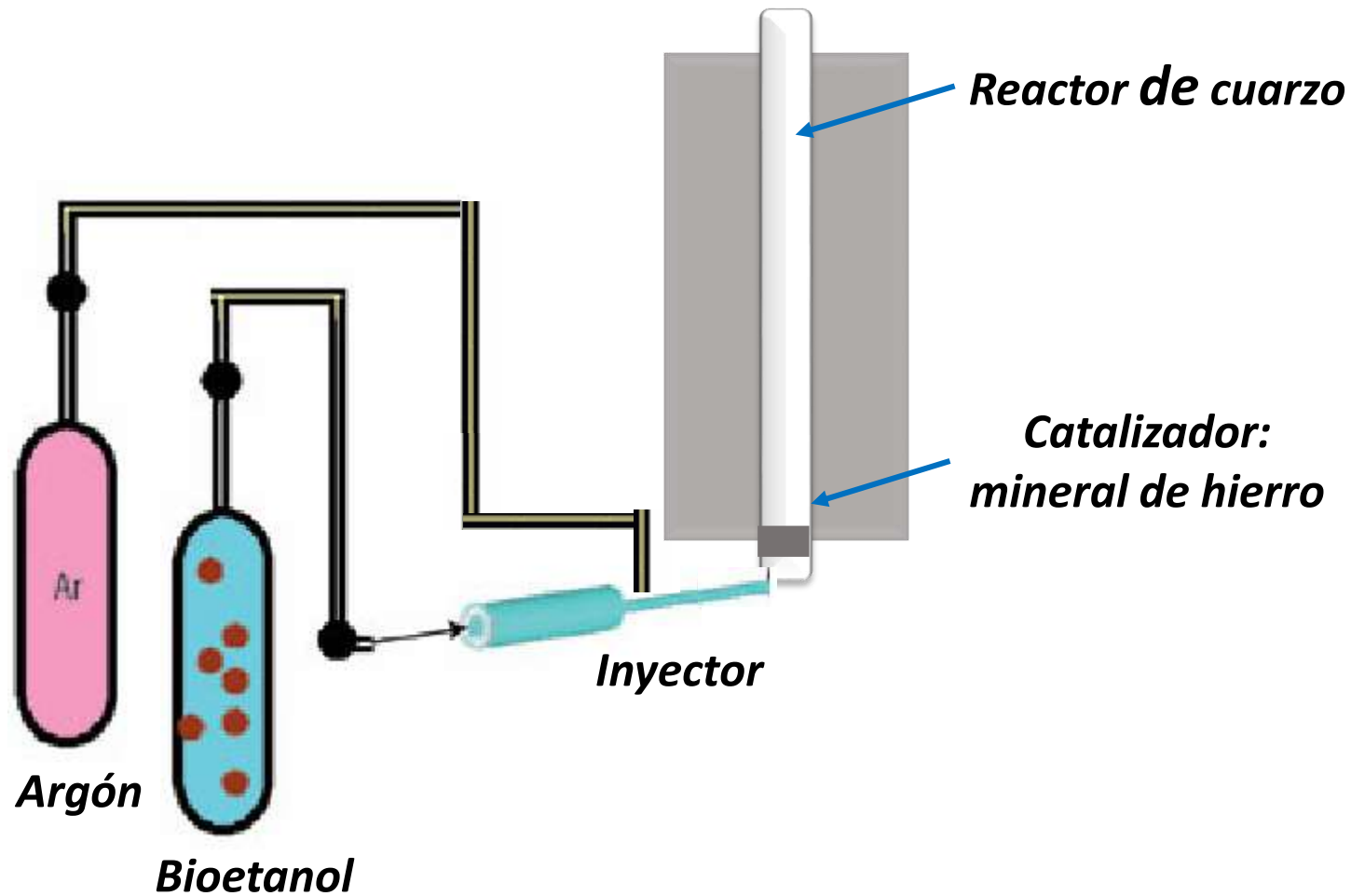


Prótesis ortopédicas

Nanopelículas y materiales avanzados



Producción de nanotubos por CVD

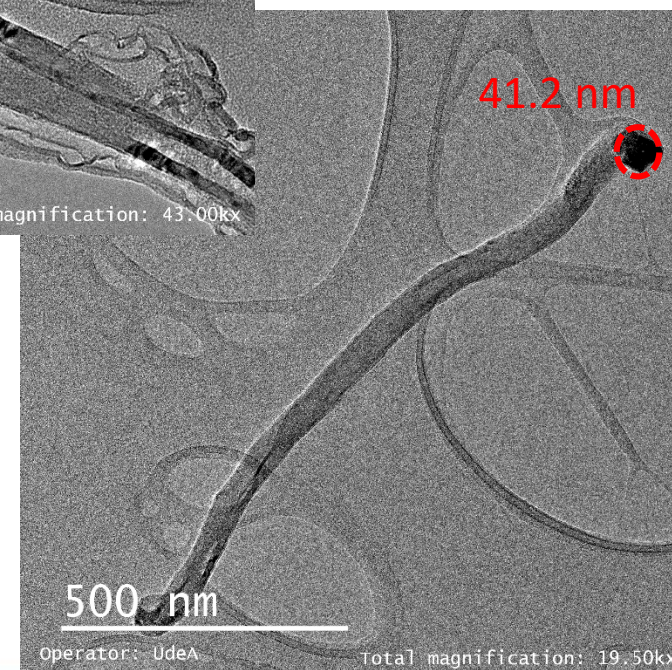
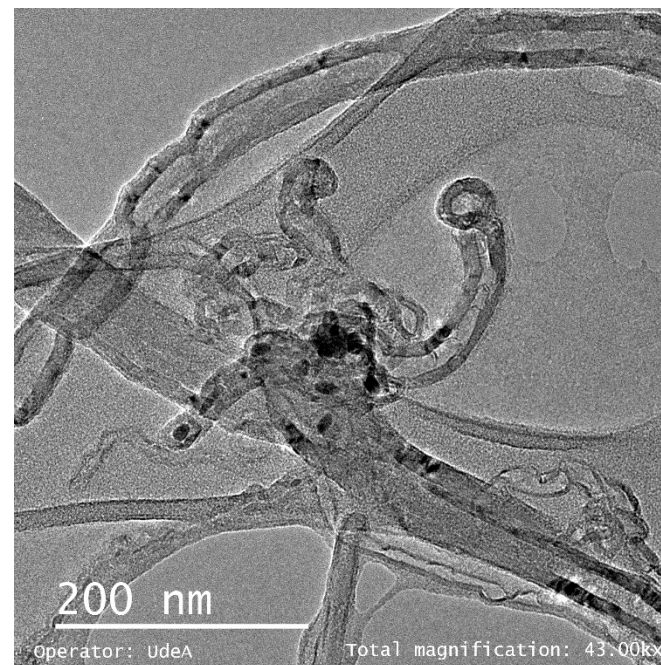
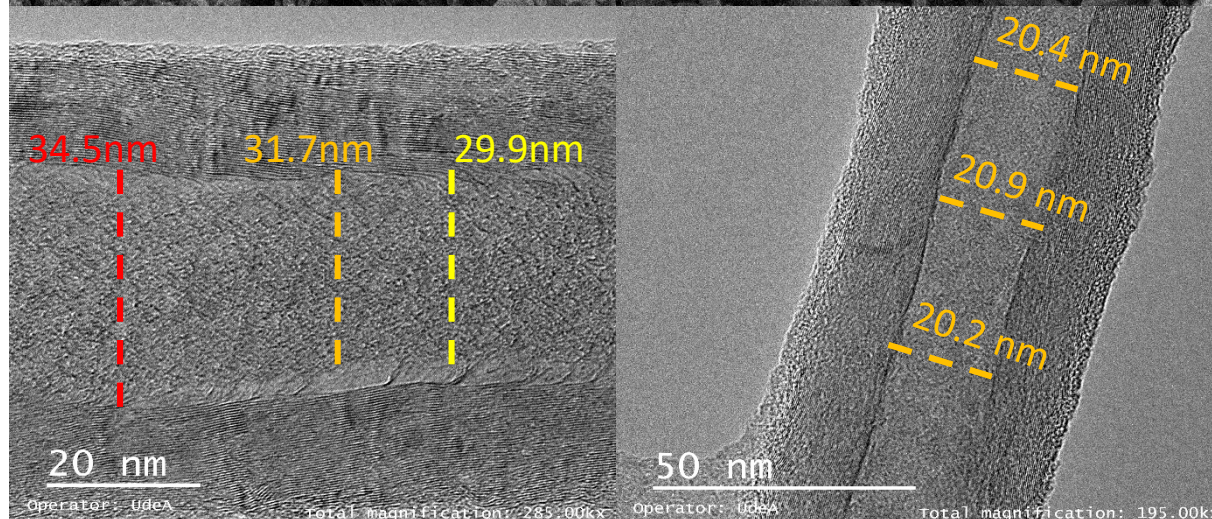
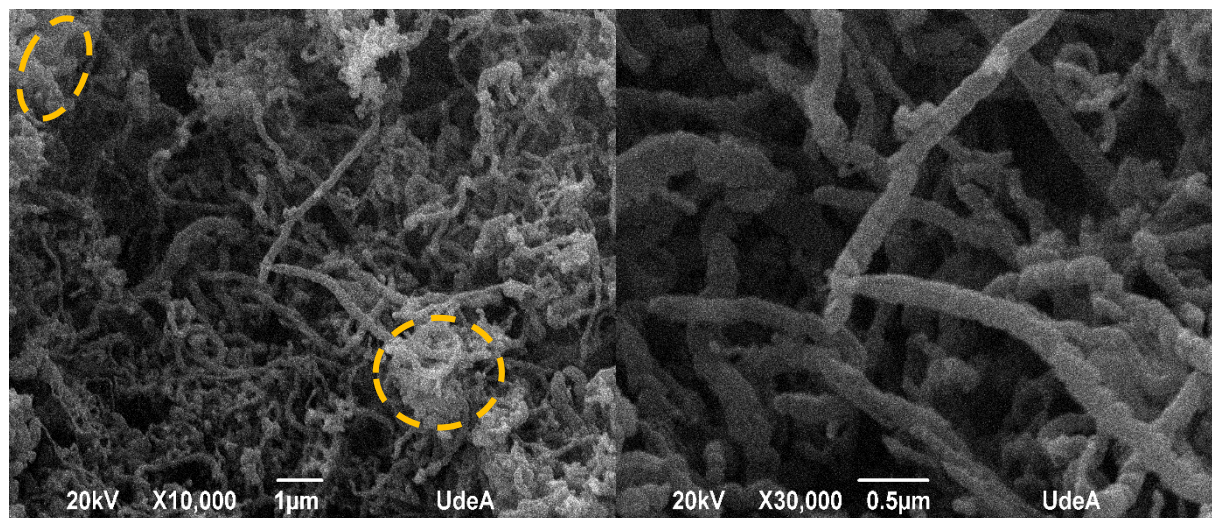


Temperatura: 900°C

Flujo de bioetanol:
2 mL/min

Tiempo de síntesis:
30 min

Caracterización: SEM y TEM



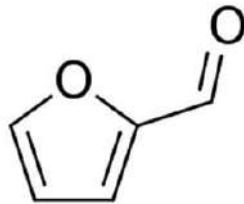
Producción de furfural

Residuos de biomasa



*Fuente potencial
para obtener*

Furfural



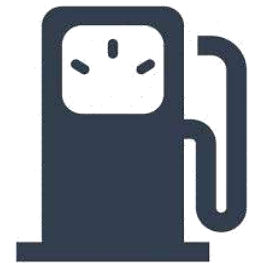
Químicos de valor agregado

Ciclopentanona

Ciclopentanol

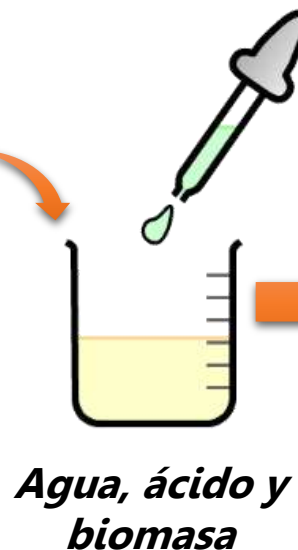
Precursor de combustible

Metilfurano



*Se obtienen del
petróleo*

Metodología



Hidrólisis ácida asistida por microondas



Filtración
Análisis del producto líquido por GC-MS

$$Y_{\text{furfural}} = \frac{\text{masa de producto formado}}{\text{masa seca de biomasa}} \times 100$$

CONDICIONES

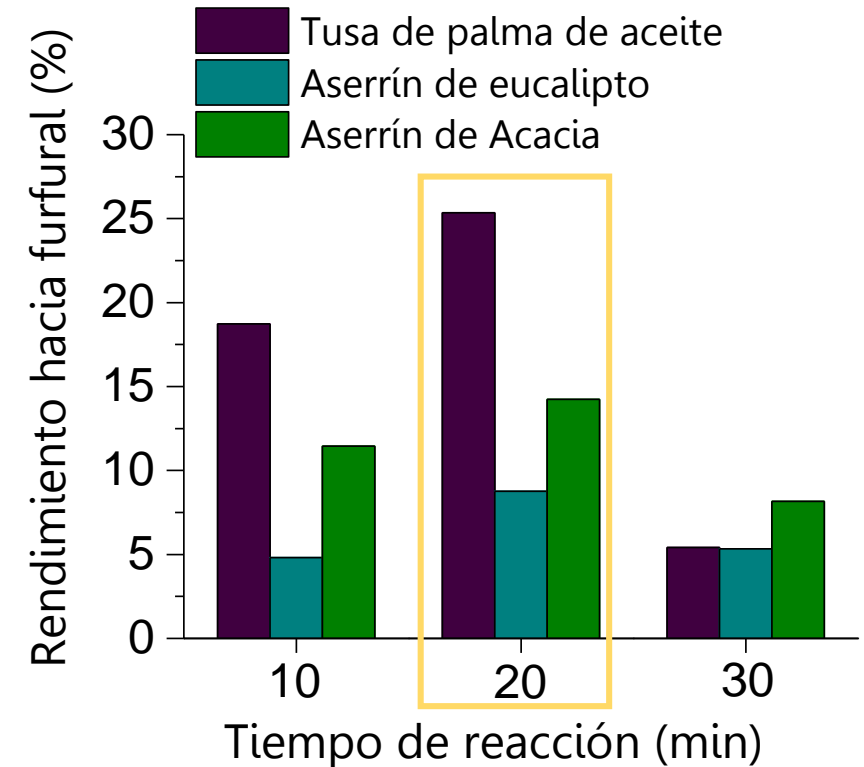
Reactor -MicroSYNTH, Milestone
HCl (0.1 y 0.5 M), CH₃COOH (0.1 M)
Tiempo (10, 20, 30 min)
Temperatura (160°C y 180°C)
Rampa de calentamiento: 10°C/min
Relación sólido:líquido 1:100
Solvente agua: 55 mL, 700 mg de biomasa (tusa, acacia, eucalipto)

Resultados

Caracterización

Componentes	Composición (wt. %)		
	Tusa de palma de aceite	Aserrín de Eucalipto	Aserrín de Acacia
Celulosa	47.6	37.6	47.1
Hemicelulosa	28.1	5.4	10.2
Lignina	13.1	20.8	26.3

Efecto del tiempo de reacción



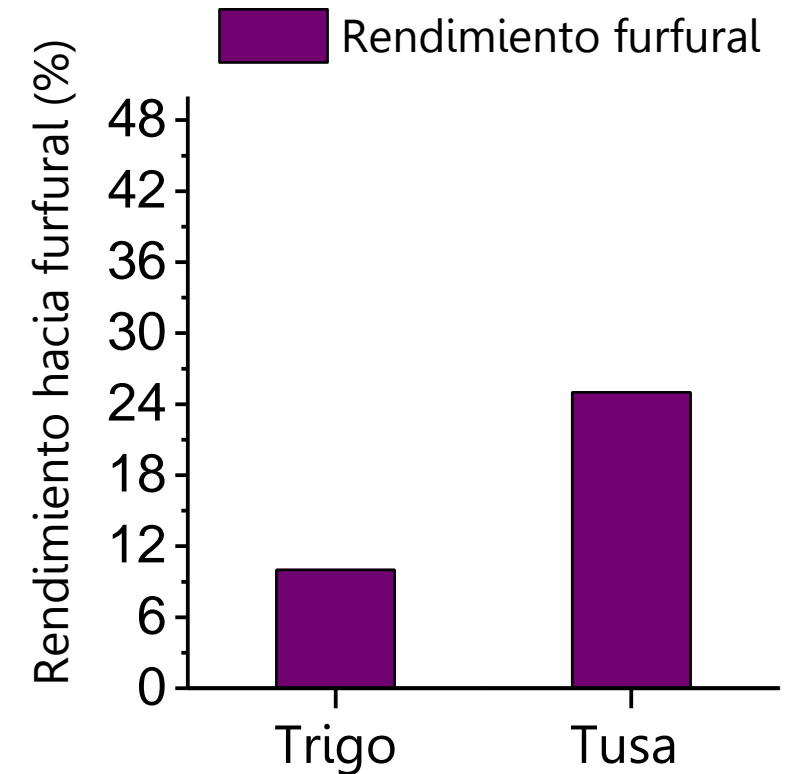
Temperatura: 180°C, HCl (0.1M) y agua como solvente

Resultados

Pretratamientos	Rendimiento hacia furfural (%)		
	Tusa de palma de aceite	Aserrín de Eucalipto	Aserrín de Acacia
Efecto tiempo de reacción			
HCl (0.1M) 10min, 180°C	18.7	4.8	11.4
HCl (0.1M) 20min, 180°C	25.4	8.7	14.2
HCl (0.1M) 30min, 180°C	5.4	5.3	8.2
Efecto concentración de ácido, temperatura, tipo de ácido			
HCl (0.5M) 20min, 180°C	8.8	1.1	3.8
HCl (0.1M) 20min, 160°C	12	2.3	4.5
CH ₃ COOH (0.1M) 20 min, 180°C	18.5	0.87	2.1

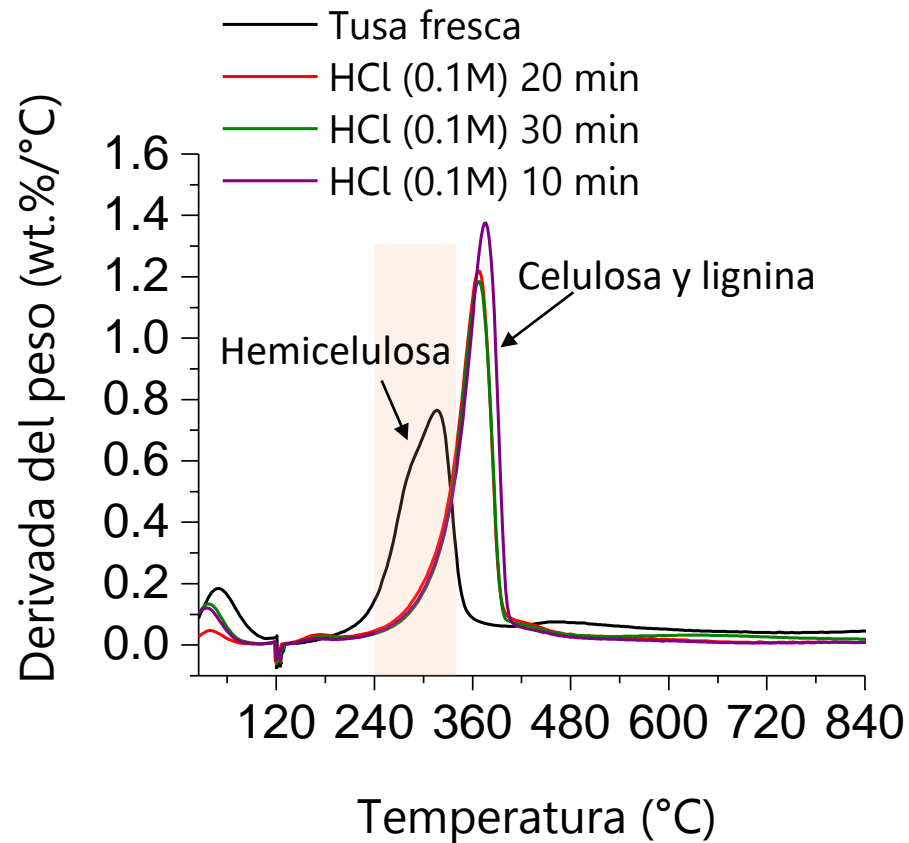
En base seca.

Comparación con la Literatura científica*

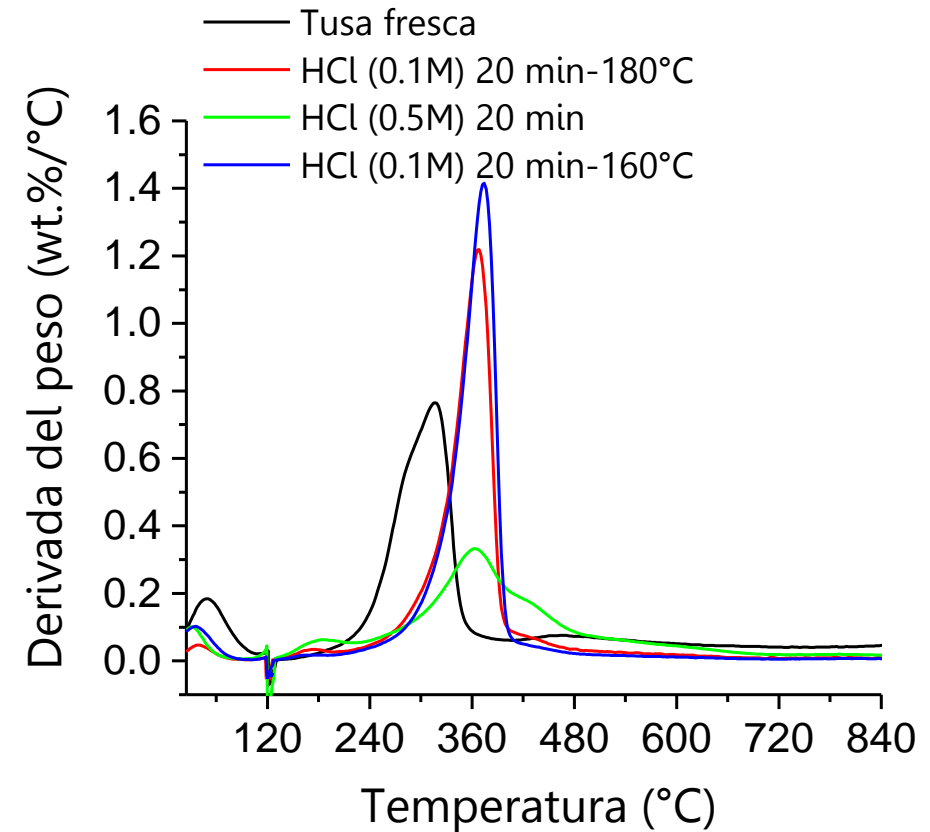


Temperatura: 180°C, HCl (0.1M) y agua como solvente

Resultados



Descomposición de la hemicelulosa y parte de la celulosa hacia furfural



200-320°C → pérdidas asociadas a la glucosa y hemicelulosa
320-350°C → pérdidas asociadas a la celulosa
350-600°C → pérdidas asociadas a la lignina

Supercapacitores: almacenamiento de energía



Desventaja



Producción intermitente



Sistemas de almacenamiento de energía: almacenan el exceso de energía que se produce y no se consume durante una parte del día, posteriormente la energía almacenada se suministra cuando es necesaria.

Supercapacitores: almacenamiento de energía

Los supercapacitores son dispositivos de almacenamiento de energía que tienen alta densidad de potencia (hasta 10 kW/kg), tiempos cortos de carga y descarga (1-30 s) y alta ciclabilidad (1'000.000 de ciclos de carga/descarga).

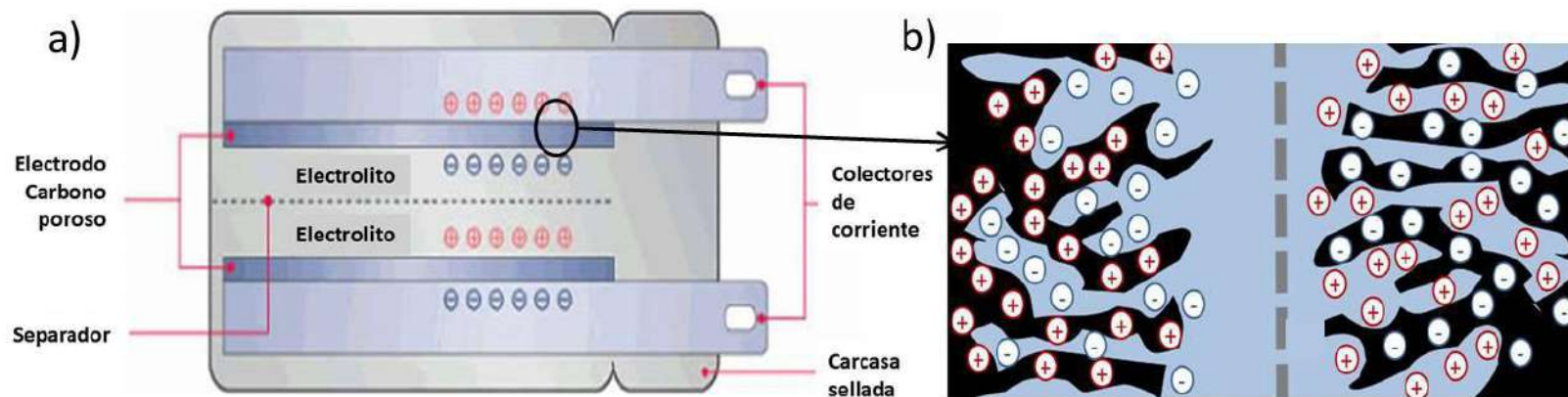


Supercondensadores cilíndricos y prismáticos de la empresa LSMtron (<http://ultracapacitor.co.kr/>)

Aplicaciones de un supercapacitor

- Energía: acondicionamiento de energía, sistemas de alimentación interrumpida (UPS).
- Médicas: láseres industriales, equipo médico.
- Transporte: vehículos eléctricos y para la nivelación de carga para extender la vida útil de las baterías.
- Comunicaciones: se usan en sistemas de comunicación inalámbrica.
- Electrónicas: se utilizan en celulares, videograbadoras, reproductores de CD, juguetes electrónicos, sistemas de seguridad, computadoras, escáneres, detectores de humo, microondas y cafeteras.

Esquema de un supercapacitor



Desventaja

La baja densidad de energía (hasta 5 Wh/Kg), muy inferior a la densidad de energía de las baterías.

Alternativa

Diseño de nuevos electrodos que tengan elevadas capacidades específicas.

Electrodos de materiales carbonosos

Propiedades:

- Alta conductividad eléctrica
- Alta estabilidad térmica
- Distribución de poros adaptable y alta área superficial
- Compatibilidad con una serie de materiales en la fabricación de materiales compuestos
- Bajo costo

Objetivo:



Metodología: Formación del hidrochar



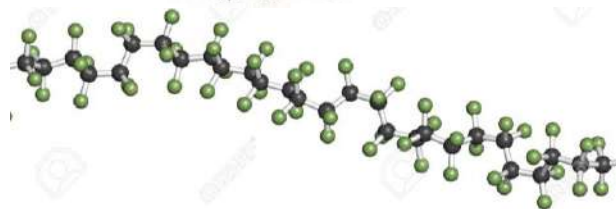
Ensamble del supercapacitor: Comportamiento electroquímico



Hidrochar activado
(HTC3ZK2K-800)



Carbón super-P



Mezcla soportada
sobre espuma de Ni
como colector de
corriente

Secado a 90°C, 12h
al vacío

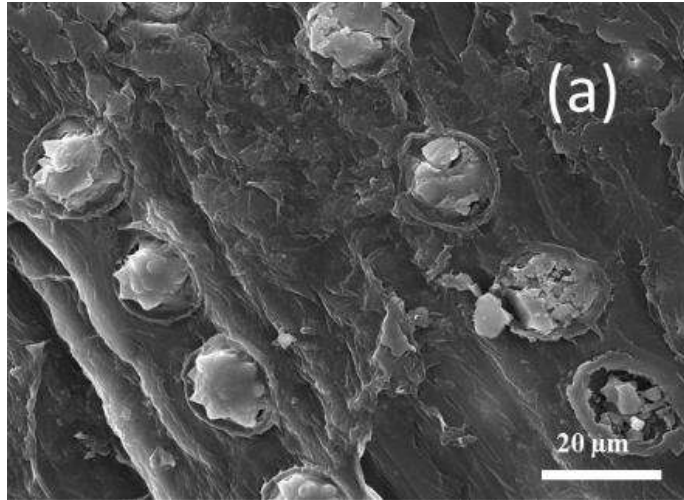
Formación de
electrodo a
10MPa

Ensamble con separador
de fibra de vidrio y H₂SO₄
1M como electrolito

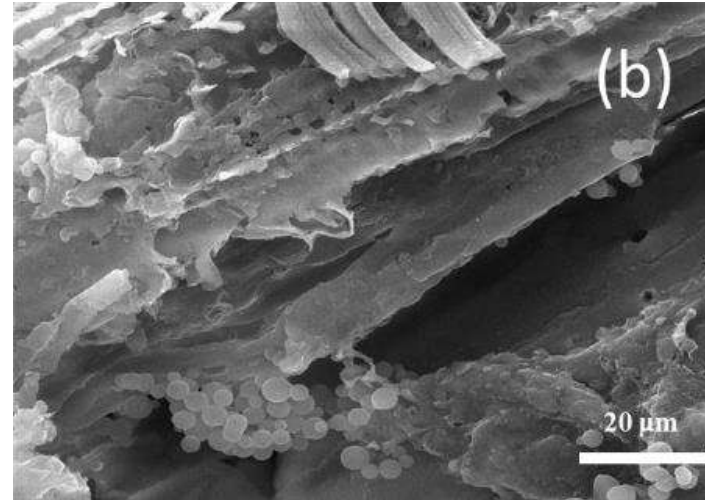
Medidas
electroquímicas



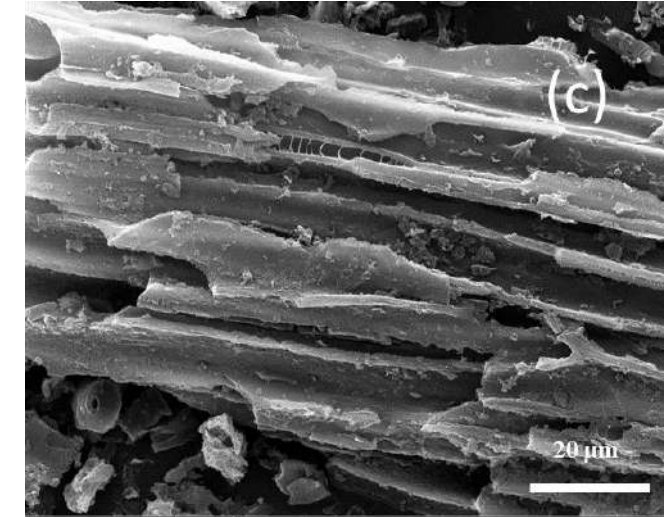
Morfología de los diferentes materiales (SEM)



Tusa tratada
con HCl



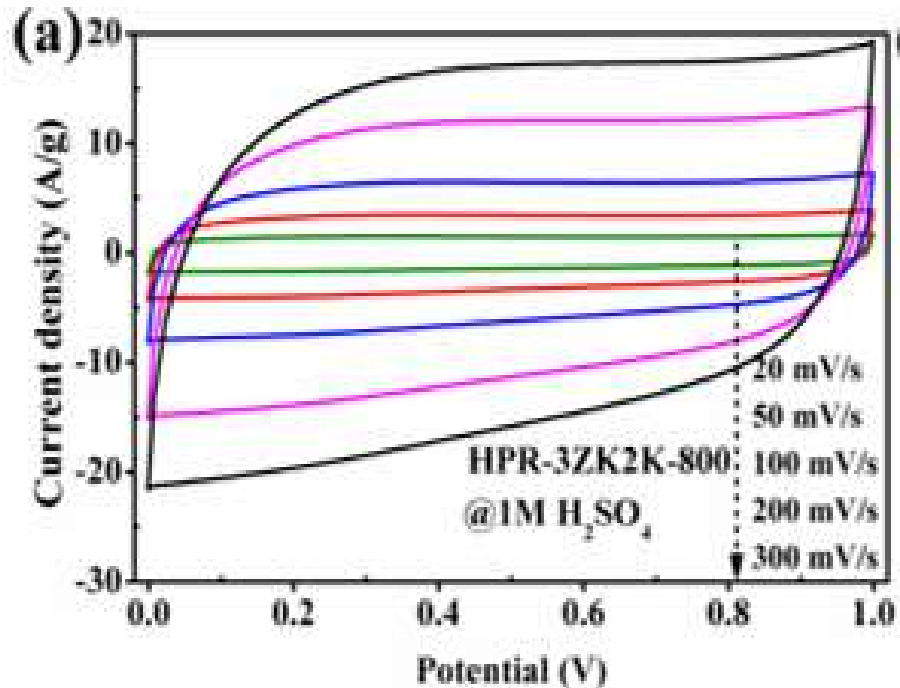
Hidrochar carbonizado
y activado con las sales
fundidas



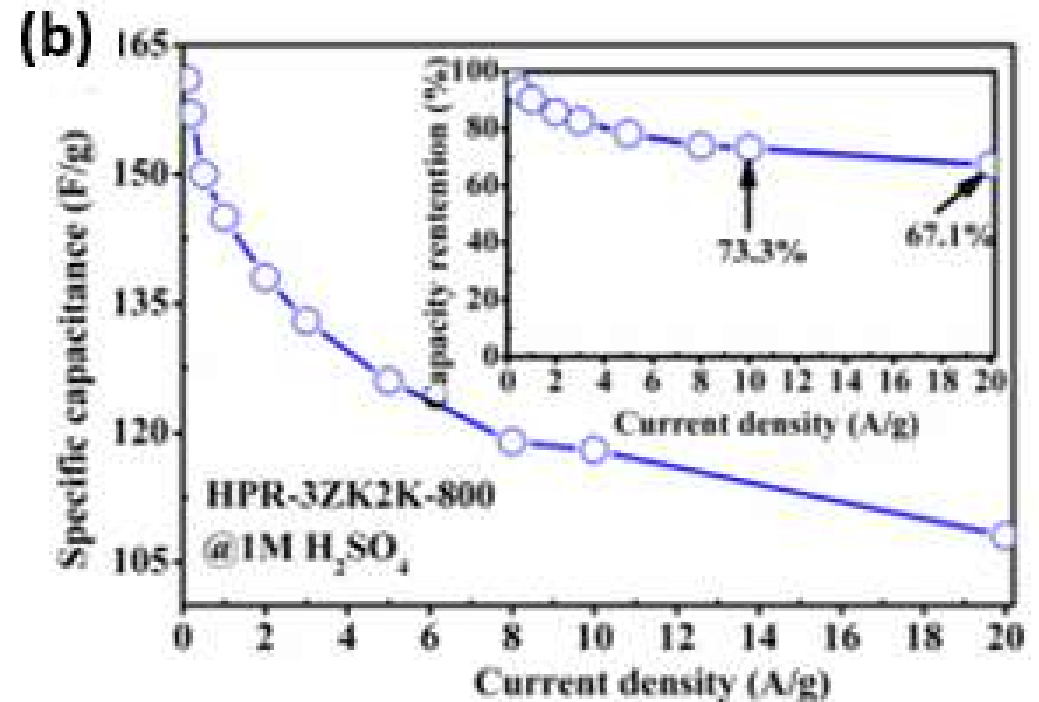
Hidrochar activado
con KNO_3

BET: 1600m²/g conformado principalmente por microporos y menor proporción de mesoporos con tamaños de poros en el rango de 0.3-3.0 nm.

Comportamiento electroquímico del supercapacitor: electrolito 1M H_2SO_4

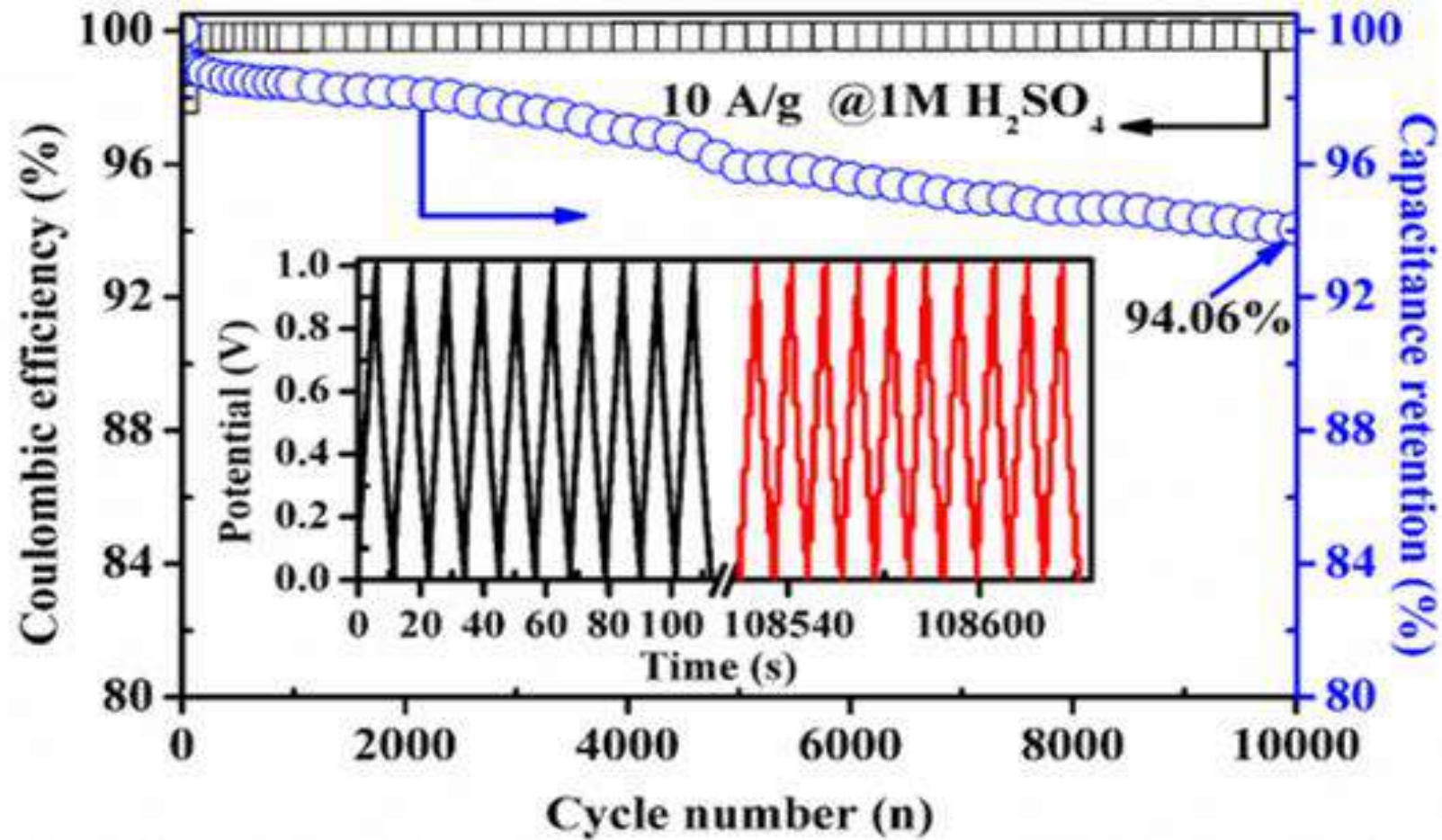


Curvas de voltametría cíclica a diferentes velocidades de corrido

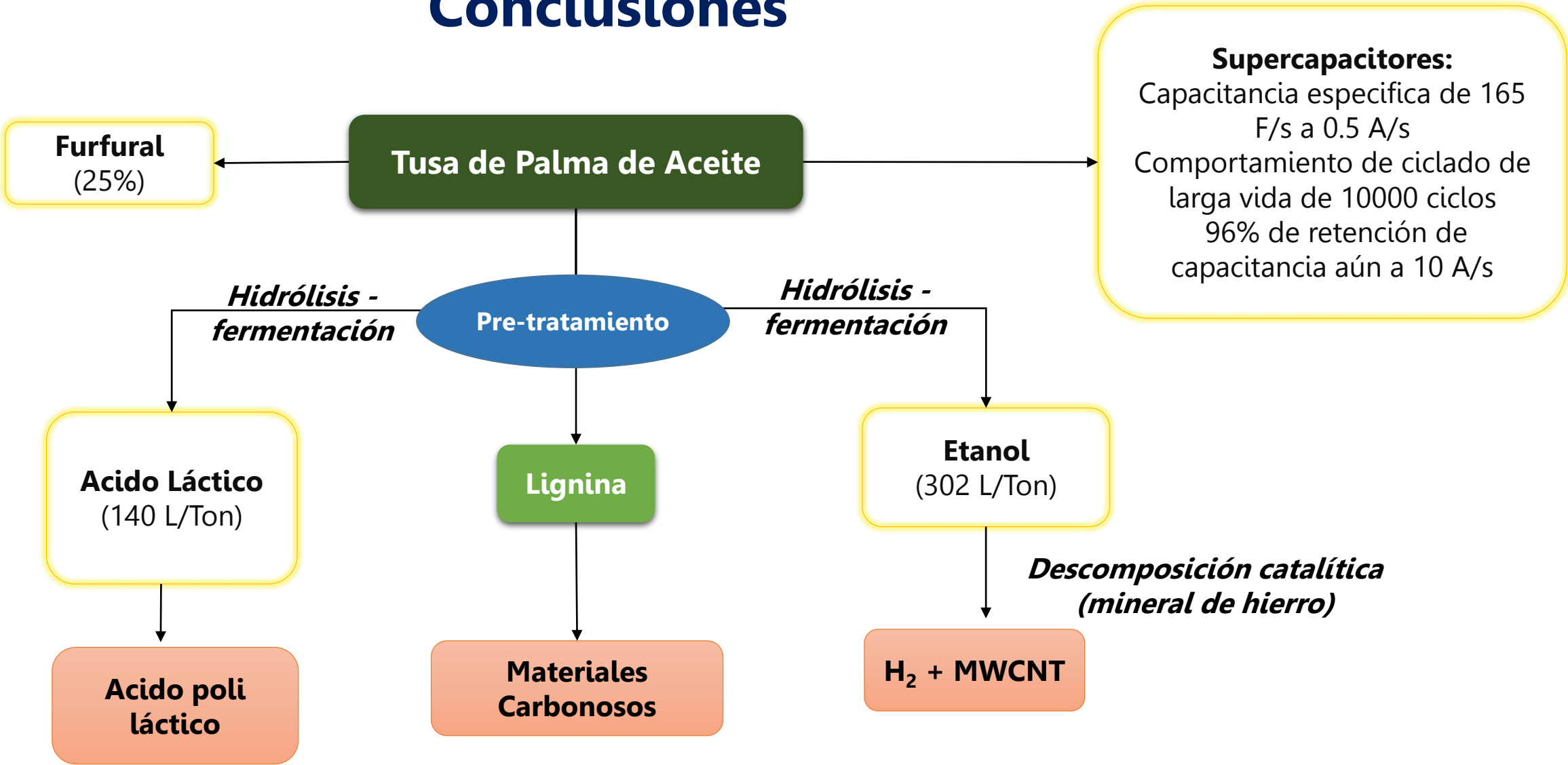


Capacitancia específica a diferente densidad de corriente

Estabilidad de ciclado a 10 A/g en 1M H₂SO₄



Conclusiones



Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación del proyecto: "Sustainable products from biomass" (FP44842-241-2017). A la empresa Palmaceite S.A y Cenipalma por el suministro de la biomasa.

