



Biocombustibles de segunda generación

Jose Miguel Campos Martín

**Grupo de Energía y Química Sostenibles (EQS)
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC, Madrid, Spain**

e-mail: j.m.campos@icp.csic.es



Encontro
AgroBiotech Innovación

¿Por que necesitamos nuevos procesos de producción energía y productos químicos bajos en carbono?

Aspectos Económicos.

- Desigual distribución geográfica de las reservas
- Problemas políticos y de seguridad de suministro
- Dependencia externa de recursos estratégicos
- Las reservas de las fuentes de productos son finitas

Aspectos medioambientales.

- Las fuentes tradicionales producen efectos perniciosos a medio y largo plazo.

La Bioeconomía ya esta aquí



United States Department of Agriculture



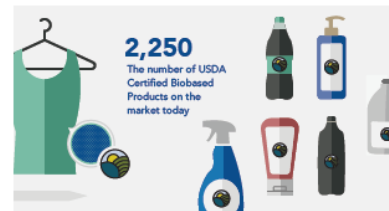
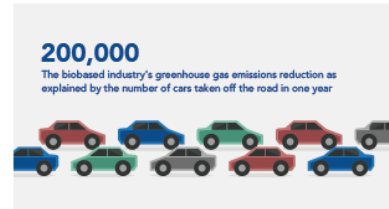
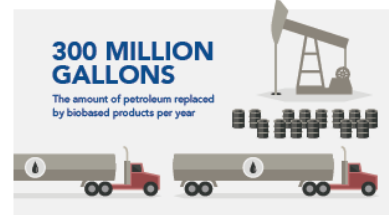
AMERICA'S BIOECONOMY GROWS OPPORTUNITIES

Thanks to the support of USDA's BioPreferred® program and the ingenuity of American manufacturers, the U.S. bioeconomy is thriving—supporting millions of jobs, driving economic growth, and expanding opportunities for biobased products from America's farms and forests.*

ECONOMIC IMPACT



COMMUNITY BENEFITS



369000 Millones de Dólares



4 Millones de puestos de Trabajo



1135 Millones de litros de Petróleo



Reducción emisiones equivalentes a 200000 vehículos



2250 Productos Certificados

USDA's one-stop web application process makes it simple for manufacturers to apply and track their USDA Certified Biobased Product label applications. Learn more at biopreferred.gov and follow us on Twitter @biopreferred for industry updates.

*Golden, J.S., Handfield, R.B., Daynes, J. and, T.E. McConnell (2015). An Economic Impact Analysis of the U.S. Biobased Products Industry. A Report to the Congress of the United States of America. United States Department of Agriculture.



Encuentro AgroBiotech Innovación



Biocombustibles 1ª Generación

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL



Biocombustibles 1ª Generación



Directiva Europea de Energía Renovable

DIRECTIVA 2009/28/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.

Objetivos para el 2020

- reducir un **20 %** las emisiones de **gases de efecto invernadero** (GEI) respecto 1990.
- una mejora del **20 %** de la **eficiencia energética** respecto 2005.
- **20 %** para la **cuota global de energía** procedente de fuentes **renovables** y un objetivo del **10 %** para las energías procedentes de fuentes renovables en **el transporte**.

DIRECTIVA 2012/27/UE



Criterios Directiva 2009/28/CE

Art. 17 Criterios de sostenibilidad para los biocarburantes y biolíquidos

Tierras de elevado valor en cuanto a biodiversidad

- Bosques primarios y otras superficies boscosas
- Prados y pastizales con una rica biodiversidad
- Zonas de Protección Medioambiental

Tierras con elevadas reservas de carbono

- Humedales
- Zonas arboladas continuas
- Zonas con arboles de más de 5 m.

Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero

- 35 % en 2013
- 50 % en 2017
- 60 % en 2018

Criterios Directiva 2009/28/CE

Proceso de producción del biocarburante	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, valores típicos	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, valores por defecto
Etanol de remolacha azucarera	61 %	52 %
Etanol de trigo (combustible de proceso no especificado)	32 %	16 %
Etanol de trigo (lignito como combustible de proceso en instalaciones de cogeneración)	32 %	16 %
Etanol de trigo (gas natural como combustible de proceso en caldera convencional)	45 %	34 %
Etanol de trigo (gas natural como combustible de proceso en instalaciones de cogeneración)	53 %	47 %
Etanol de trigo (paja como combustible de proceso en instalaciones de cogeneración)	69 %	69 %
Etanol de maíz, producción comunitaria (gas natural como combustible de proceso en instalaciones de cogeneración)	56 %	49 %
Etanol de caña de azúcar	71 %	71 %
Parte del etil-terc-butil-éter procedente de fuentes renovables (ETBE)	Iguales a los del proceso utilizado de producción del etanol	
Parte del terc-amil-etil-éter procedente de fuentes renovables (TAEE)	Iguales a los del proceso utilizado de producción del etanol	

Criterios Directiva 2009/28/CE

Proceso de producción del biocarburante	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, valores típicos	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, valores por defecto
Biodiésel de colza	45 %	38 %
Biodiésel de girasol	58 %	51 %
Biodiésel de soja	40 %	31 %
Biodiésel de aceite de palma (proceso no especificado)	36 %	19 %
Biodiésel de aceite de palma (proceso con captura de metano en la almazara)	62 %	56 %
Biodiésel de aceites usados de origen vegetal o animal (*)	88 %	83 %
Aceite vegetal de colza tratado con hidrógeno	51 %	47 %
Aceite vegetal de girasol tratado con hidrógeno	65 %	62 %
Aceite vegetal de palma tratado con hidrógeno (proceso no especificado)	40 %	26 %
Aceite vegetal de palma tratado con hidrógeno (proceso con captura de metano en la almazara)	68 %	65 %
Aceite vegetal puro de colza	58 %	57 %

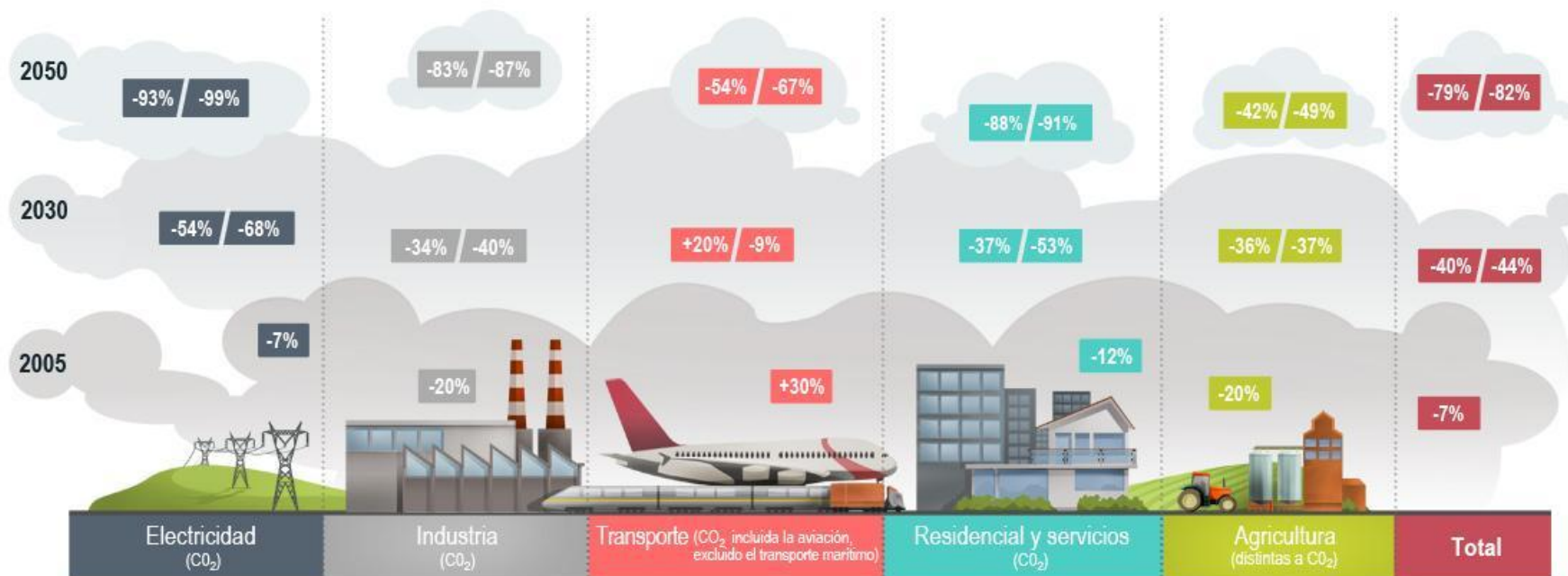
Criterios Directiva 2009/28/CE

Proceso de producción del biocarburante	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, valores típicos	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, valores por defecto
Etanol de paja de trigo	87 %	85 %
Etanol de residuos de madera	80 %	74 %
Etanol de madera cultivada	76 %	70 %
Gasóleo Fischer-Tropsch procedente de residuos de madera	95 %	95 %
Gasóleo Fischer-Tropsch procedente de madera cultivada	93 %	93 %
Dimetil-éter de residuos de madera (DME)	95 %	95 %
DME de madera cultivada	92 %	92 %
Metanol de residuos de madera	94 %	94 %
Metanol de madera cultivada	91 %	91 %
Parte del metil-terc-butil-éter procedente de fuentes renovables (MTBE)	Iguales a los del proceso de producción de metanol utilizado	

Más allá del 2020

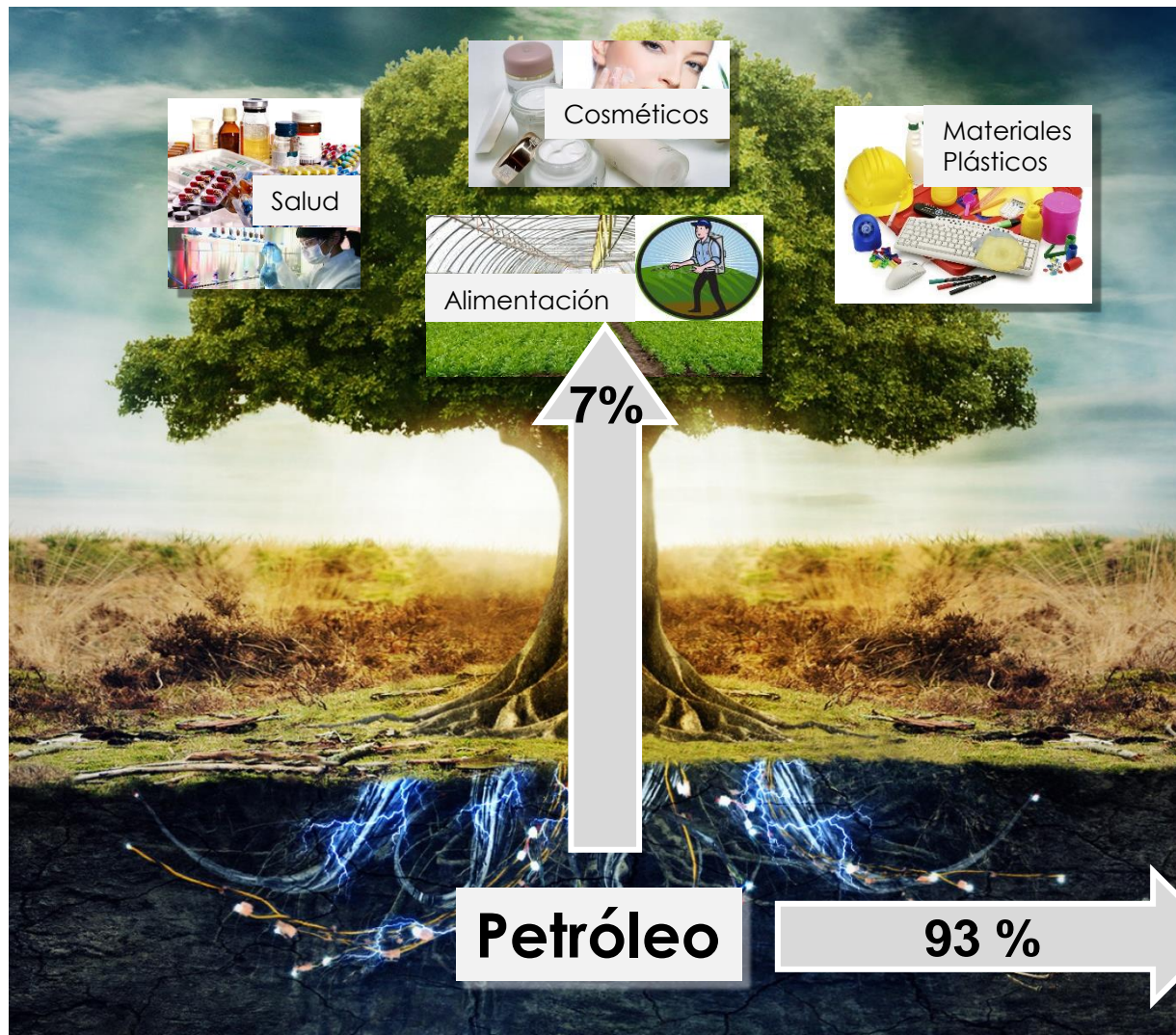
Estrategia baja en carbono para 2050

Objetivos respecto a los niveles de 1990



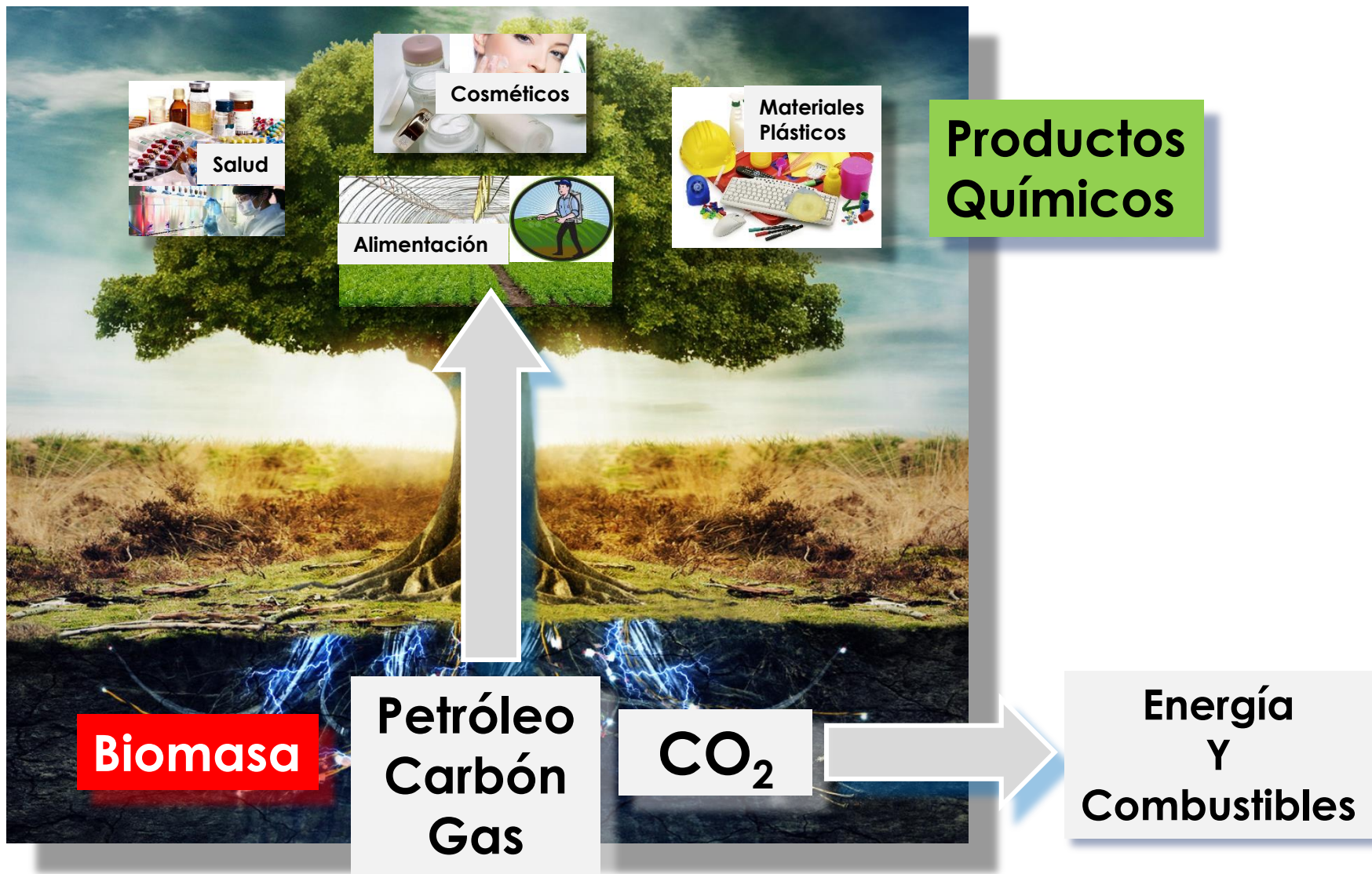
Fuentes: Comisión Europea



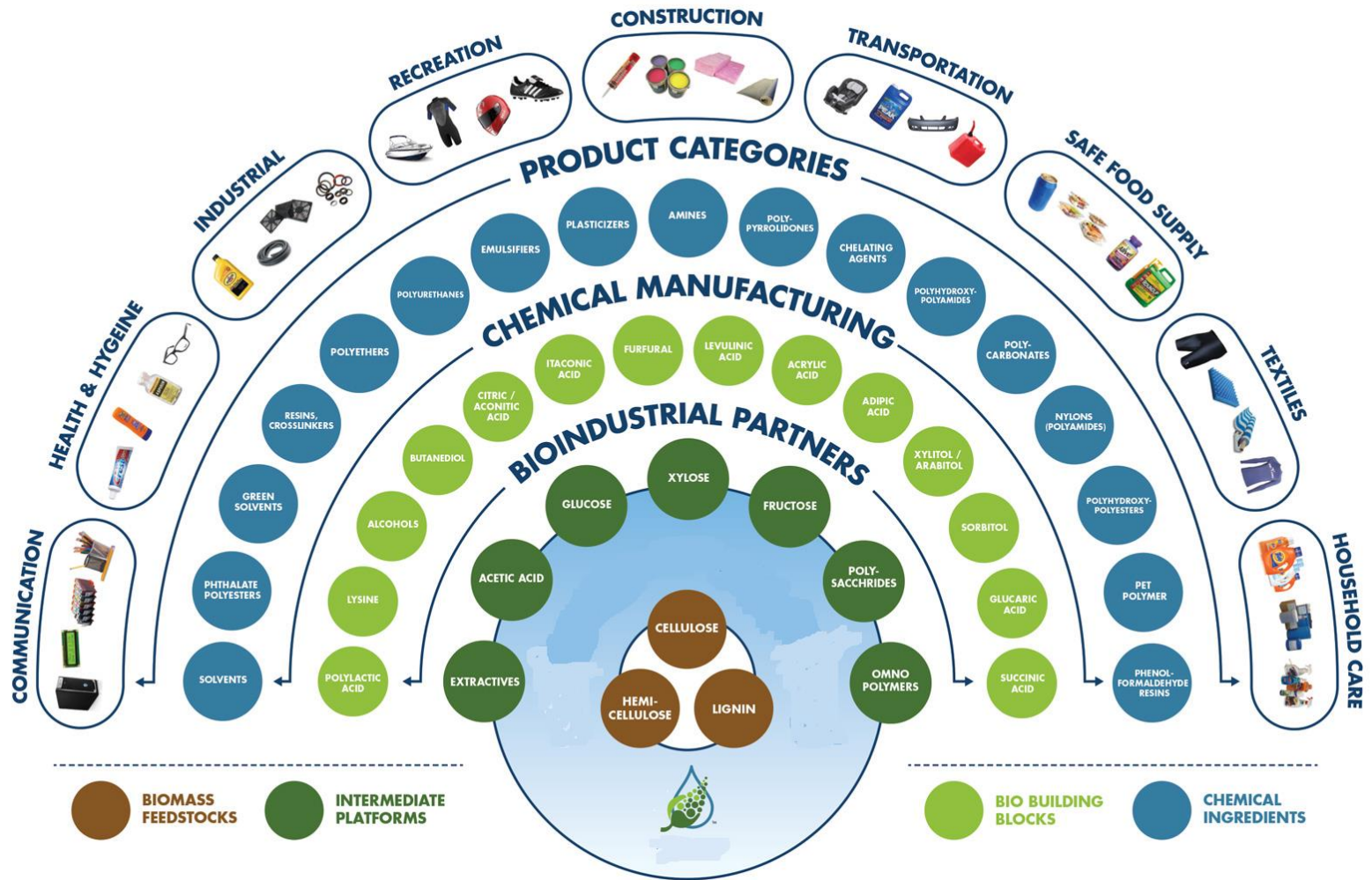


Productos Químicos

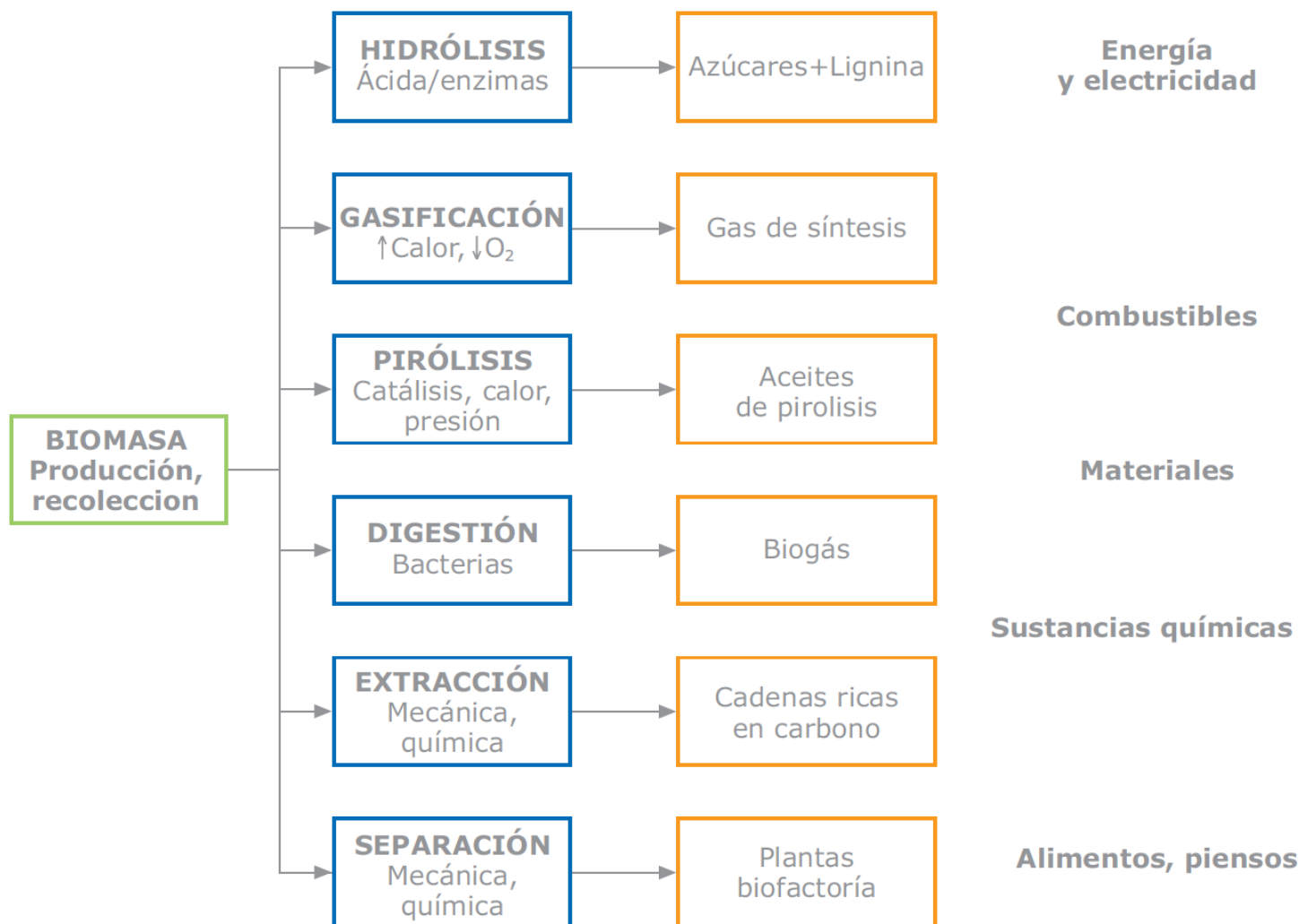
Energía Y Combustibles



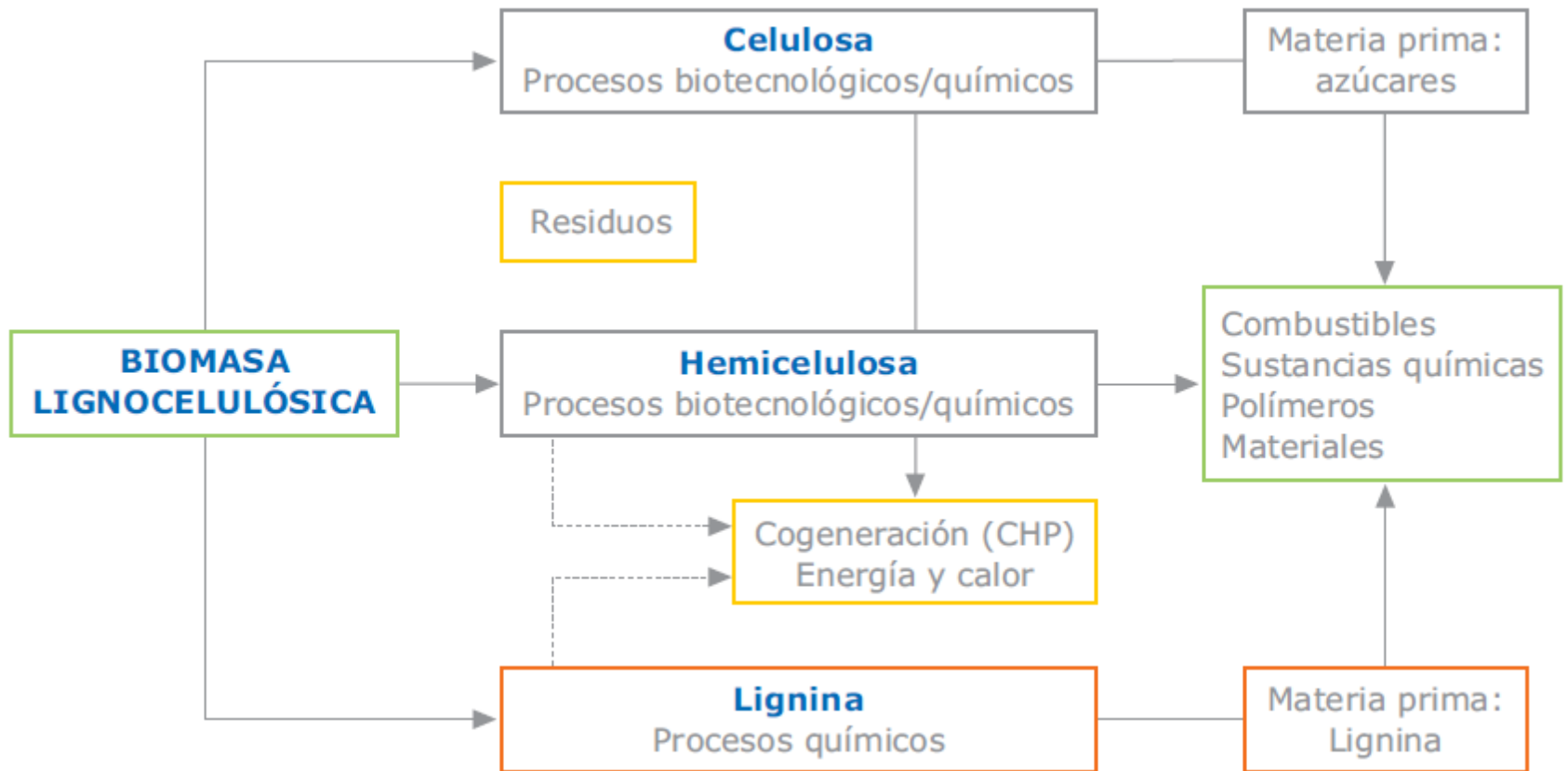
Biocombustibles y Bioproductos químicos



Transformación Biomasa



Biomasa: Carbohidratos



BIOCHEMICAL CONVERSION PROCESS



ETANOL CELULÓSICO (2ª Gen)



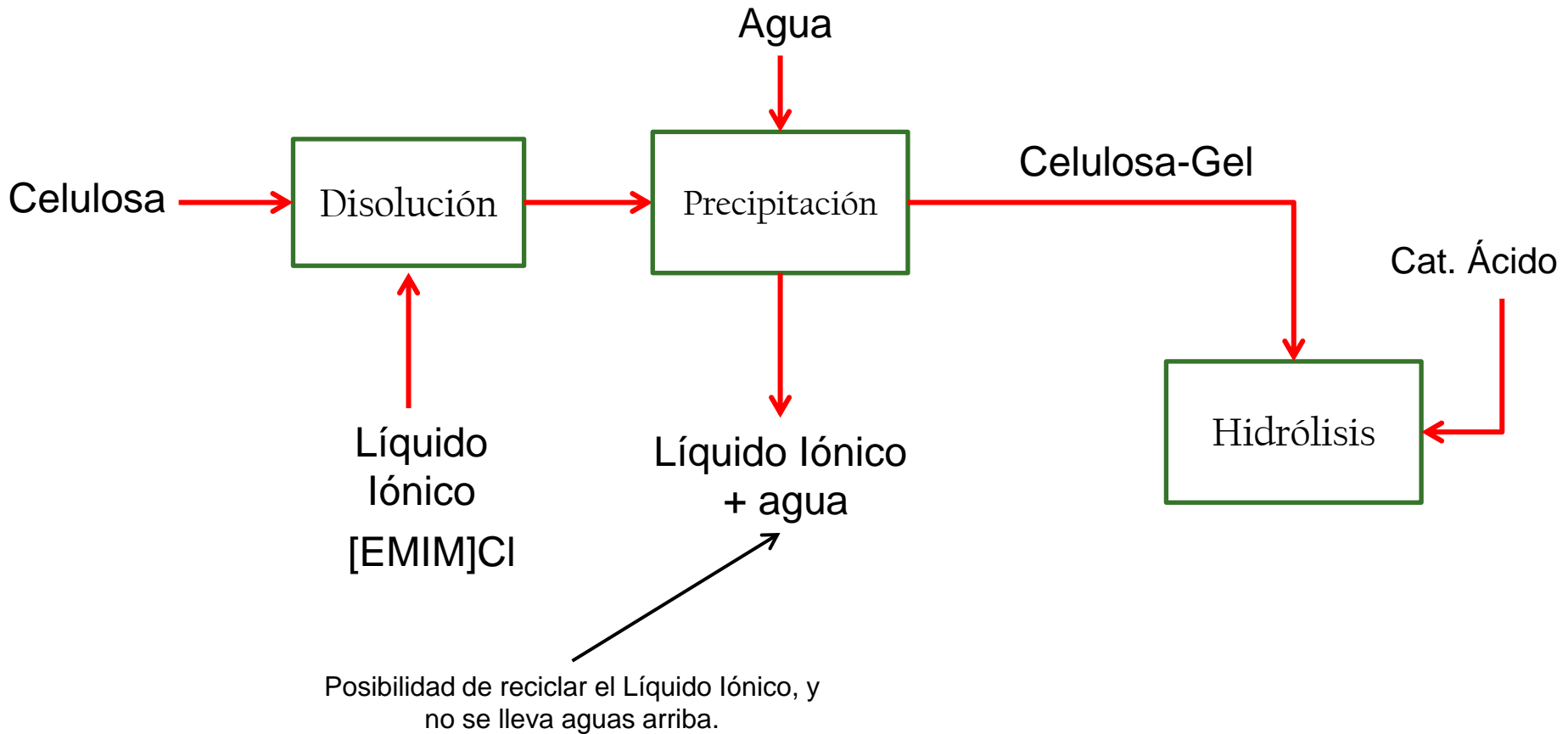
Cellerate™ + Enogen™
ACE Project (Iowa, USA)
8 MI/año

Abengoa, Hugoton Biorefinery (Kansas, USA)
95 MI/año



Dupont (Iowa, USA)
114 MI/año

Biomasa: Carbohidratos



S. Morales de la Rosa, et al, WO2015/004296, S. Morales-de la Rosa, et al, ChemSusChem, 7 (2014) 3467-3475

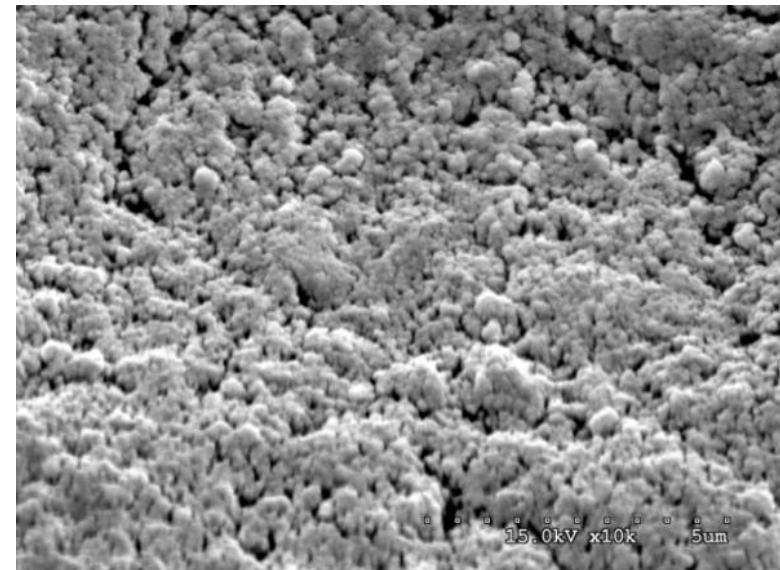
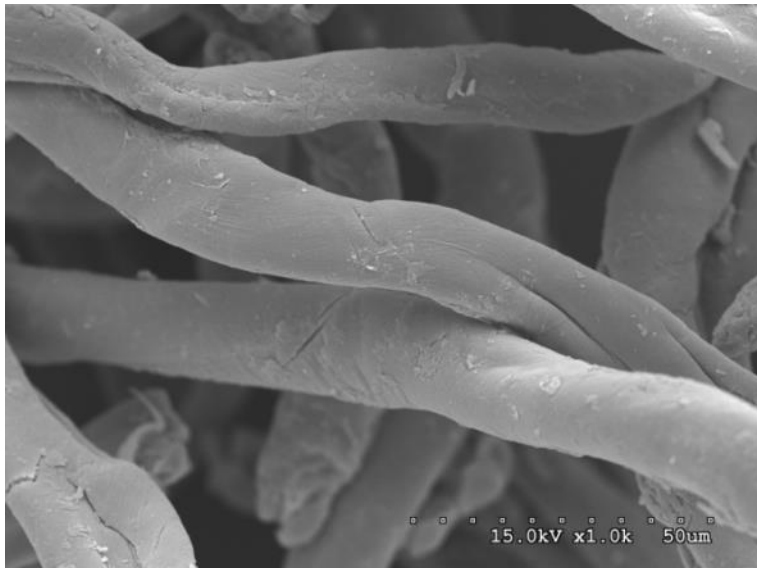
Biomasa: Carbohidratos



Celulosa sin tratar

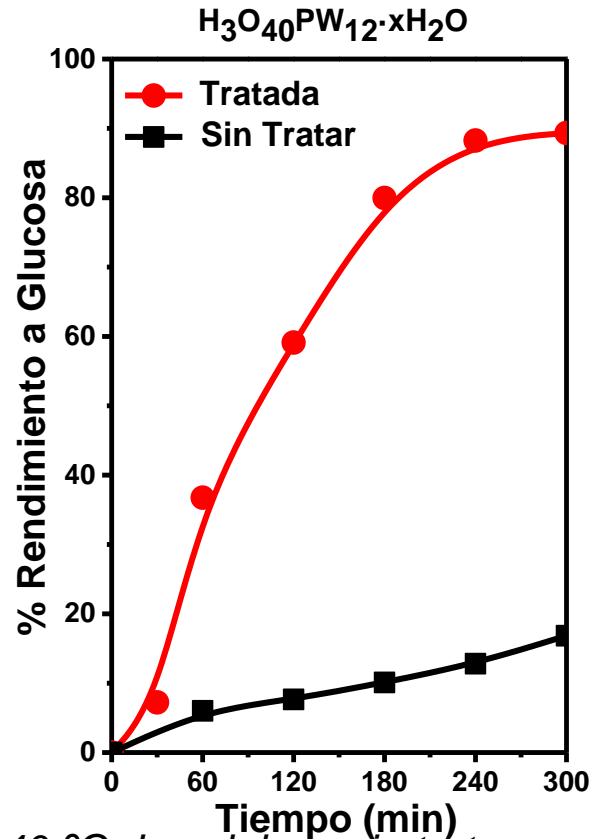


Celulosa tratada



S. Morales de la Rosa, et al, WO2015/004296, S. Morales-delaRosa, et al, ChemSusChem, 7 (2014) 3467-3475

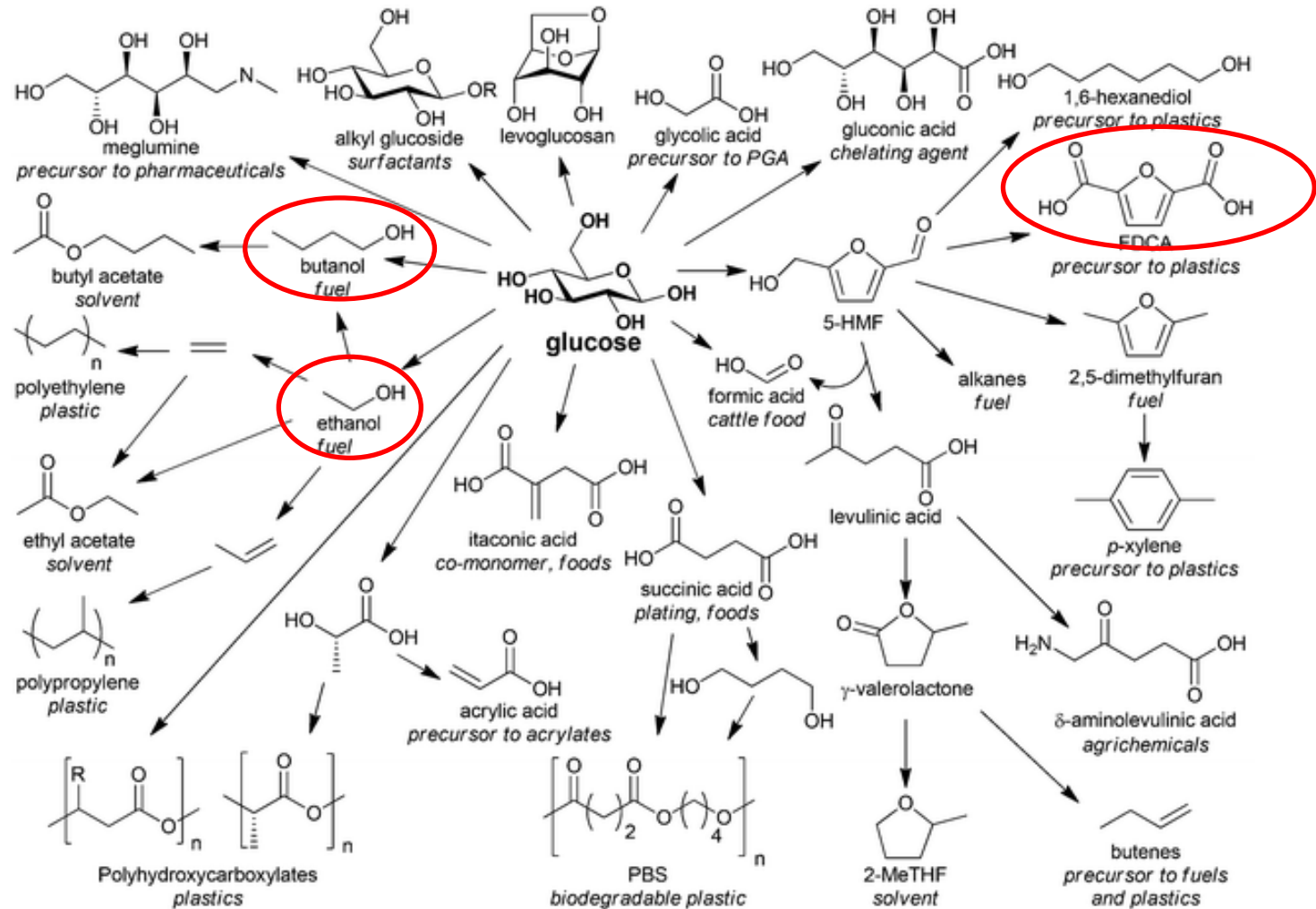
Biomasa: Carbohidratos



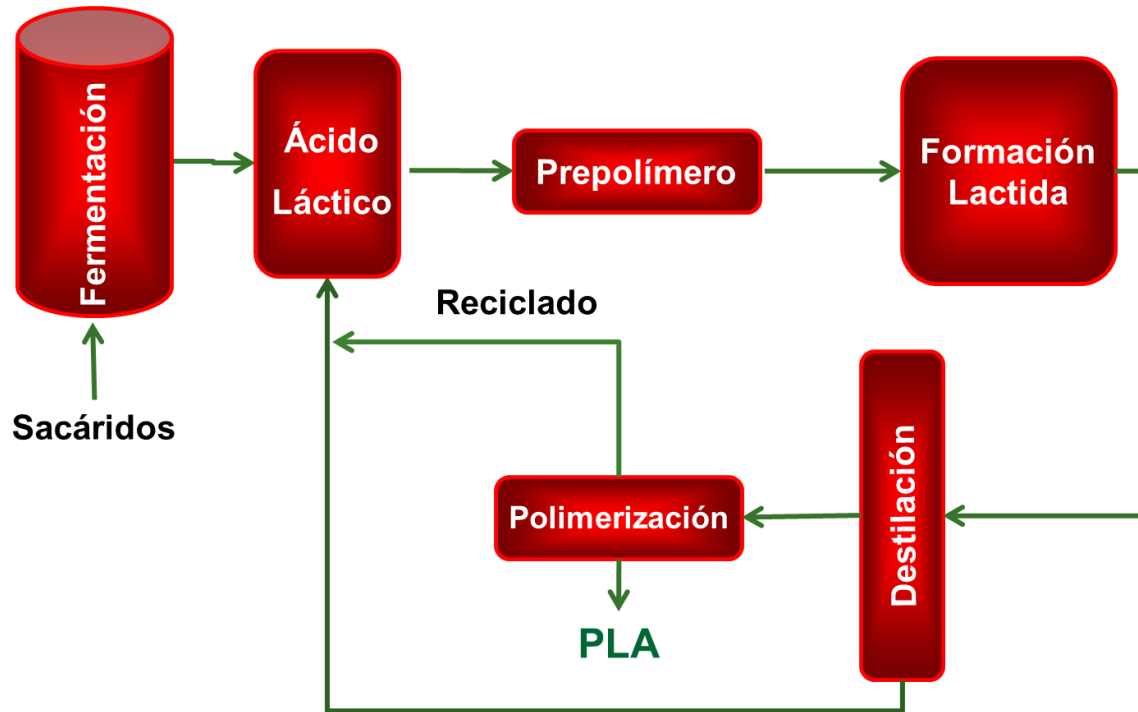
$H_3PW_{12}O_{40}$ (0,067 mol/L) a 140 °C de celulosa sin tratar y celulosa tratada con [EMIM]Cl.

S. Morales de la Rosa, et al, WO2015/004296, S. Morales-de la Rosa, et al, ChemSusChem, 7 (2014) 3467-3475

Biomasa: Carbohidratos

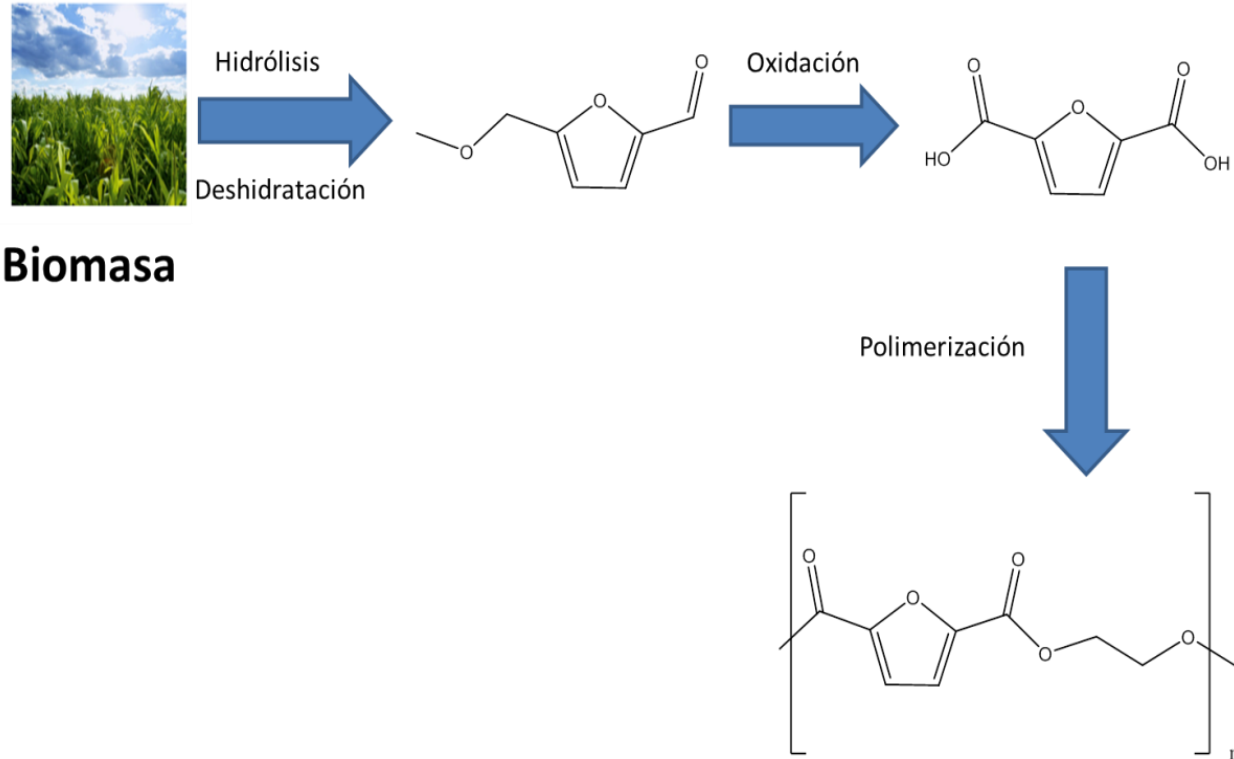


Biomasa: Azucares



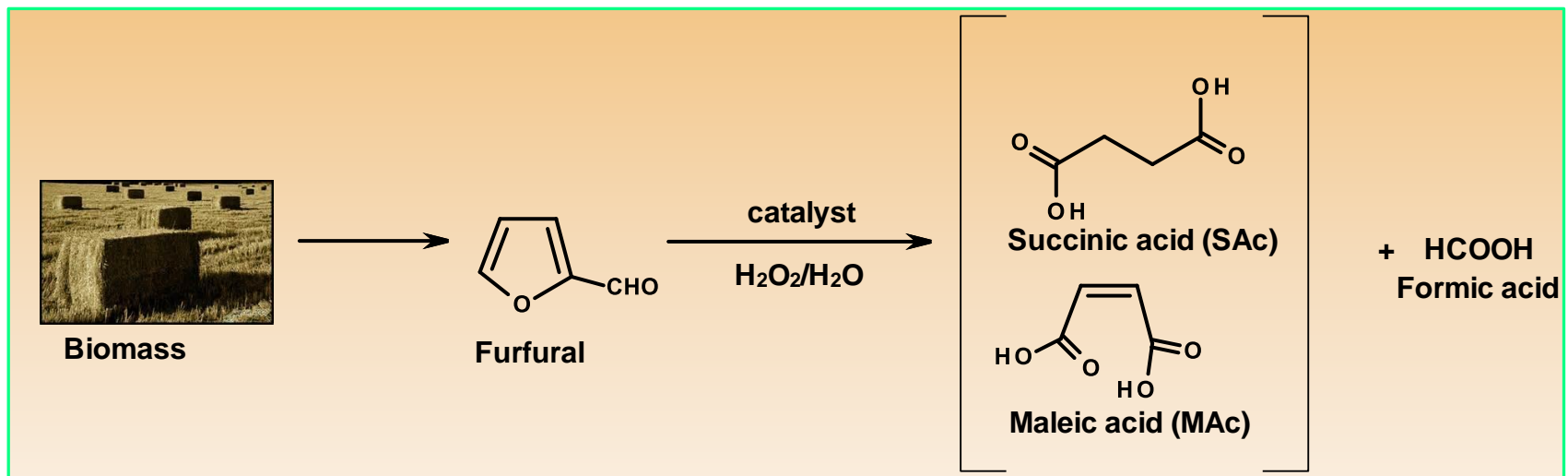
Proceso Cargill-Dow

Biomasa: Azúcares



Proceso XYX de Avantium

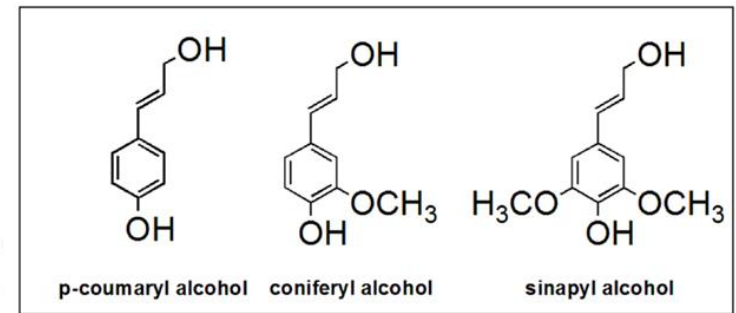
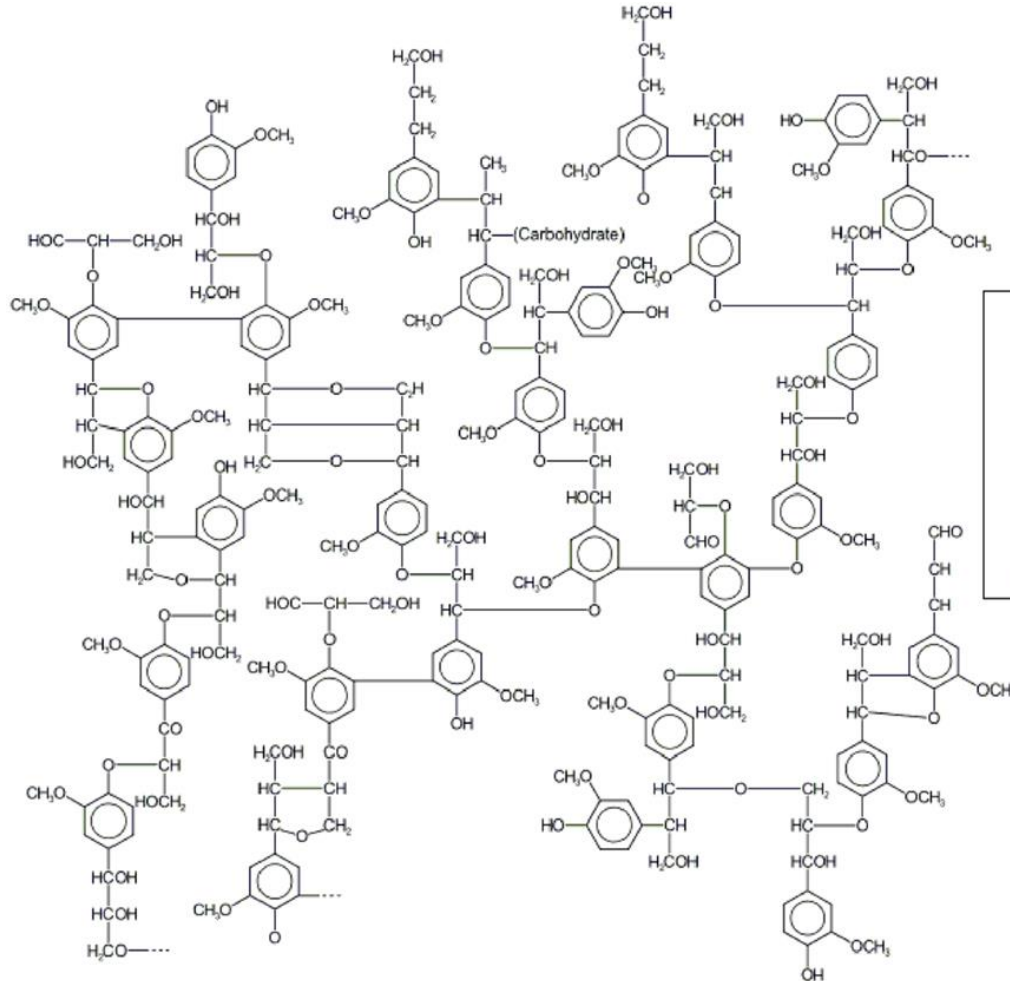
Biomasa: Azucares



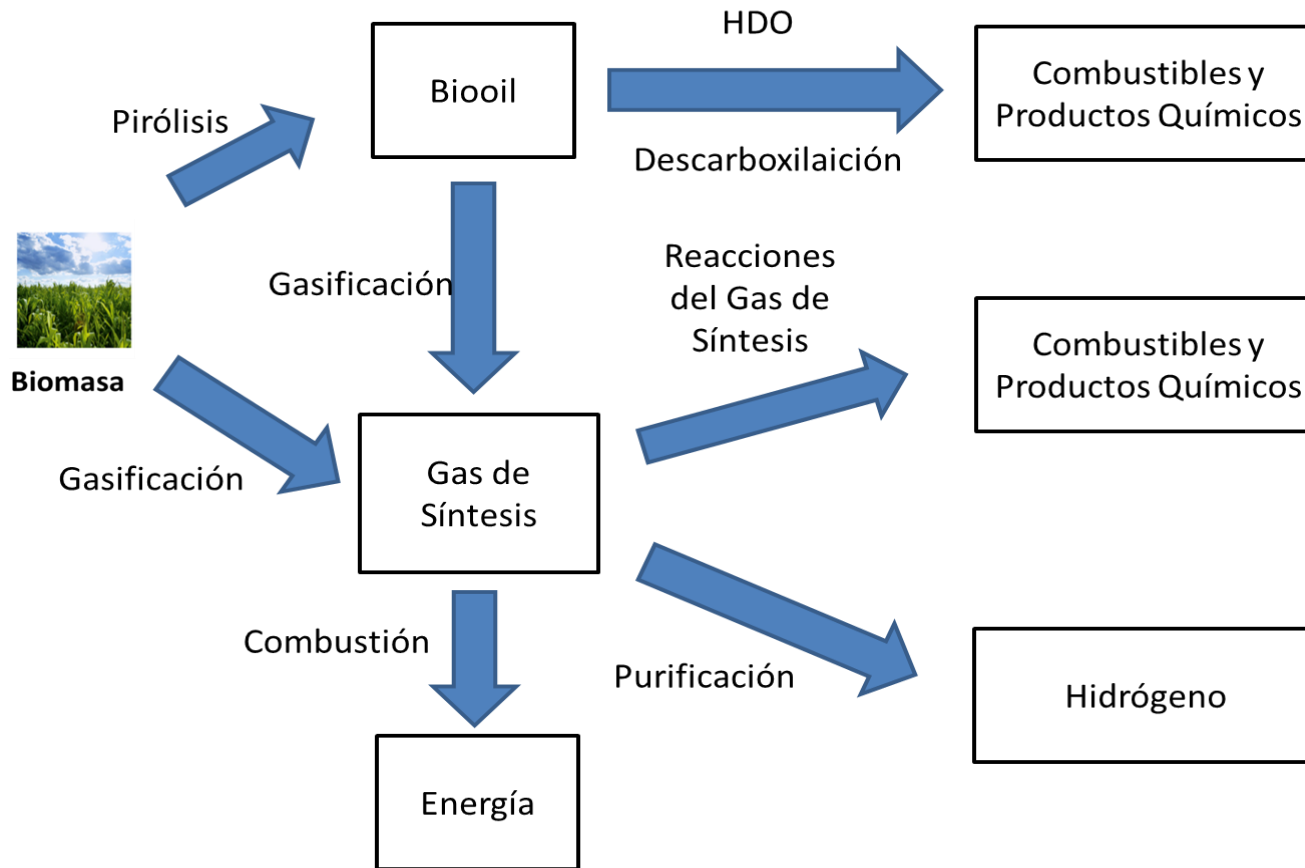
➤ La selectividad en la oxidación de furfural se puede dirigir al rproducto deseado SAc o MAc con el catalizador adecuado y del la relación $\text{H}_2\text{O}_2/\text{furfural}$ usada.

- M. López Granados et al., “Poly-(styrene sulphonic acid): an acid catalyst from polystyrene waste for reactions of interests in biorefineries”, Catal. Today 234 (2014) 285–294
- M. López Granados et al., “Aqueous-phase catalytic oxidation of furfural with H_2O_2 : high yield of maleic acid by using titanium silicalite-1”, RSC Advances 4 (2014) 54960-54972
- Spanish Patent Application P201431169

Biomasa: Lignina



Biomasa: Termoquímica



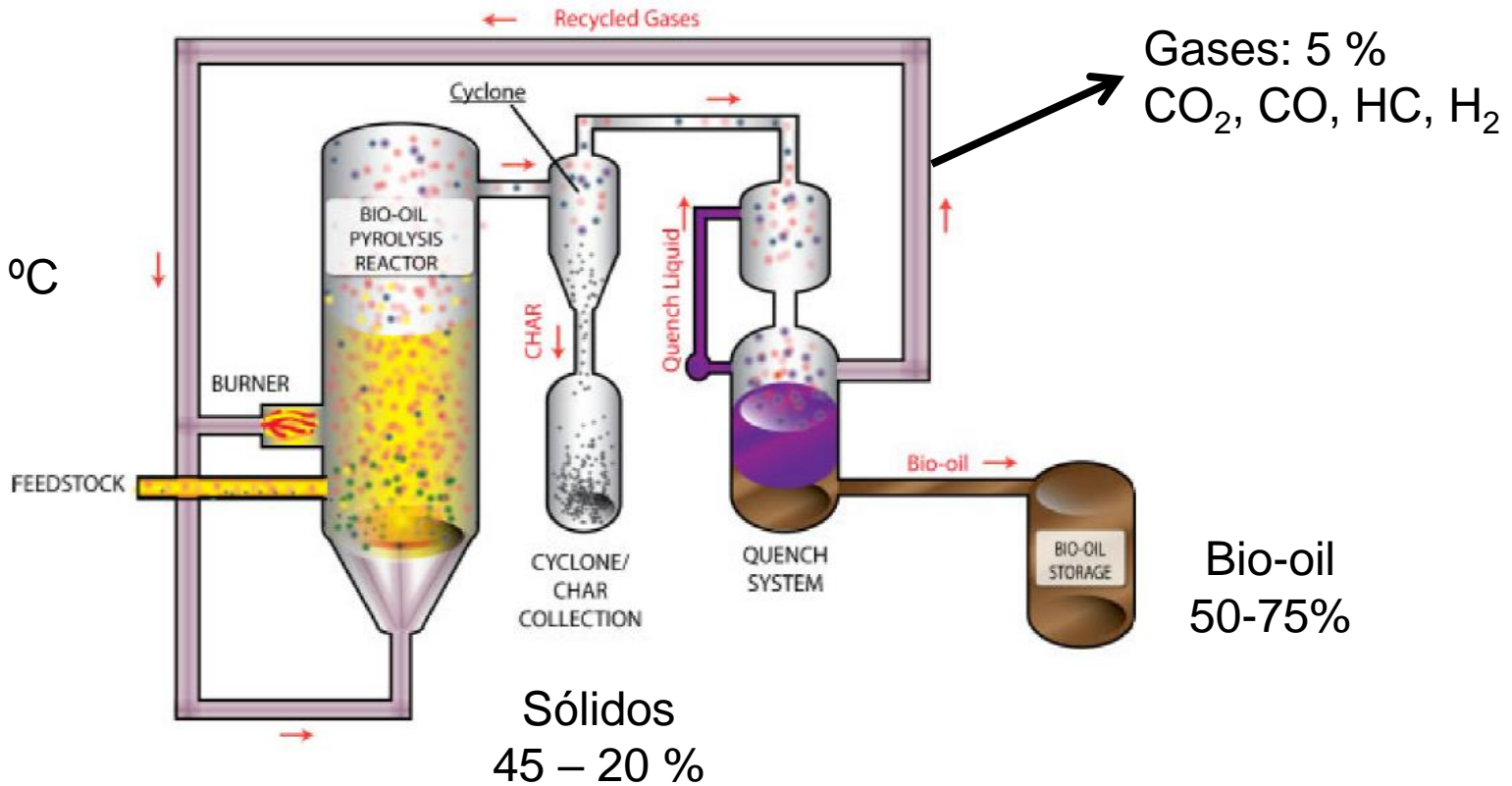
PYROLYSIS



Biomasa: Pirolisis

T: 350–650 °C

Tc < 2s



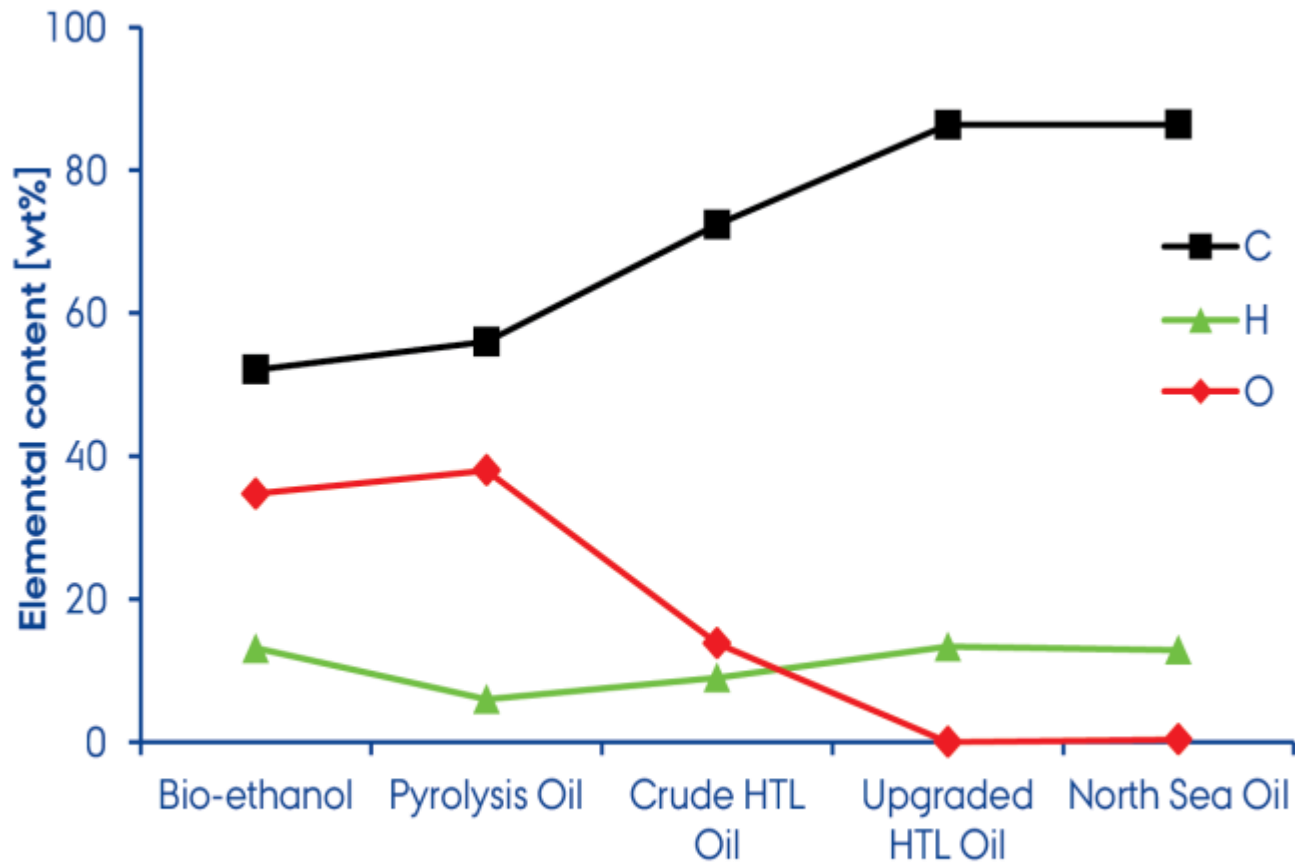
Biomasa: Pirolisis



	Bio-oil	Petróleo
Agua (% en peso)	15-30	0.1
pH	2,8-3,8	-
ρ (kg/l)	1,05-1,25	0,86
$\mu_{50^{\circ}\text{C}}$ (cP)	40-100	180
HHV (MJ/kg)	16-19	44
C (% en peso)	55-65	83-86
O (% en peso)	28-40	<1
H (% en peso)	5-7	11-14
S (% en peso)	<0,05	<4
N (% en peso)	<0,4	<1
Cenizas (% en peso)	<0,2	0.1

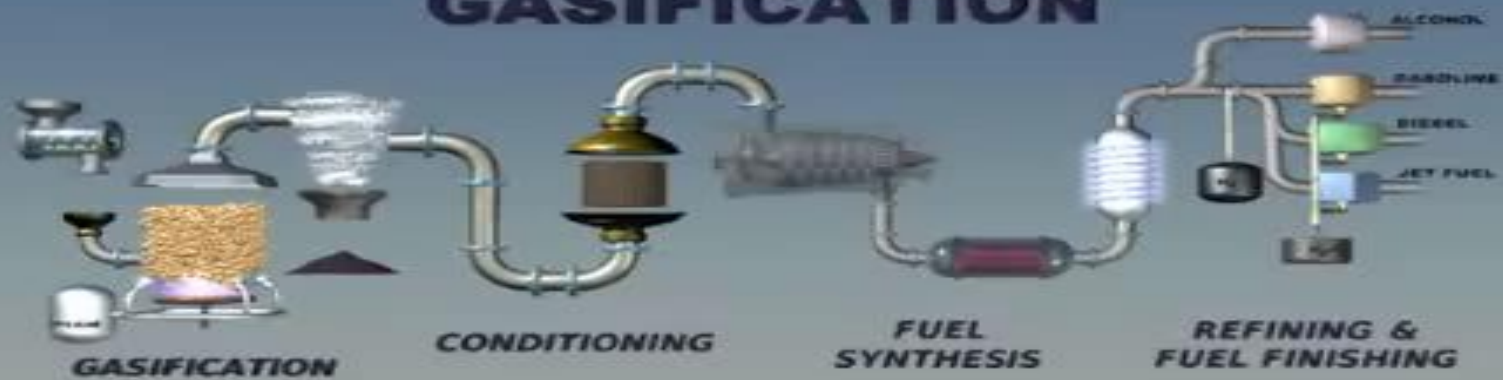
S. Morales-Delarosa, J.M. Campos-Martin, Catalytic processes and catalyst development in biorefining, in: Advances in Biorefineries: Biomass and Waste Supply Chain Exploitation, Elsevier Ltd., 2014, pp. 152-198

Biomasa: Pirolisis



Mørup et al., Energy & Fuels, 2012, 26 (9), 5944-5953

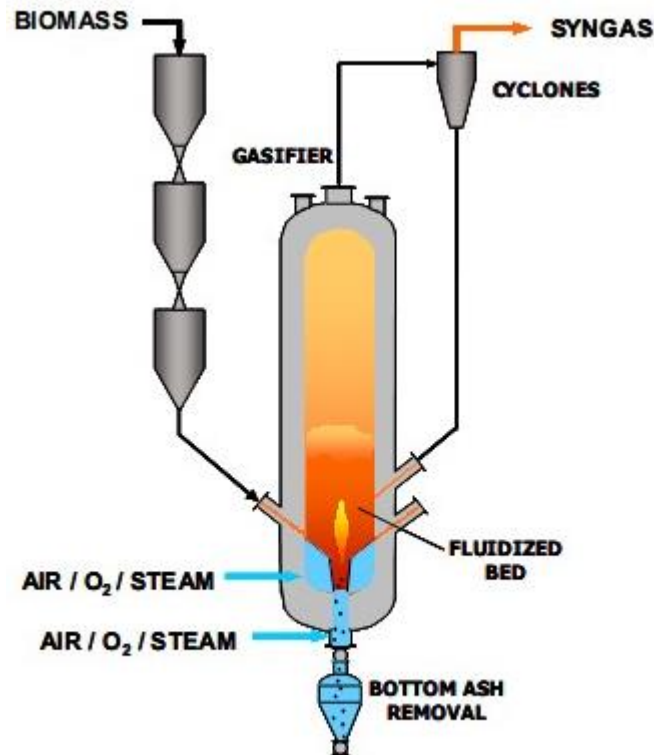
GASIFICATION



Biomasa: Gasificación

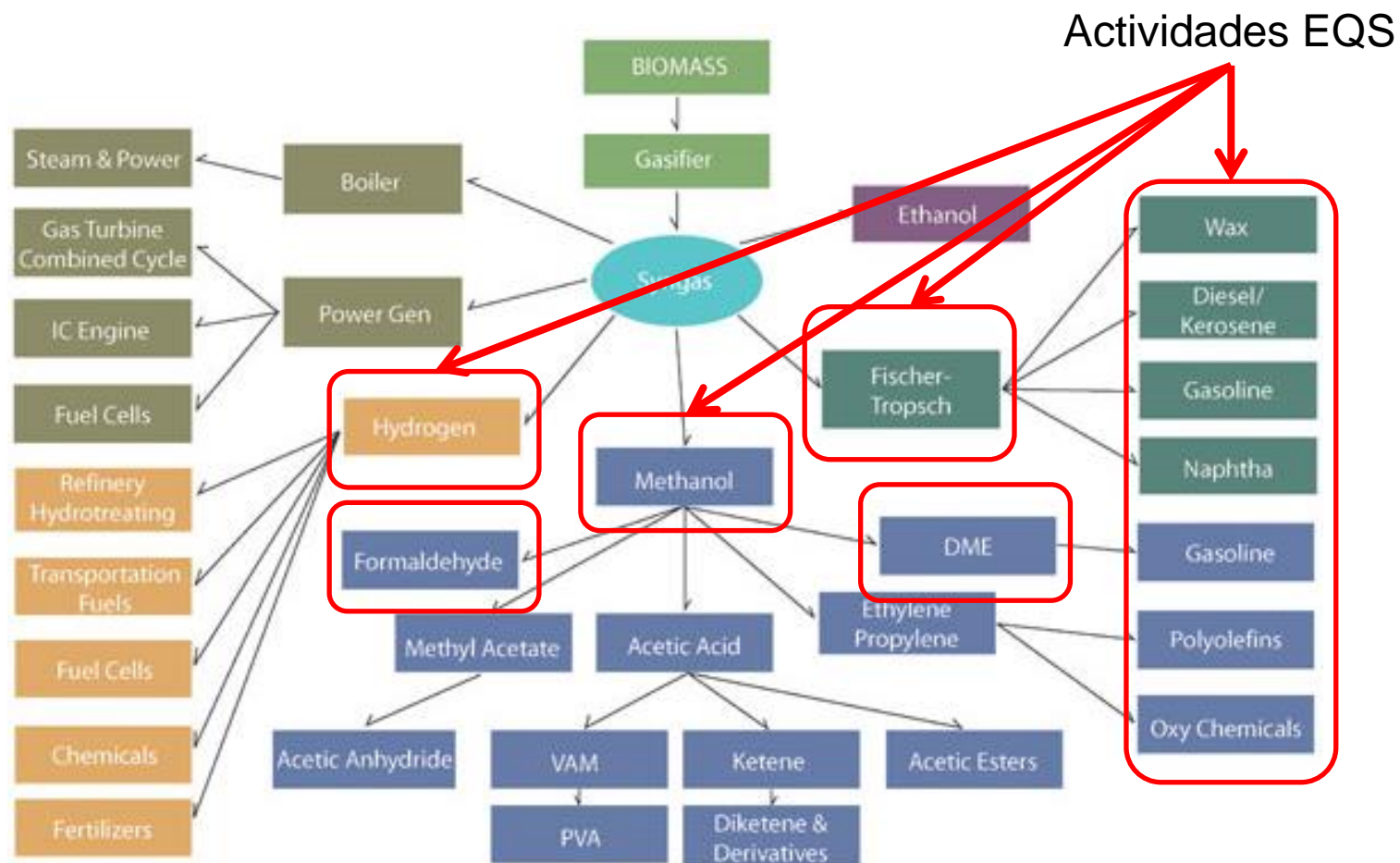
T 800-950 °C

1/3 del O₂ estequiométrico



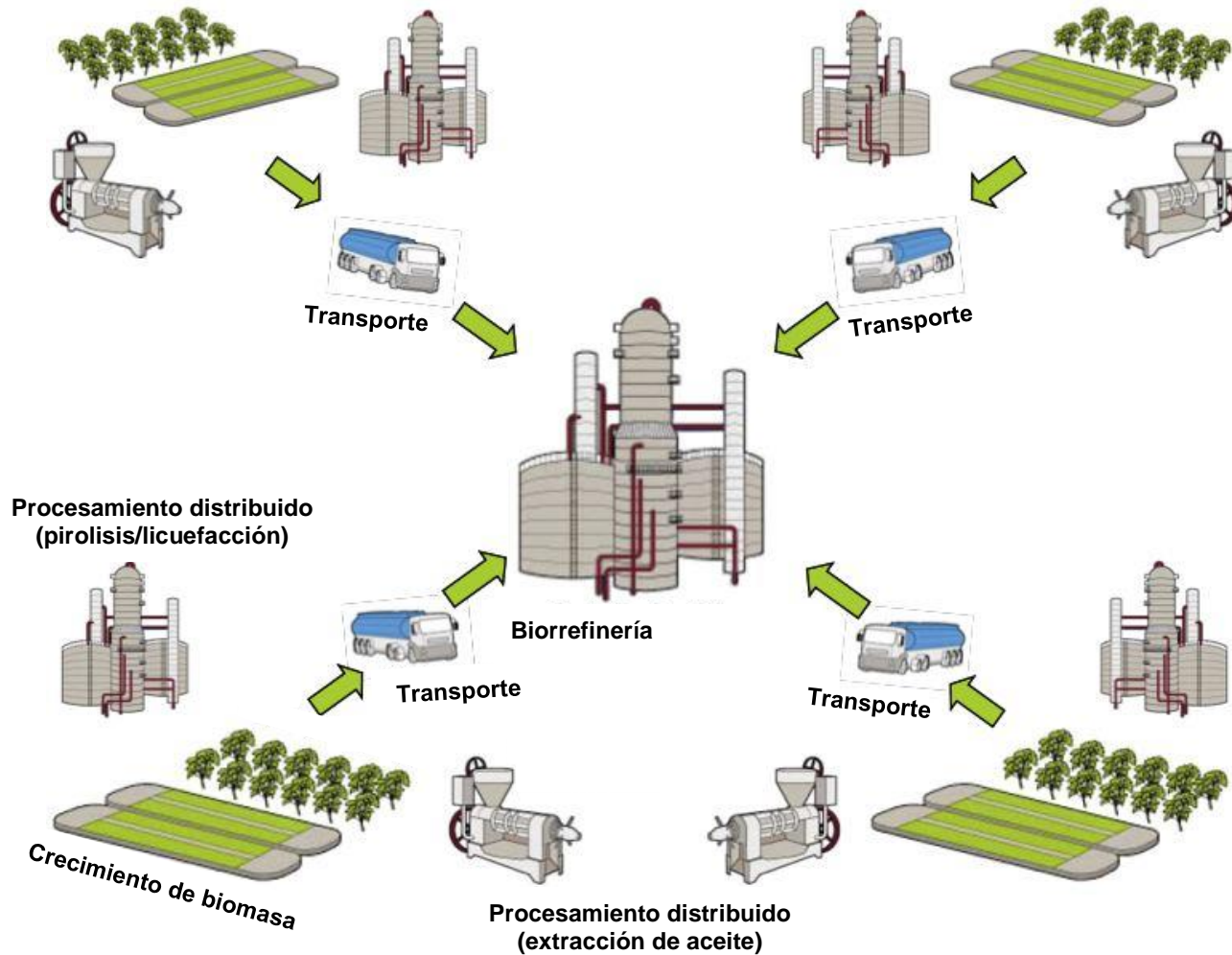
S. Morales-Delarosa, J.M. Campos-Martin, Catalytic processes and catalyst development in biorefining, in: Advances in Biorefineries: Biomass and Waste Supply Chain Exploitation, Elsevier Ltd., 2014, pp. 152-198

Biomasa: Gasificación

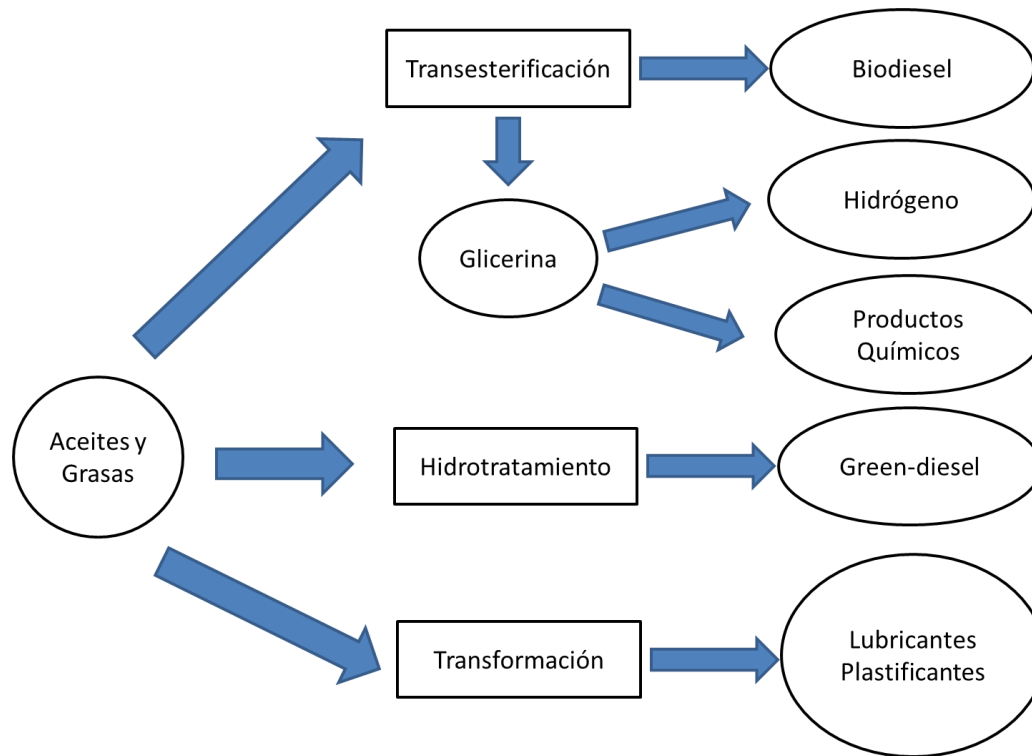


S. Morales-Delarosa, J.M. Campos-Martin, Catalytic processes and catalyst development in biorefining, in: Advances in Biorefineries: Biomass and Waste Supply Chain Exploitation, Elsevier Ltd., 2014, pp. 152-198

Biomasa: Logística

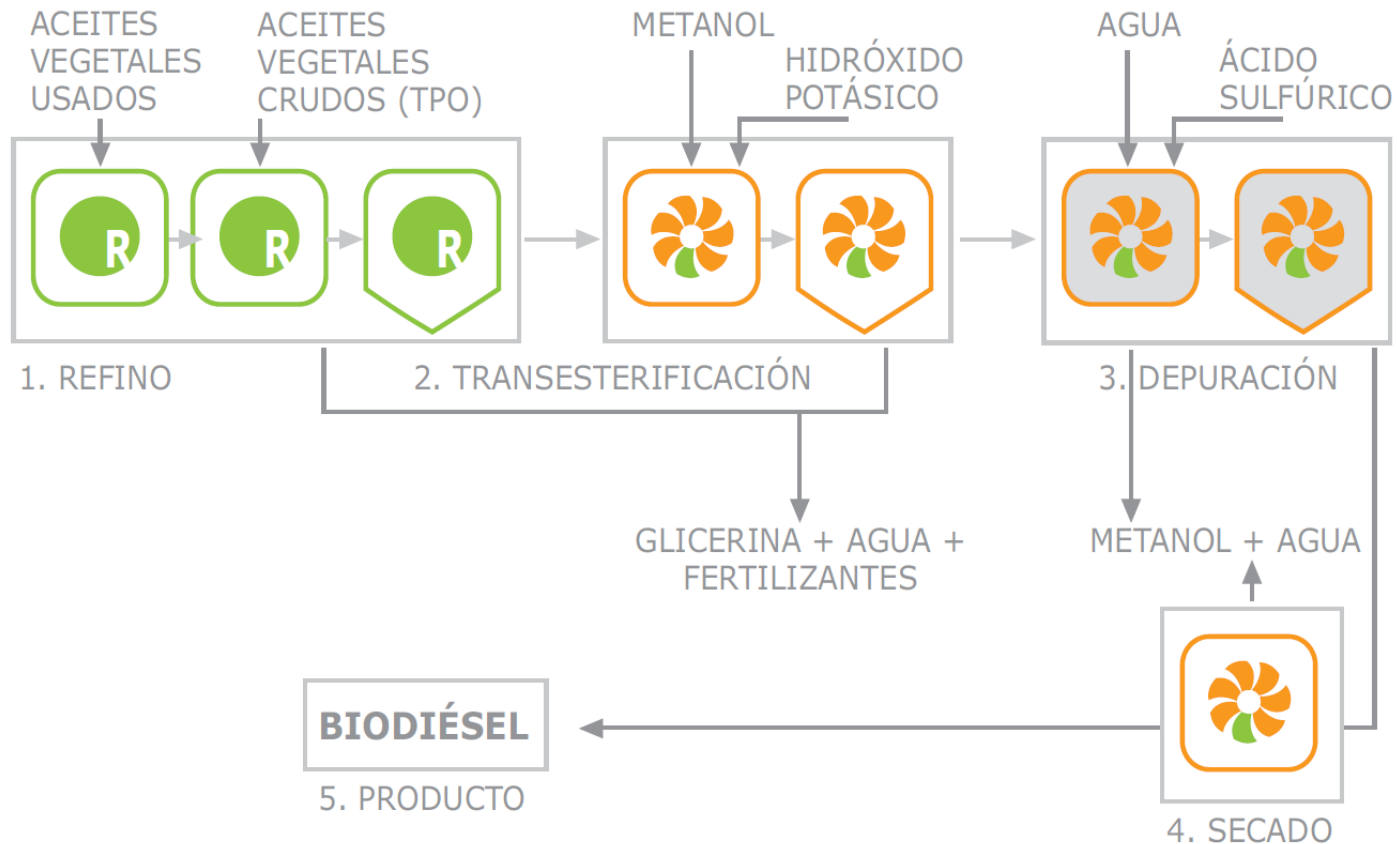


Biomasa: Aceites y Grasas

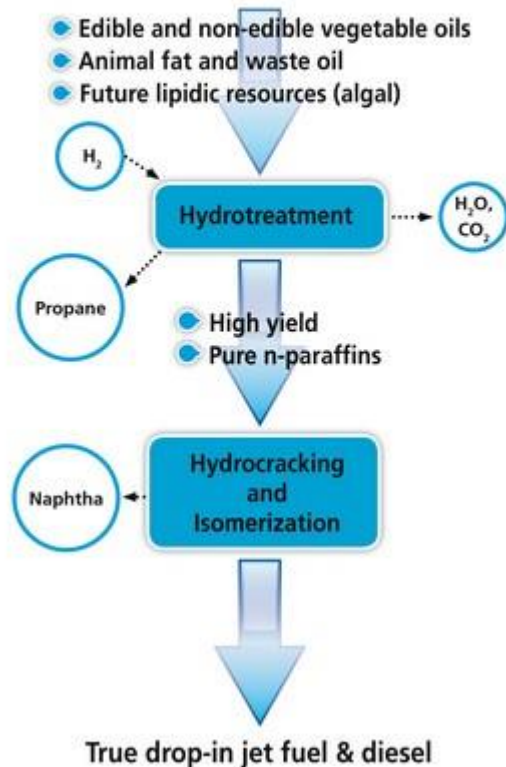


S. Morales-Delarosa, J.M. Campos-Martin, Catalytic processes and catalyst development in biorefining, in: *Advances in Biorefineries: Biomass and Waste Supply Chain Exploitation*, Elsevier Ltd., 2014, pp. 152-198

Biomasa: Aceites y Grasas



Biomasa: Aceites y Grasas



S. Morales-Delarosa, J.M. Campos-Martin, Catalytic processes and catalyst development in biorefining, in: *Advances in Biorefineries: Biomass and Waste Supply Chain Exploitation*, Elsevier Ltd., 2014, pp. 152-198

Diésel Renovable o Green Diesel



Diamond Green Diesel
Louisiana (USA)
500.000 Tm/año



ENI
Venecia (Italia)
300.000 Tm/año



NESTE OIL
Varias localizaciones
>1.500.000 Tm/año



Renewable Energy Group
Louisiana (USA)
300.000 Tm/año

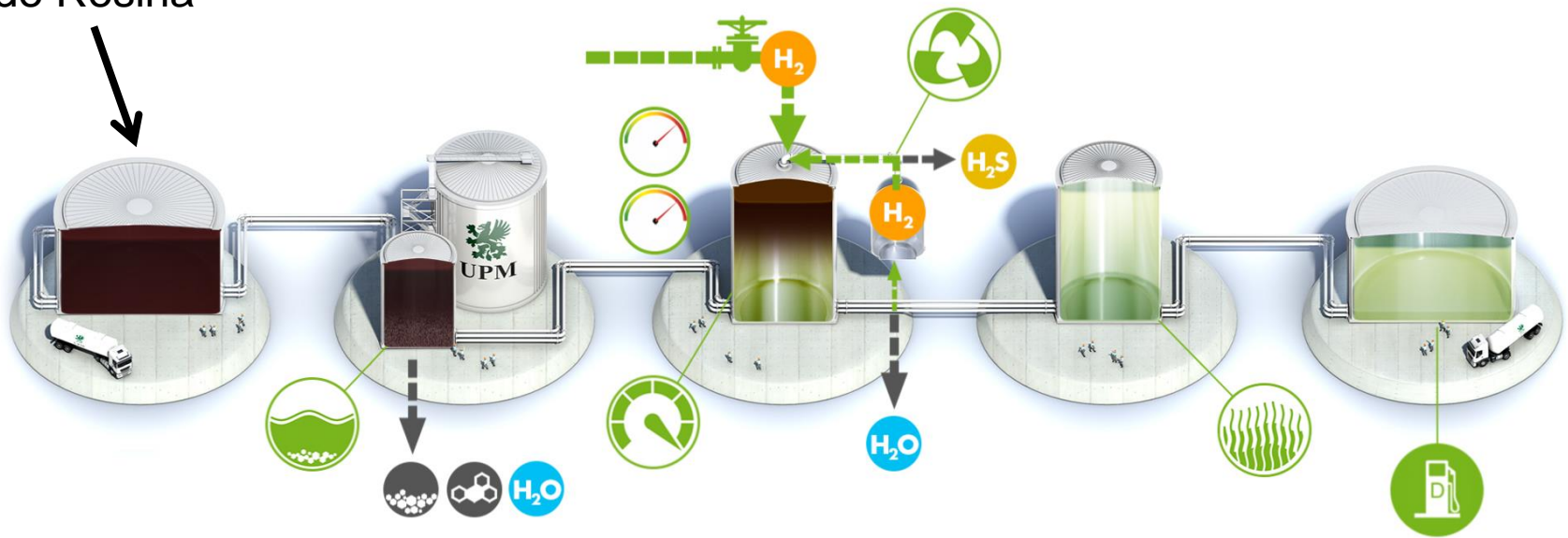
Biomasa: Aceites y Grasas

COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DEL DIESEL

	Diesel (ULSD)	Biodiesel (FAME)	Green Diésel	Diésel FT
Oxígeno (%)	0	11	0	0
Densidad Específica	0,84	0,88	0,78	0,77
Azufre (ppm)	<10	<1	<1	<1
Poder Calorífico (MJ/kg)	43	38	44	44
Punto de niebla (°C)	-5	-5 a +15	-20 a +20	No disponible
Índice de Cetano	40	50-65	70-90	>75
Estabilidad	Buena	Marginal	Buena	Buena

Biomasa: Aceites y Grasas

Aceites Grasos
de Resina



Proceso UPM Biofuels

300.000 toneladas al año



Biocombustibles de segunda generación

Jose Miguel Campos Martín

**Grupo de Energía y Química Sostenibles (EQS)
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC, Madrid, Spain**

e-mail: j.m.campos@icp.csic.es



Encontro
AgroBiotech Innovación