



VALORIZACIÓN DE RESIDUOS, BIOECONOMÍA Y ECONOMÍA CIRCULAR

Tipos de Residuos. Biomasa. Residuos Lignocelulósicos (BLC)

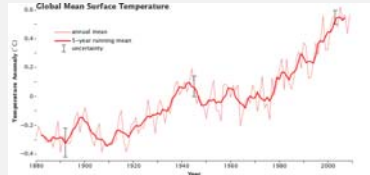
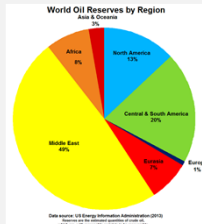
Dr. J. Carlos Villar
16 de Septiembre de 2021

1


Tipos de Residuos. Biomasa. Residuos Lignocelulósicos (BLC)

Desarrollo y Clima

La población mundial superará los 8.500 millones en 2030

La tasa de crecimiento registra un repunte en Europa, pero se sitúa por debajo del umbral necesario para el relevo de la generación anterior



2

Tipos de Residuos. Biomasa. Residuos Lignocelulósicos (BLC)

Combustibles y Emisiones



Con el nivel actual de emisiones de gases de efecto invernadero, para 2050-2070, se espera alcanzar una temperatura 2°C mayor que en la era pre-industrial.

Solo el transporte contribuye con aproximadamente un 30% de los gases de efecto invernadero. La generación de energía es otro sector con alto impacto.

SOLUCIONES

- Prohibiciones. Limitar el uso de vehículos, vuelos...
- Desarrollo tecnológico. Coche eléctrico, células de combustible, biocarburantes...

LIMITACIONES

- Costes elevados de algunos materiales.
- Difícil comercialización.
- Incipiente desarrollo tecnológico.
- Cuestionable Sostenibilidad y Reciclabilidad.

3

Tipos de Residuos. Biomasa. Residuos Lignocelulósicos (BLC)

Tecnologías Alternativas en Transporte



Coche eléctrico



Células de combustible



Biocarburantes

4

Tipos de Residuos. Biomasa. Residuos Lignocelulósicos (BLC)

Definiciones

Biomasa ©RAE

1. f. Biol. Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.

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



5

Tipos de Residuos. Biomasa. Residuos Lignocelulósicos (BLC)

Biomasa: Producción y Tipos

El sector primario como impulsor del nuevo modelo económico. Bioeconomía.

Forestal

Agrícola

Ganadera

Industrial

Urbana

Marina

BIOMASA

- Abundante
- Renovable
- Estimación producción anual: 2.0. 10¹¹ toneladas
- De los cuales 70% - 95% Biomasa Lignocelulósica

Ej.: madera, ramas, corteza, podas, paja de cereal, bagazo...

El aprovechamiento de los residuos una de las claves en la Economía Circular.

6

Tipos de Residuos. Biomasa. Residuos Lignocelulósicos (BLC)

Principales tipos de Biorrefinerías*

1. Biorrefinería co **Caña de azúcar → Extracción Azúcares → Fermentación → Bio-Etanol**
2. Biorre **Cultivo Oleaginoso → Extracción Aceites → Transesterificación → Bio-Diesel**
3. Bior **Cultivos Amiláceos → Sacarificación del Almidón → Fermentación → Bio-Etanol**
4. Biorrefinería termoquímica
5. Biorrefinería
6. Biorrefinería
7. Biorrefinería
8. Biorrefinería
9. Biorrefinería

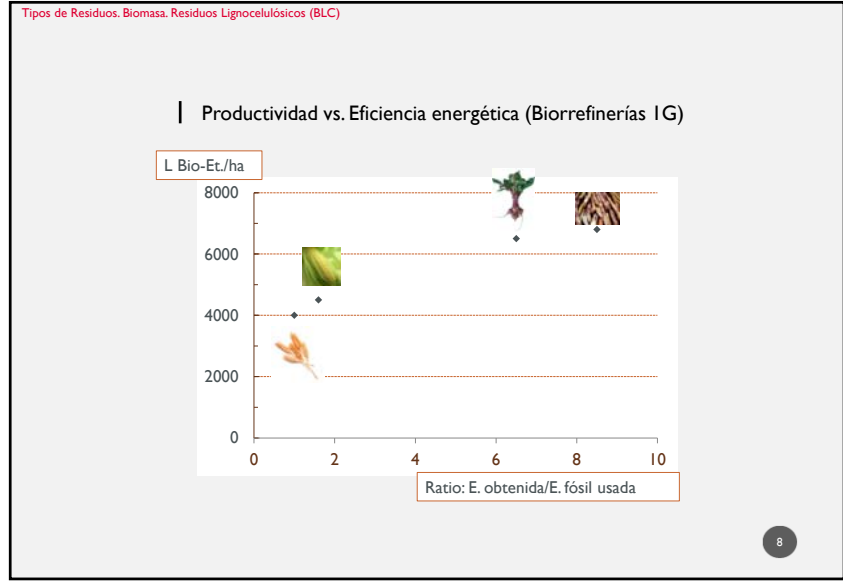
Biorrefinerías de 1ª Generación

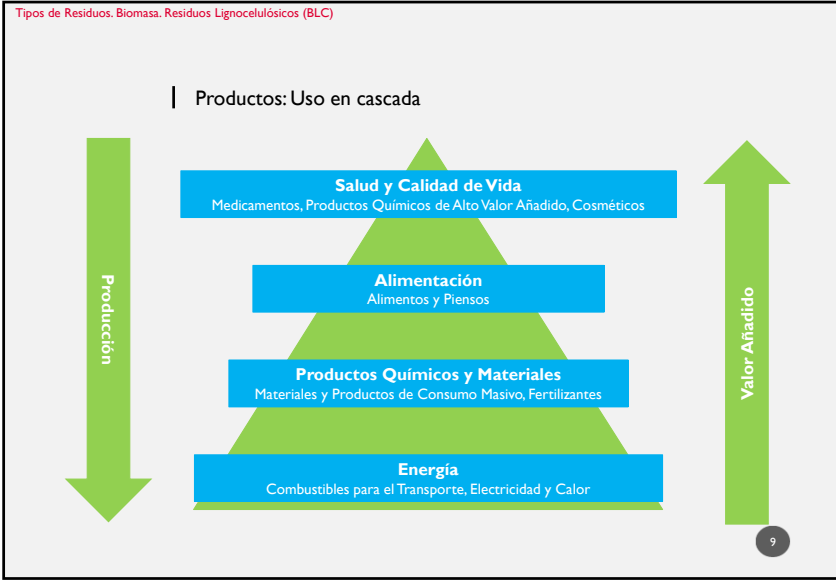
- Limitada diversidad de productos.
- Competencia con alimentos. El terreno cultivable permitiría producir sólo un 10% de los combustibles de automoción.
- El clima limita las posibilidades de producir cultivos energéticos en buena parte del planeta.
- Tecnologías conocidas.

Biomasa: patata, trigo, maíz, caña, remolacha...

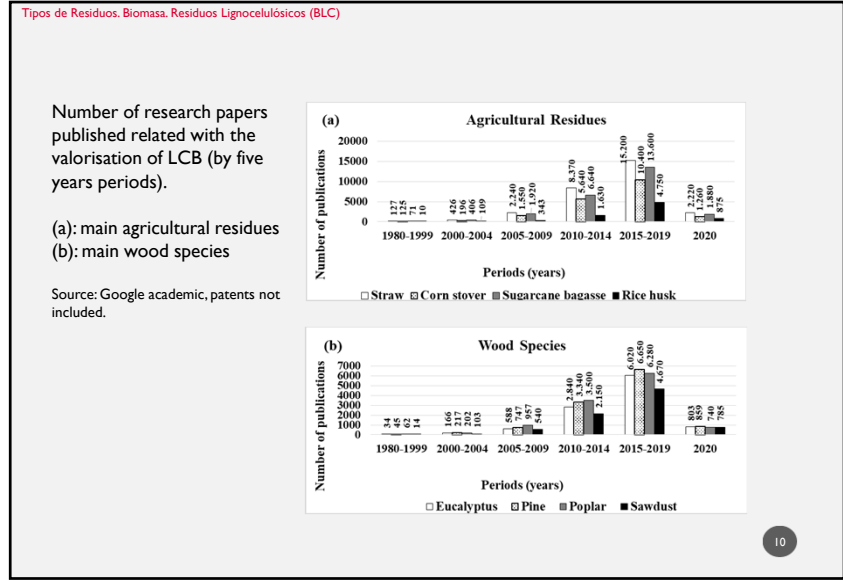
*Tomado de: F Cherubini et al. (2009) "Toward a common classification approach for biorefinery systems" *Biofuels, Bioprod. Bioref.* DOI: 10.1002/bbb.172.

7

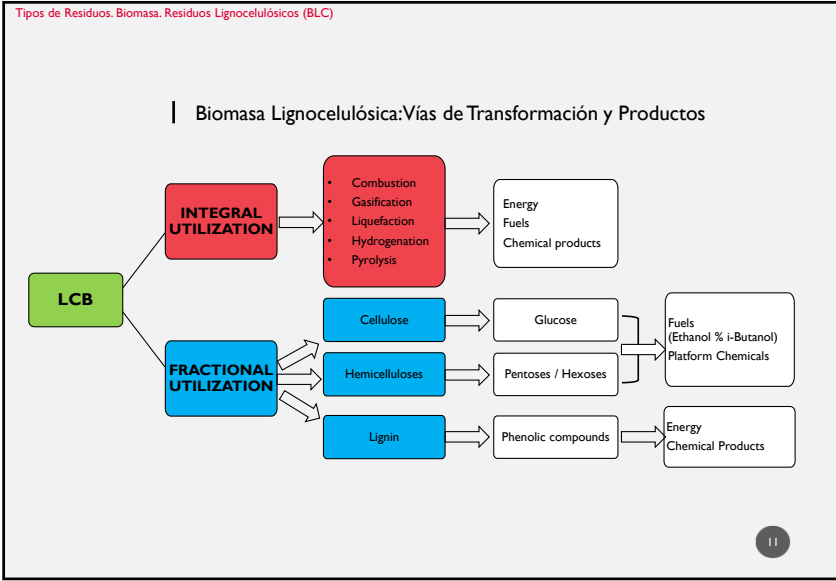




9



10



11

Tipos de Residuos: Biomasa, Residuos Lignocelulósicos (BLC)

Composición Química de la Madera

Celulosa: aprox. 45 - 50% de la madera

Hemicelulosas: Entre 16-20% de la madera. Predominancia de Xilanos (maderas frondosas) y de Mananos (maderas coníferas)

Lignina: Entre 18-32 % de la madera. Maderas de coníferas más lignificadas que las de especies frondosas

Componentes minoritarios: ácidos grasos, resinas, ceras, hidratos de carbono, terpenos, sales, ...

12

12

Tipos de Residuos. Biomasa. Residuos Lignocelulósicos (BLC)

Estructura de la Lignocelulosa

- Las cadenas de celulosa se unen entre sí por fuerzas moleculares de Van der Waals y por enlaces de hidrógeno
- Microfibrillas Elementales: empaquetado de cadenas de celulosa donde se alternan regiones cristalinas y amorfas
- Microfibrillas: empaquetado de microfibrillas elementales de longitud variable. Entre las microfibrillas elementales se encuentran las hemicelulosas

13

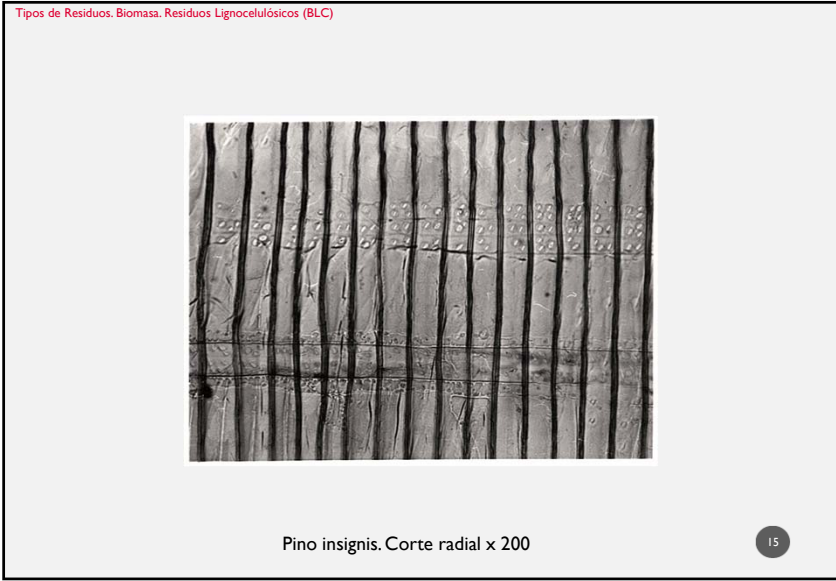
Tipos de Residuos. Biomasa. Residuos Lignocelulósicos (BLC)

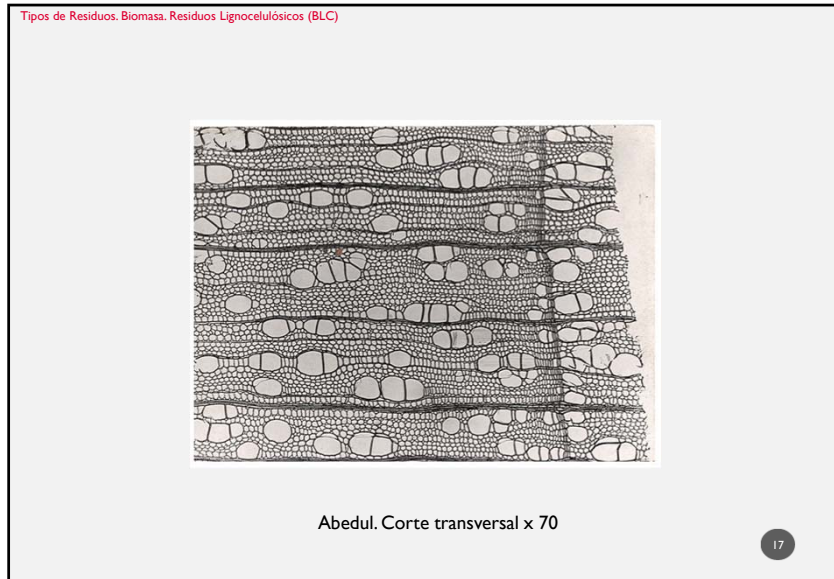
Estructura de la Lignocelulosa

- Las microfibrillas se agrupan y rodean de una matriz de hemicelulosas y lignina. Dan lugar a las Fibrillas: grupos de microfibrillas (anchura aprox. 2000A y longitud variable).
- Las fibrillas se organizan en la célula vegetal por capas (laminilla media, pared primaria y pared secundaria) donde presentan orientaciones diferentes.

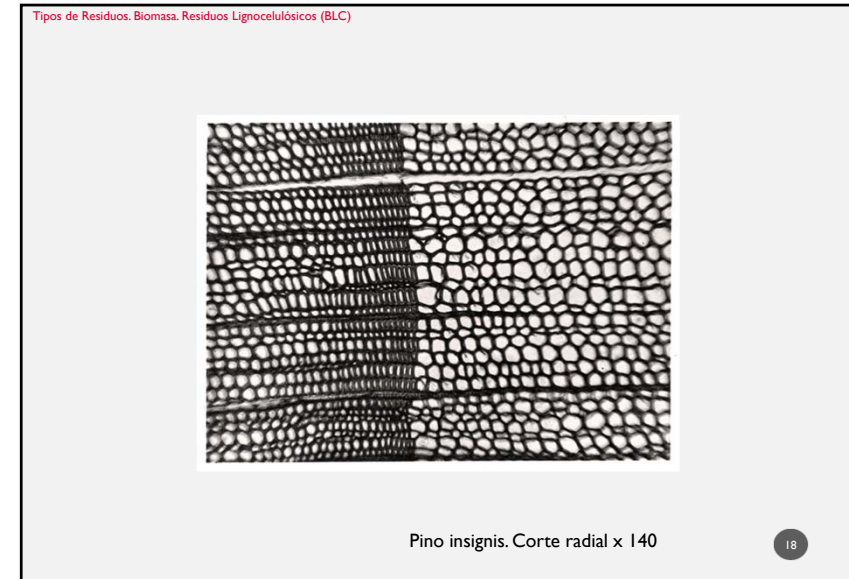
Celulosa: Su concentración baja desde la S3 y S2 hacia el exterior. En la LM desaparece
Lignina: Muy concentrada en la LM y P. Baja hacia el interior (pero en términos absolutos casi toda está en S2)
Hemicelulosas: Concentrada en la LM y P. Baja hacia el interior.

14





17



18

Tipos de Residuos. Biomasa. Residuos Lignocelulósicos (BLC)

Chemical composition of several LCB

Material	Main Components (%)			Minor Components (%)		References
	Cellulose	Hemicelulosos	Lignin	Extractives	Ash	
Eucalyptus globulus	40.4	17.2	22.0	7.5	3.5	(Gominho et al., 2020)
	44.4	21.8	27.7	2.4	0.23	(Romani et al., 2010)
	39.7	24.8	25.7	3.1	0.14	(Gallina et al., 2016)
Betula papyrifera (birch)	34.7	31.2	18.7	-	-	(Matsakas et al., 2018)
	40.1	26.8	24.5	-	-	(Goshadrou et al., 2013)
Pinus radiata	45.3	22.2	26.8	-	0.2	(Araque et al., 2008)
	43.6	25.0	29.6	-	-	(Valenzuela et al., 2016)
	43.8	21.2	32.0	3.2	-	(Santos et al., 2018)
Wheat straw	32.8	32.3	13.8	17.9	4.1	(Vergara et al., 2018c)
	34.4	24.7	18.4	-	7.4	(Saha et al., 2015)
Sugarcane bagasse	43.6	33.5	18.1	-	2.3	(Sun et al., 2004)
	50	25	25	-	-	(Pandey et al., 2000)
Brewer's spent grain	17.9	28.7	25.8	2.3	2.7	(López-Linares et al., 2019)
	23.1	22.9	19.0	-	3.5	(Plaza et al., 2017)
Corn stover	31.5	20.4	14.1	25.9	7.90	(Vergara et al., 2018a)
	40.2	27.5	20.8	-	7.08	(Kim et al., 2003)
Cardoon	33.3	19.8	17.6	18.9	6.50	(Vergara et al., 2018b)
	35.0	16.2	15.8	11.2	7.72	(Cotana et al., 2015)
Poplar sawdust	46.2	19.3	26.1	2.0	-	(Lai et al., 2020)

19

Tipos de Residuos. Biomasa. Residuos Lignocelulósicos (BLC)

Analysis of the main components and characteristics of lignocellulosic biomass. Adapted from Cai et al. (2017)

Characteristics	Property type or method	Determination of	Standard, procedure or reference
Physical characteristics	Particle size	Particle size distribution	ANSI/ASAE S424.1
		Particle size, particle shape, and particle dimensions	Operating procedure SEM / TEM
	Density	Bulk density	ASTM E873-82
		Particle density	Pressurized gas flowing method
	Flowability	Angle of repose	ASTM C144-00
Flow index		ASTM D6128-16	
Moisture	Moisture content		ASTM standard E1756-08
			ASTM standard D7582-15
Chemical characteristics	Elemental composition	C, H, N, S and O	Operating procedure of elemental analyzer
	Sulfuric acid hydrolysis method	Cellulose	ASTM E1758-01
		Hemicellulose	
	Preparation of biomass	Preparation of biomass	(Hames et al., 2008)
		Main components	Cellulose Hemicellulose Lignin
Minor components	Extractives		(Sluiter et al., 2008a)
		Ash	(Sluiter et al., 2008b)

20