

BIORREFINERÍAS FORESTALES.

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE CELULOSA Y PAPEL



FACULTAD DE
INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



INSTITUTO DE
INGENIERÍA
QUÍMICA



Ingeniería de
Procesos Forestales

Temario

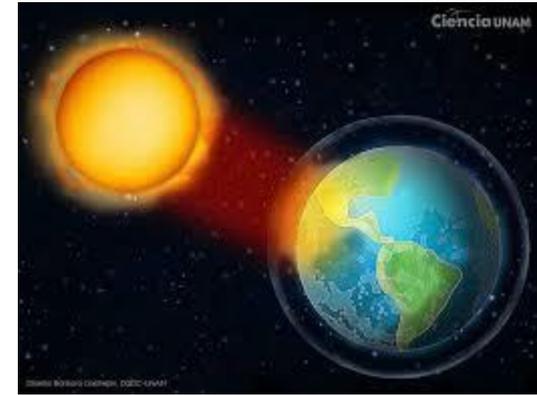
Biomasa Características y disponibilidad	Definición y clasificación de biorrefinerías	Plataforma termoquímica	Balances de agua.
Pretratamientos habituales de biomasa lignocelulósica	Valorización de hemicelulosas	Producción de bio- compuestos por fermentación	Valorización de ligninas
Valorización de polifenoles y otros extractivos de la biomasa	Nanocelulosa: generalidades de producción y productos posibles	Materiales fibrosos para uso en la construcción sostenible	Productos de especialidad basados en pulpas de celulosa y fibras naturales

Cronograma

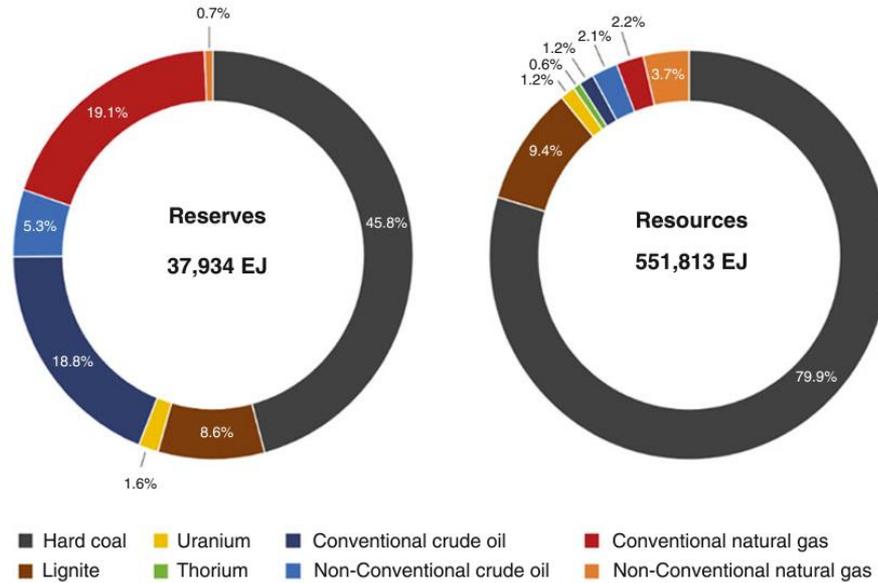
Clase N°	Tema	Fecha
1	Biomasa lignocelulósica. Disponibilidad, características. Qué es una biorrefinería y diferentes tipos de clasificación.	22/10/24
2	Pretratamientos Producción de compuestos por fermentación	24/10/24
3	Valorización de lignina	29/10/24
4	Valorización de hemicelulosas	31/10/24
Semana del 4 al 8 de noviembre LIBRE		
5	Fibras especiales para productos higiénicos y de packaging	12/11/24
6	Valorización de extractivos y polifenoles	14/11/24
7	Nanocelulosa	19/11/24
8	Pulpa de disolución Ejemplos de biorrefinerías industriales	21/11/24

Recursos fósiles y cambio climático

- En el transcurso de un año, la Tierra recorre 940 millones de kilómetros alrededor del Sol recibiendo 1366 W/m² de radiación solar (2.500.000 EJ /año).
- El 0,25% se transforma en biomasa aprovechable mediante el proceso de fotosíntesis.
- La vegetación terrestre secuestra unos 175 petagramos (175.000.000.000.000 kg) de carbono al año, lo que equivale a unos 300.000 billones de toneladas de biomasa.



Recursos fósiles y cambio climático



(Lewandoswsky 2019, Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy)

Fig. 2.1 Fossil reserves and resources, determined for 2014 (BGR 2015)

- **Reservas** son las cantidades de fuentes de energía que se han determinado con gran precisión y que son económicamente explotables.
- Los **recursos** son las cantidades de un recurso energético de las que existe evidencia geológica, pero que no son explotables económica o geológicamente.

Recursos fósiles y cambio climático

Por cada tonelada de petróleo fósil o carbón que se quema y se transforma en energía, se oxidan aproximadamente 0,8 toneladas de carbono y se liberan 3 toneladas de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera.

Table 2.1 Carbon contents of fossil resources and amounts of carbon dioxide (CO₂) and other greenhouse gases (GHG) emitted when fossil fuels are used energetically

Fossil resource	% carbon (C) ^a	Greenhouse gas emission (t/t) ^b		
		CO ₂	N ₂ O	CH ₄
Hard coal	71.6	2.6	0.000027	0.000040
Lignite	32.8	1.2	0.000012	0.000018
Petroleum	84.8	3.1	0.000127	0.000025
Natural gas	73.4	2.7	0.000048	0.000005

^aIPCC (2006)

^bAuthors' own calculation based on IPCC (2006)

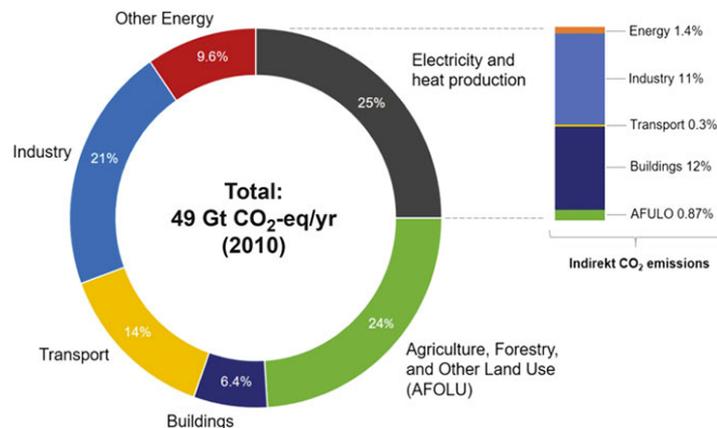
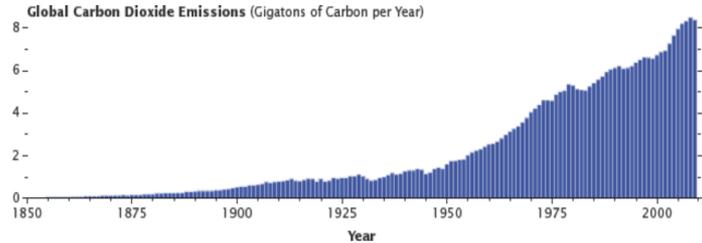


Fig. 2.2 Total anthropogenic greenhouse gas (GHG) emissions (gigatons of CO₂ equivalent per year, GtCO₂-eq/year) from economic sectors in 2010 (based on IPCC 2014)

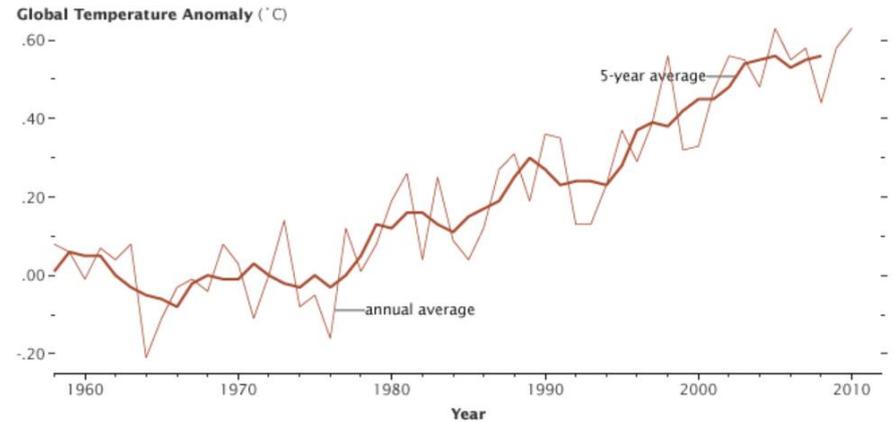
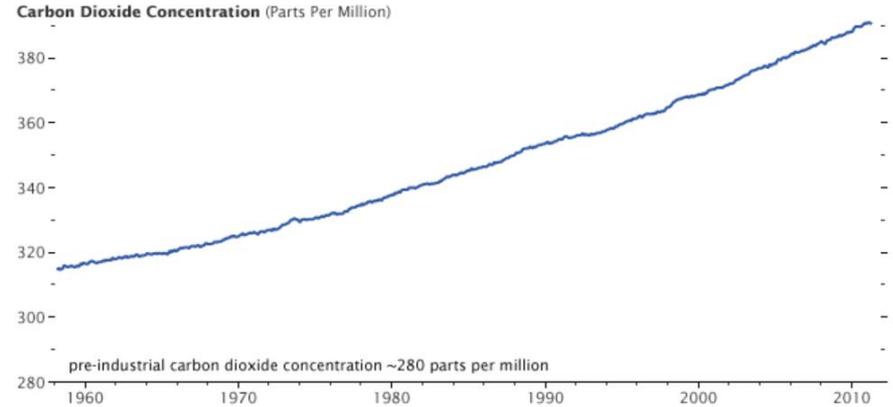
(Lewandoswsky 2019)

Recursos fósiles y cambio climático



Emissions of carbon dioxide by humanity (primarily from the burning of fossil fuels, with a contribution from cement production) have been growing steadily since the onset of the industrial revolution. About half of these emissions are removed by the fast carbon cycle each year, the rest remain in the atmosphere. (Graph by Robert Simmon, using data from the [Carbon Dioxide Information Analysis Center](#) and [Global Carbon Project](#).)

<https://earthobservatory.nasa.gov/features/CarbonCycle>



Recursos fósiles y cambio climático

Los efectos directos e indirectos de la creciente concentración atmosférica de GEI y el consiguiente aumento de las temperaturas globales son múltiples e incluyen:

- Calentamiento y acidificación de los océanos (a través de la absorción de CO₂)
- Derretimiento de las capas de hielo de glaciares y polares.
- Aumento del nivel del mar (1,5–1,9 mm/año), amenaza a las comunidades y ecosistemas costeros
- Disminución de la capa de nieve y aumento de las temperaturas del permafrost
- Reducción de las precipitaciones y aumento de la incidencia de sequías, especialmente en zonas ya gravemente afectadas por la limitación del agua
- Fenómenos meteorológicos extremos e impredecibles, como tormentas e inundaciones
- Impactos negativos previstos de la temperatura, la sequía y otros (por ejemplo, enfermedades) en la agricultura, que pueden conducir a pérdidas de rendimiento
- Impacto negativo en la salud humana a través del deterioro de la calidad del aire y del agua.

(Lewandoswsky 2019)

¿La energía procedente de la madera es positiva para el clima?

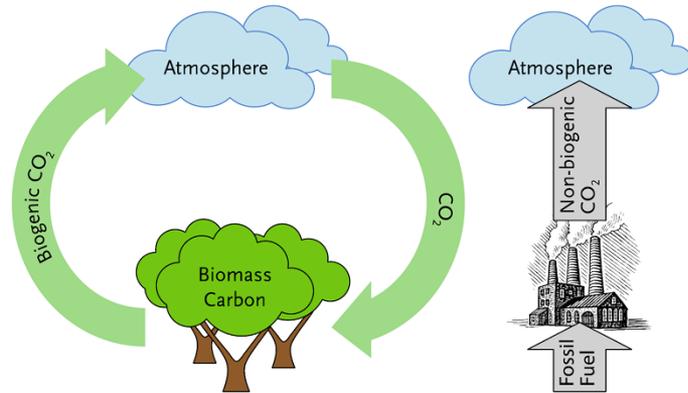


Figure 1: IPCC distinguishes between the slow domain of the carbon cycle, where turnover times exceed 10,000 years, and the fast domain (the atmosphere, ocean, vegetation and soil), vegetation and soil carbon have turnover times in the magnitude of 1–100 and 10–500 years, respectively. Fossil fuel transfers carbon from the slow domain to the fast domain, while bioenergy systems operate within the fast domain. (source: National Council for Air and Stream Improvement)

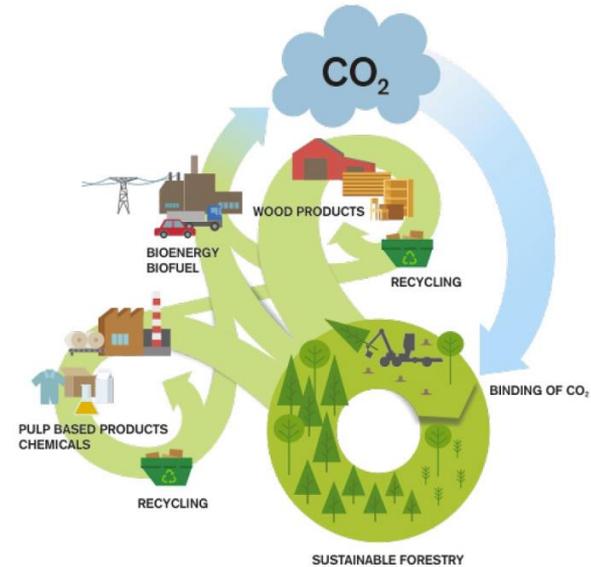


Figure 2: Forest bioenergy systems are often components in value chains or production processes that also produce material products, such as sawnwood, pulp, paper, and chemicals.

https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2018/01/FAQ_WoodyBiomass-Climate_final-1.pdf

DESARROLLO SOSTENIBLE

Se define «el desarrollo sostenible como la satisfacción de «las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades». (Informe titulado «Nuestro futuro común» de 1987, Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo).

El desarrollo sostenible ha emergido como el principio rector para el desarrollo mundial a largo plazo. Consta de tres pilares, el desarrollo sostenible trata de lograr, de manera equilibrada, el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente.

Sustentabilidad

Hacer un uso correcto de los recursos actuales sin comprometer los de las generaciones futuras

Principios de Daly

- » Ningún recurso renovable deberá utilizarse a un ritmo superior al de su generación.
- » Ningún contaminante deberá producirse a un ritmo superior al que pueda ser reciclado, neutralizado o absorbido por el medioambiente.
- » Ningún recurso no renovable deberá aprovecharse a mayor velocidad de la necesaria para sustituirlo por un recurso renovable utilizado de manera sostenible.

Sostenibilidad

Considera todos los procesos humanos (sociales, educativos, culturales, económicos, etc.) que en un ambiente de equidad y globalidad, buscan el desarrollo y bienestar equitativo de las personas cuidando el medioambiente

Sostenibilidad

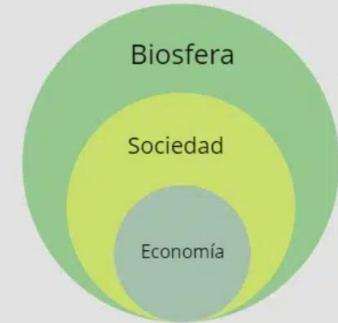
Enfoque en tres dimensiones:
Ambiente, Economía y sociedad



Desarrollo Sostenible

Sustentabilidad

Enfoque en una dimensión principal:
Ambiente (recursos naturales)



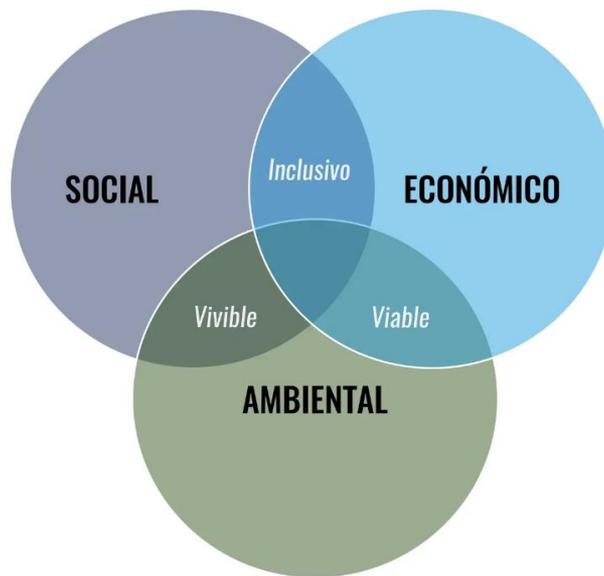
Desarrollo Sustentable

Cuando hablamos de economía se traduce en:

https://ovacen.com/desarrollo-sustentable-concepto-ejemplos-de-proyectos/#google_vignette

Un desarrollo viable, inclusivo y eco-consciente a partir del equilibrio entre las 3 dimensiones de la sostenibilidad:

- ✓ La ECONOMÍA, el desarrollo económico y del nivel de renta de las personas
- ✓ La SOCIEDAD, el bienestar y la igualdad de las personas
- ✓ EL MEDIO AMBIENTE, la conservación del entorno





The table below summarizes themes by supply chain type and their contributions to the SDGs¹:

Forest Biomass	
<ul style="list-style-type: none"> Biomass sourced from forests that are sustainably managed can ensure the protection of ecosystem services (e.g. water purification, soil stabilization, biodiversity conservation). Biomass sourced through stand improvement techniques (e.g. thinning) can simultaneously increase growth rates, improve carbon sequestration, and reduce natural disturbances (e.g. wildfires, pests). Use of residues can improve resource-use efficiency if previously discarded as a waste material, and help replace fossil-based energy generation. Use of biomass for bioenergy can improve energy security and resiliency, while also improving the share of renewable low-carbon energy. Biomass can provide new economic and job opportunities for communities and regions as forest biomass supply chains typically require more labour than those of fossil-based supply chains. 	<p>SDGs Contributed To</p> 
Agricultural Residues	
<ul style="list-style-type: none"> Use of residues can improve resource-use efficiency, especially if sourced from waste and by-product streams of primary production while ensuring enough residues are left to maintain soil health and productivity. Redirecting residues to bioenergy from disposal piles and open-air burning can improve local air and water quality. Residues that would otherwise add to excess fuel loads can help reduce destructive effects of pests and wildfires and support other perennial management goals. Use of residues for bioenergy can improve energy security and resiliency, while also improving the share of renewable low-carbon energy. Mobilization of residues can support sustainable economic development and job opportunities related to perennial management and biomass collection, transportation, processing, and use. Removal of a portion of residues from high-yielding agricultural croplands can enable use of no-till practices which would otherwise be impractical. 	<p>SDGs Contributed To</p> 

Biomass Supply and the Sustainable Development Goals, Jean Blair, Bruno Gagnon, Andrew Klain, IEA Bioenergy, 2021

<https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2021/10/IEA-Bioenergy-SDG-Case-Study-Report-FINAL-1.pdf>

Energy Crops

- Energy crops integrated into good farming practices, or other land management practices such as landscape management, can improve ecosystem function by improving local soil and water quality, reducing and filtering agricultural run off, reducing soil erosion, diversifying land cover, and increasing soil carbon storage.
- Energy crops can help to reclaim degraded land by restoring land and soil by adding nutrients and carbon to soils.
- Energy crops can also provide new sources of incomes for farmers, land owners and land managers, as well as provide new economic and job opportunities in the community as growing, harvesting, transporting and processing energy crops can be labour intensive.
- Use of energy crops can improve energy security and resiliency, while also improving the share of renewable low-carbon energy.

SDGs Contributed To



Waste Biomass

- Waste biomass used for bioenergy can improve both resource use efficiency and waste management, while providing value-added services and products such as bioenergy generation.
- Waste biomass used for bioenergy also creates co-products, such as fertilizer that can be used for agricultural purposes to reduce the use of synthetic fertilizer, improving the overall circularity of supply chains.
- Waste biomass used for bioenergy can reduce potential contamination of local/regional water ways.
- Waste biomass used for bioenergy can also improve energy security and resiliency in communities and regions, while also improving the share of renewable low-carbon energy in communities and regions.

SDGs Contributed To





Biomasa- Definición, Características y disponibilidad

Biomasa: Definiciones

Definición genérica: Materia orgánica derivada de organismos vivos o que han vivido recientemente (<100 años).

(Lewandoswsky 2019)

En el contexto de la bioenergía: “fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de la agricultura (incluidas las sustancias vegetales y animales), la silvicultura y las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales”. Directiva 2009/28/CE (Parlamento Europeo, 2009)

En el contexto de la bioeconomía, la biomasa comprende los recursos biológicos renovables para la conversión de estos recursos y flujos de residuos en productos de valor añadido, como alimentos, productos de origen biológico y bioenergía. Por tanto, incluye biomasa comestible (alimentos) y no comestible de origen vegetal, animal y residuos (Comisión Europea, 2012).

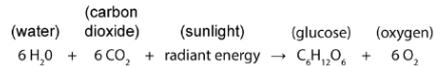
Biomasa-orígenes

La biomasa es una fuente de energía renovable ya que su contenido de energía química proviene, en última instancia, de la energía solar, a través del proceso fotosintético.

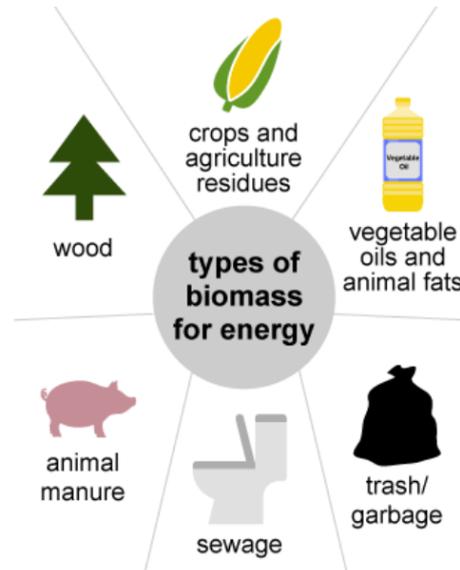
Photosynthesis



In the process of photosynthesis, plants convert radiant energy from the sun into chemical energy in the form of glucose—or sugar.



Source: Adapted from The National Energy Education Project (public domain)



Source: U.S. Energy Information Administration (public domain)

Biomasa primaria y secundaria

Biomasa primaria: Formada por la conversión de dióxido de carbono (CO_2) y agua a través de los procesos autótrofos de fotosíntesis (realizada por plantas y algas verdes) y quimiosíntesis (realizada por algunos microorganismos).

La fotosíntesis es el más importante.

Biomasa secundaria: formada por los animales que se alimentan de plantas y de otros animales.

Biomasa terciaria: formada por la actividad humana, como residuos agrícolas o subproductos de procesos de la transformación de los alimentos.

Biomasa-Composición química elemental

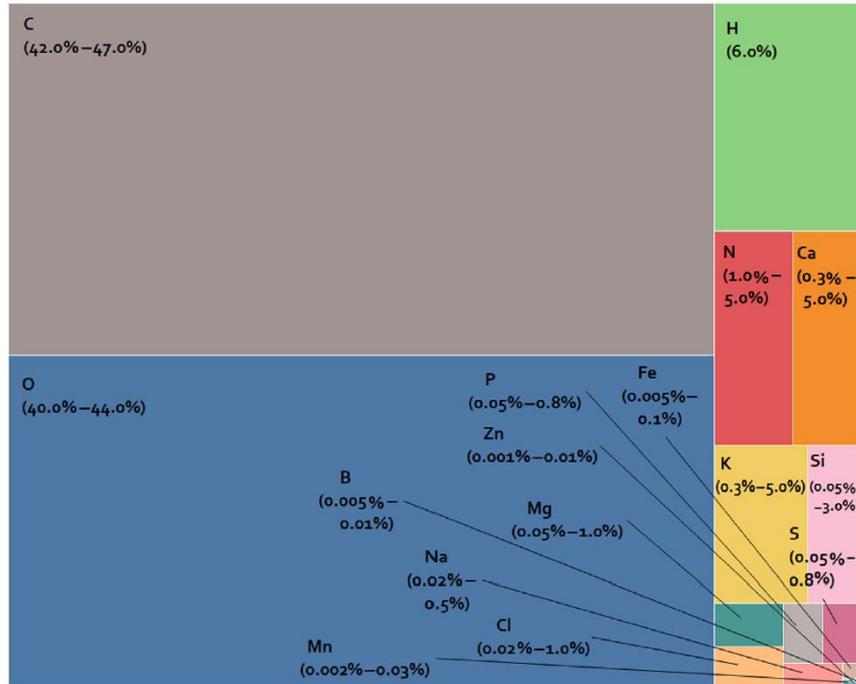


Figure 2.4 Elemental composition of plant biomass. The size of the boxes corresponds to the amount of each element in the composition of biomass (%). *Based on Lewandowski, I., Gaudet, N., Lask, J., Maier, J., Tchouga, B., Vargas-Carpintero, R., 2018. Bioeconomy. In: Lewandowski (Ed.), Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy I. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG.*

Sánchez, J. Curt, M.D, Robert, N., Fernández, J.;
Biomass Resources, 2019,
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813056-8.00002-9>

Biomasa-Clasificación por composición química

- **Biomasa Lignocelulósica:** rica en celulosa, hemicelulosas y lignina. Ej: paja, madera, cultivos energéticos
- **Biomasa sacarígena:** rica en monosacáridos (glucosa, fructosa) o disacáridos (sacarosa). Ej: caña de azúcar, remolacha azucarera.
- **Biomasa ricas en almidón (amiláceas):** con una elevada proporción de polisacáridos de reserva, básicamente almidón e inulina. Ej: cereales en grano (trigo, maíz, etc.) y tubérculos (papa, etc.).
- **Biomasa ricas en aceite y con alto contenido en lípidos:** especialmente en algunas partes específicas, como la colza y algunas micro y macroalgas.
- **Biomasa ricas en proteínas:** procedentes de biomasa vegetal como semillas oleaginosas (ej. soja, girasol) y legumbres (p. ej., arvejas) y también de biomasa animal (ej.,carne de cerdo y pescado).



Sánchez, J. Curt, M.D, Robert, N., Fernández, J. ;
Biomass Resources, 2019,
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813056-8.00002-9>

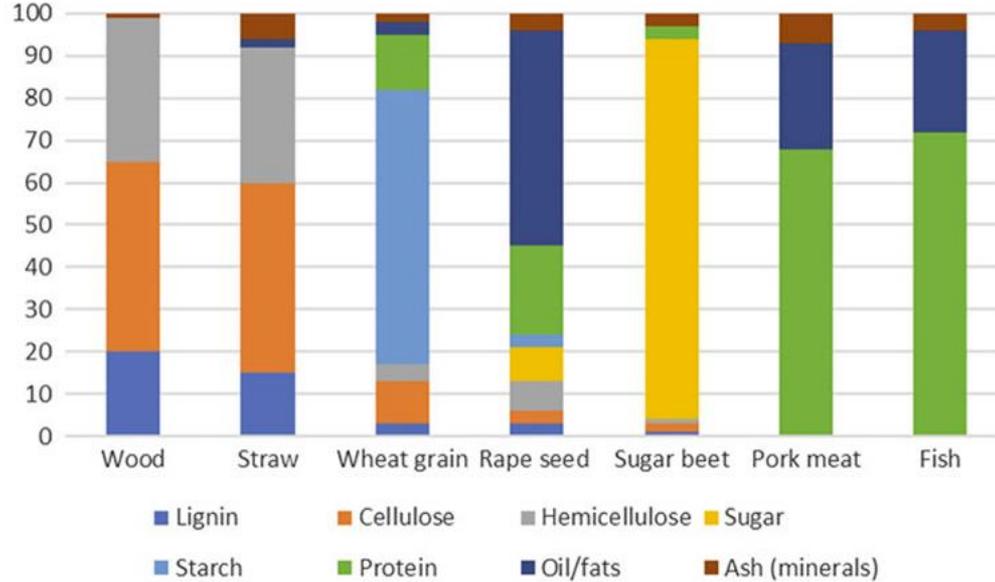


Fig. 5.5 Main components of different biomasses (in % of dry matter)

(Lewandoswsky 2019, Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy)

Biomasa-Clasificación por origen

- **Biomasa cultivada en tierras agrícolas:** las tierras agrícolas se definen como el área de tierra cultivable, con cultivos permanentes o con pastos permanentes (OCDE, 2018). Incluye cultivos lignocelulósicos, almidones, oleaginosos, etc.) independientemente de si son o no comestibles.
- **Biomasa forestal:** madera procedente del bosque natural o plantado (la FAO define bosque como tierra que se extiende por más de 0,5 hectáreas con árboles de más de 5 metros de altura y una cobertura de copas de más del 10 por ciento).
- **Subproductos y residuos:** biomasa proveniente de corrientes secundarias bien definidas provenientes de operaciones agrícolas, forestales e industriales relacionadas (FAO, 2004). También incluye residuos orgánicos provenientes de residuos sólidos municipales (RSM).
- **Biomasa acuática:** cualquier material vegetal o animal que se ha formado en el agua, como microalgas, algas marinas y plantas acuáticas.

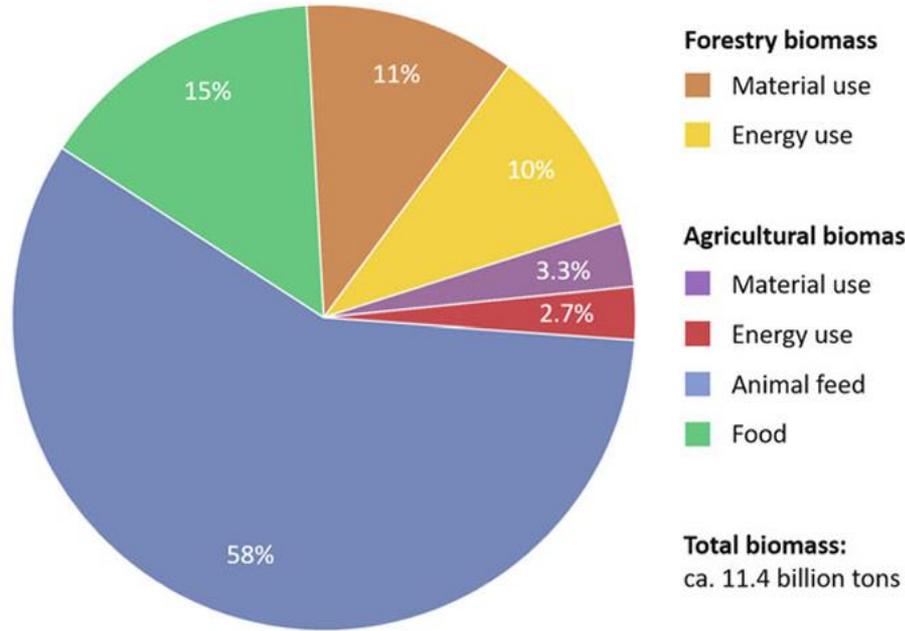
Sánchez, J. Curt, M.D, Robert, N., Fernández, J. ;
Biomass Resources, 2019,
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813056-8.00002-9>

Biomasa- producción

- Actualmente, se estima que en tierras agrícolas y bosques se producen anualmente unos 11.400 millones de toneladas de biomasa.
- 18% procede de la madera, 40% de la producción agrícola, 30% de pastos y el 12% son subproductos.
 - 49 % está compuesta por celulosa (5.620 millones de toneladas).
 - 23 % azúcar/almidón (2.630 millones toneladas)
 - 12 % proteínas (1.230 millones de toneladas)
 - 4% lípidos (510 millones de toneladas)

(Lewandoswsky 2019, Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy)

Biomasa- uso



(Lewandoswsky 2019, Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy)

Biomasa lignocelulósica

- Proviene de madera, residuos agrícolas y forestales, residuos sólidos orgánicos y a partir de reciclaje de papel, madera y celulosa.
- A nivel mundial la producción anual de biomasa lignocelulosa es de aproximadamente 181,5 mil millones de toneladas, de las cuales sólo 8,2 mil millones de toneladas de biomasa de lignocelulosa se utilizan en diferentes áreas de aplicación.
- No compite con los suelos agrícolas para la plantación de alimentos.

Mujtaba et al. 2023 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136815>



Recursos forestales mundiales

- El área total de bosques en el mundo es de 4 060 millones de hectáreas (ha)
- 31 % de la superficie total de la tierra (casi 1/3 de la superficie terrestre)
- 0,52 ha por persona



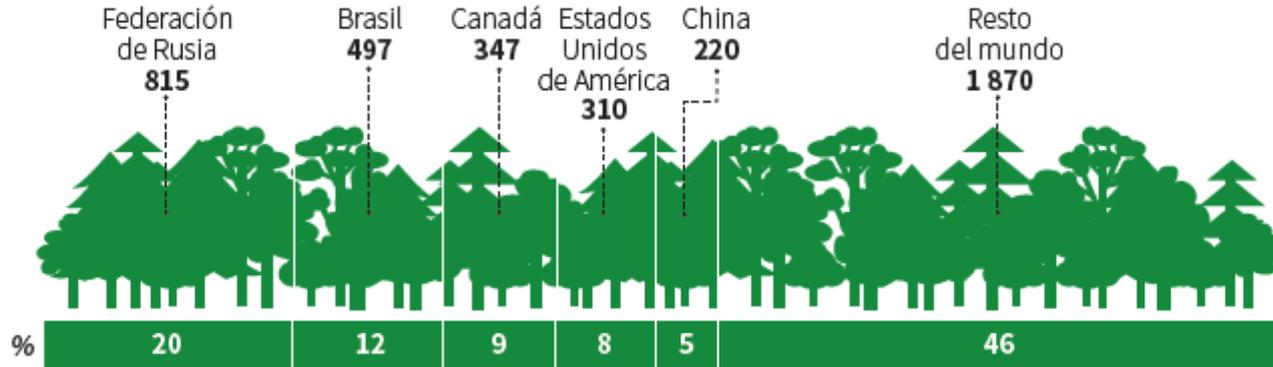
Organización de las Naciones Unidas
para la Alimentación y la Agricultura



Biomasa disponible?



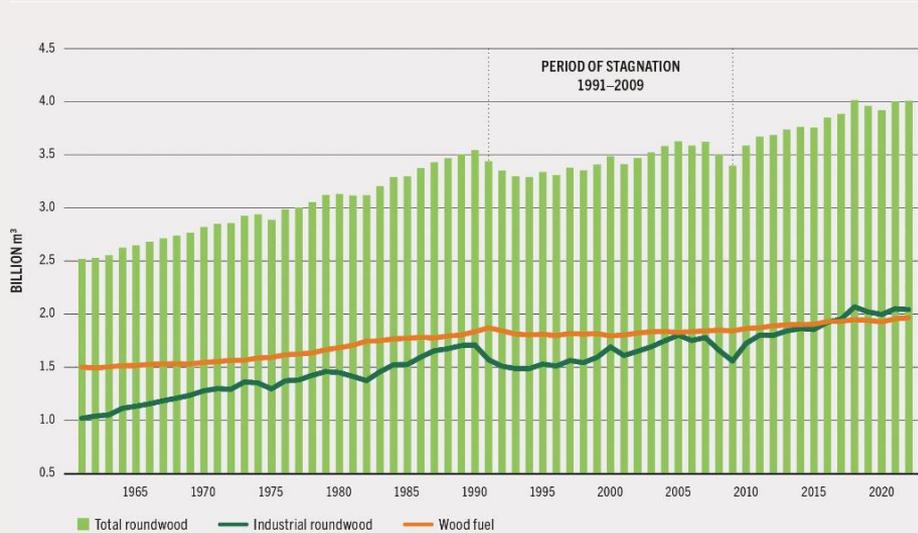
Cinco principales países por su superficie forestal, 2020 (millones de ha)



Más de la mitad (54 por ciento) de los bosques del mundo está situada en solo cinco países: la Federación de Rusia, Brasil, Canadá, los Estados Unidos de América y China.

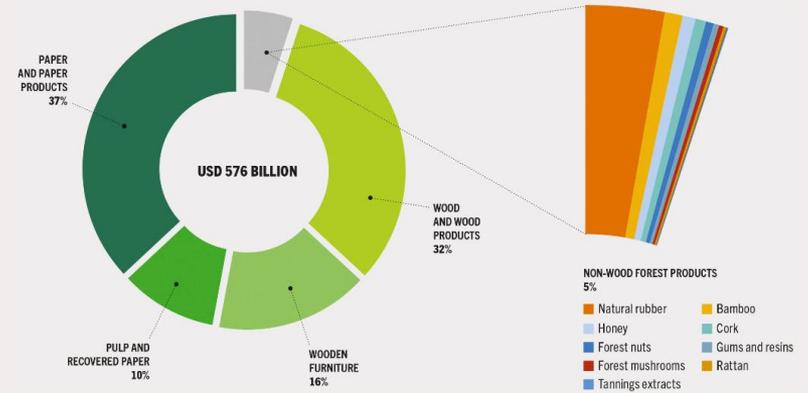
Biomasa disponible?

FIGURE 2 WORLD ROUNDWOOD PRODUCTION, COMPRISING INDUSTRIAL ROUNDWOOD AND WOODFUEL, 1961–2022



SOURCE: FAO. 2023. FAOSTAT: Forestry Production and Trade. [Accessed on 15 October 2023]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>. Licence: CC-BY-4.0.

FIGURE 1 SHARE OF GLOBAL FOREST PRODUCT EXPORTS, BY PRODUCT CATEGORY, 2022



NOTE: Wood = unprocessed wood (roundwood, also called "wood in the rough"; it includes logs, pulpwood, other industrial roundwood and woodfuel); wood products = all transformed/processed products except furniture (charcoal, chips, pellets and briquettes, sawnwood, panels and further processed wood products such as prefabricated wooden houses, doors and window frames). Wooden furniture is also a wood product but is shown here as a separate category.

SOURCES: FAO. 2023. FAOSTAT: Forestry Production and Trade. [Accessed on 29 December 2023].

<https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>.

Licence: CC-BY-4.0.; and UN Comtrade. 2023. United Nations Commodity Trade Statistics Database. [Accessed on 29 December 2023]. <https://comtradeplus.un.org/>

Biomasa disponible?

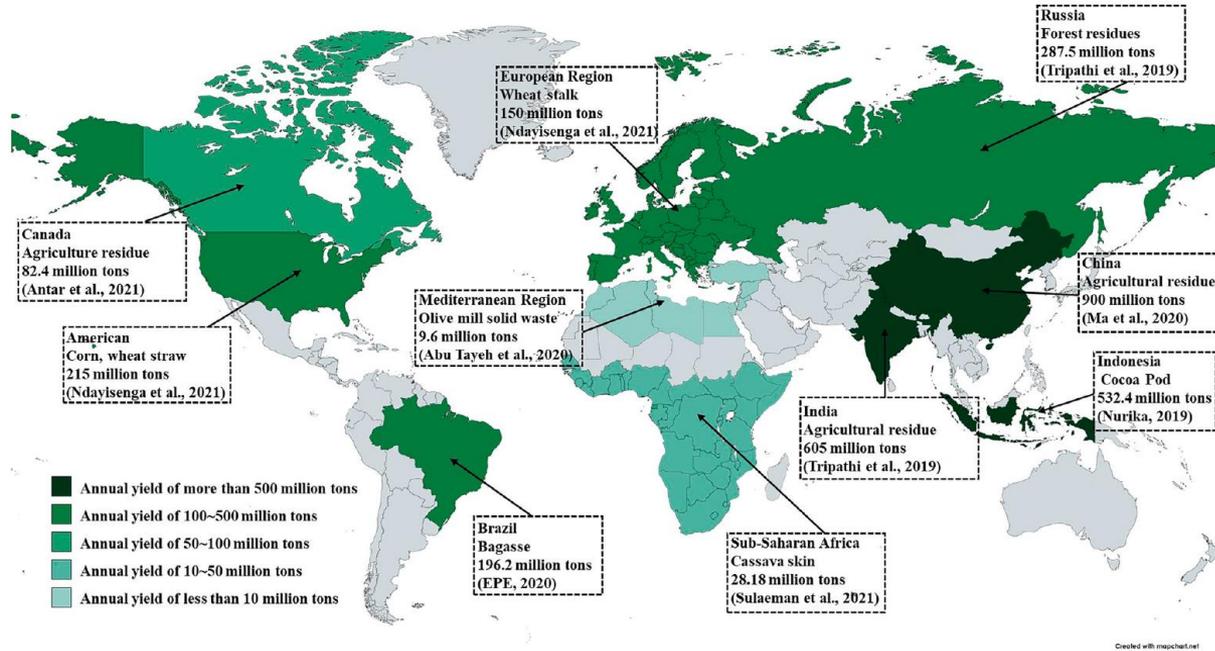
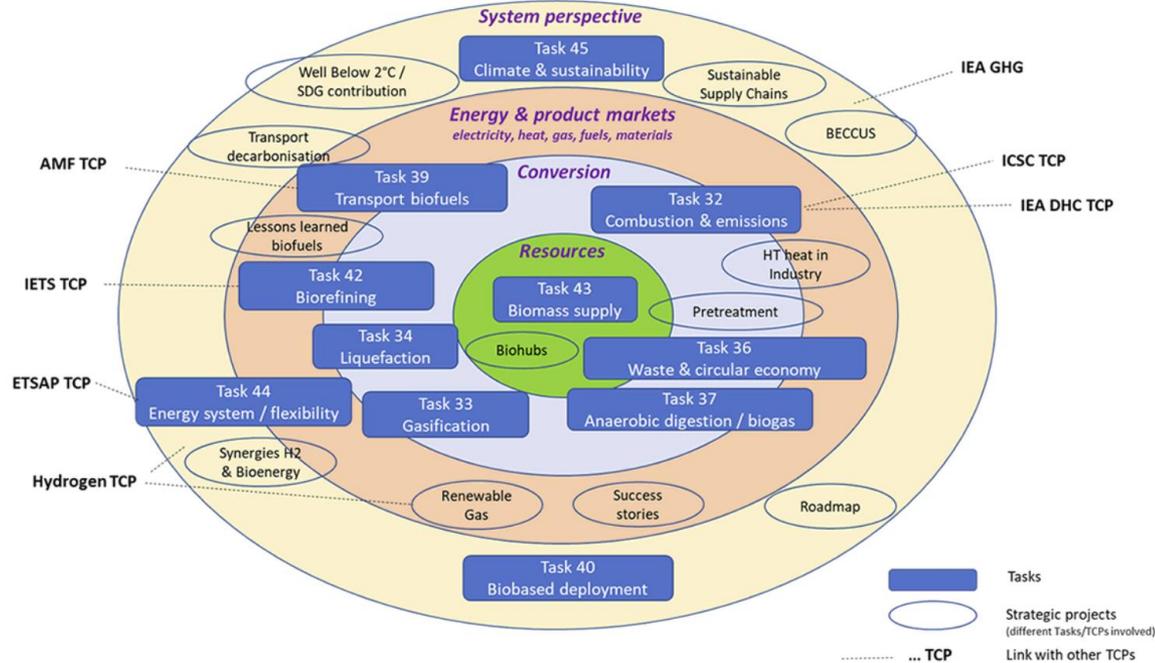


Fig. 1. Global lignocellulose production. The figure was created with data collected from previous studies (Abu Tayeh et al., 2020; Antar et al., 2021; EPE, 2020; Ma et al., 2020; Ndavisenga et al., 2021; Nurika, 2019; Sulaeman et al., 2021; Tripathi et al., 2019).

Mujtaba et al. 2023 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136815>

Activities: Tasks



Biomasa lignocelulósica: composición química

Biomasa lignocelulósica	Celulosa	Hemicelulosas	Lignina	Extractivos	Cenizas	Referencias
Maderas de latifoliadas						
Abedul	42,5 - 43,7	25-28	20,9 - 22,4	1,7 - 5,0	0,2- 0,8	(Helmerius et al., 2010; Borrega, Nieminen and Sixta, 2011)
Eucalipto	37,3 - 54,4	19,4 - 31,0	21,9 - 28,8	3,0 - 4,2	0,3 - 1,2	(Area et al., 2004; Parajó et al., 2004; Magaton et al., 2006; Reina, 2010; Area and Vallejos, 2012)
Álamo	40,3- 47,3	16,6 - 22,6	23,0	2,1 - 2,8	0,8 - 1,9	(Mussatto and Dragone, 2016) (Zhu and Pan, 2010)
Maderas de coníferas						
Pino	41,0 - 50,0	26,0 -32,0	26,9 - 30,8	1,8 - 4,9	0,3 - 0,4	(Zhu and Pan, 2010; Area and Vallejos, 2012)
Abeto	38,8 - 45,5	21,2 - 25,8	27,9 - 32,0	2,7 - 4,7	0,4	(Zhu and Pan, 2010; Mussatto and Dragone, 2016)

Cabrera 2021, Tesis Doctorado en Ingeniería Química

Residuos agrícolas/agroindustriales						
Rastrojo de maíz	30,6 - 43,1	19,1 - 25,3	16,7 - 21,3	4,6 - 11,9	11,0 - 11,5	(Mussatto and Dragone, 2016) (Zhu and Pan, 2010)
Cáscara de arroz	28,7 - 36,7	12,0 - 29,3	15,4 - 21,3	5,1 - 8,2	14,3 - 20,7	(Area and Vallejos, 2012; Mussatto and Dragone, 2016; Bariani et al., 2020)
Bagazo de caña de azúcar	31,9 - 47,3	22,9 - 35,8	14,1 - 30,6	2,7 - 14,1	0,8 - 8,8	(Area and Vallejos, 2012; Brienzo and Figueiredo, 2016; Chiarello et al., 2016)
Tallos de girasol	4,2,3	19,1	26,5	7,2	3,2	(Akpinar, Erdogan and Bostanci, 2009)
Granos de cebada usados	16,8 - 26,0	19,2 - 29,6	16,9 - 27,8			(Kabel et al., 2002; Mussatto and Dragone, 2016)
Paja de trigo	35,0 - 40,0	21,0 - 30,0	12,0 - 20,0	9,3 - 15,0	5,5 - 10,2	(Akpinar, Erdogan and Bostanci, 2009; Zhu and Pan, 2010; Mussatto and Dragone, 2016)

Cultivos energéticos						
Switchgrass	26,8 - 42,0	21,5 - 28,8	13,2 - 24,0	2,0 - 12,6	4,0 - 9,4	(Zhu and Pan, 2010; Mussatto and Dragone, 2016; Larnaudie, Ferrari and Lareo, 2019)
Miscanthus	35,0 - 40,0	16,0 - 20,0	20,0 - 25,0			(Mussatto and Dragone, 2016)

Otros residuos						
Lodo tratam. efluentes planta pulpa Celulosa	31,4	9,8	15,3			(Mussatto and Dragone, 2016)
Estiércol vacuno	1,6 - 4,7	1,4 - 3,3	2,7 - 5,7			(Mussatto and Dragone, 2016)

Biomasa-petróleo

La composición elemental de la biomasa, difiere sustancialmente de la del crudo:

Composición	Crudo	Aceites/Grasas	Lignocelulósicos
C (%)	85-90	76	50
H (%)	10-14	13	6
O (%)	0-1,5	11	43

Biomasa lignocelulósica: otras propiedades

- Densidad
- Densidad energética
- Hidrofílica
- Vulnerable a la biodegradación
- Dificultad a la molienda
- Dificultad para fluir





Biorrefinerías- definiciones y clasificaciones

Bioeconomía

El enfoque de la bioeconomía, es la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, incluidos los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación, para América Latina y el Caribe, es una gran alternativa para un crecimiento con desacople de emisiones, que contribuya a la diversificación productiva, especialmente en los sectores agrícola y agroindustrial. En especial el potencial de los recursos de la (agro) biodiversidad, la capacidad para producir biomasa para diversos usos, incluyendo alimentos, y la disponibilidad de desechos agrícolas y agroindustriales.

> LEER MENOS

<https://www.cepal.org/es/subtemas/bioeconomia#>



Bioeconomía – motivaciones políticas

En un principio (2015) variaba según la dotación de recursos, la especialización y la trayectoria de desarrollo económico de un país.

- Los países importadores de petróleo con grandes recursos de biomasa a menudo lucharon por lograr una mayor independencia energética y trataron de aumentar el valor agregado de sus recursos biológicos.
- Los países industrializados con una proporción significativa de población rural y empleos en la industria primaria también consideraron el desarrollo de la bioeconomía como un medio para fomentar el desarrollo rural y la inclusión social.
- Los países industrializados con menos recursos biológicos y una proporción menor de empleos en la industria primaria se centraron más en las oportunidades que se obtendrían de la industrialización de la biología y en la creación de valor agregado a partir de las biociencias.

https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS-2020_Global-Bioeconomy-Policy-Report_IV_web.pdf

Bioeconomía – motivaciones hoy

- La bioeconomía se reconoce como una estrategia para afrontar el cambio climático, en particular para pasar a una economía baja en carbono y reducir los GEI, promover la descarbonización de los procesos de producción y consumo, contribuir al Acuerdo de París o gestionar mejor el ciclo del carbono.
- La relación entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la bioeconomía se ha solidificado desde su adopción de la Agenda 2030. Casi todas las estrategias destacan la contribución de la bioeconomía a los ODS.

https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS-2020_Global-Bioeconomy-Policy-Report_IV_web.pdf

LA RED LATINOAMERICANA DE BIOECONOMÍA DIO A CONOCER LOS PRINCIPIOS RECTORES, HERRAMIENTA CLAVE PARA ORIENTAR POLÍTICAS E INVERSIONES QUE FAVOREZCAN EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA REGIÓN



Los principios rectores acordados son de gran utilidad para atraer la cooperación hacia América Latina y el Caribe y posicionar esta región entre los principales espacios de la bioeconomía mundial.

Se trata de un paso adelante clave para la Red, lanzada en julio de 2023 en Buenos Aires, que está integrada por los principales actores nacionales y regionales y es un espacio de discusión, coordinación y construcción de la bioeconomía. Esta constituye una enorme oportunidad para que la región lleve adelante un modelo de desarrollo basado en el aprovechamiento sostenible de sus recursos naturales.

Con la elaboración de sus principios rectores, la Red Latinoamericana se pone al nivel de los más importantes espacios internacionales, como el Consejo Internacional Asesor de la Bioeconomía Global y el G20, que avanzaron en la construcción de lineamientos para la bioeconomía. La decisión responde al consenso sobre la necesidad de que los gobiernos, la academia, el sector privado y los organismos de cooperación cuenten con guías para direccionar sus estrategias, políticas e inversiones para la bioeconomía en la región.

Los principios rectores acordados son de gran utilidad para atraer la cooperación hacia América Latina y el Caribe y posicionar esta región entre los principales espacios de la bioeconomía mundial. Giran alrededor de siete grandes pilares:

-La definición: en la región no hay una única definición de bioeconomía, pero los abordajes tienen al menos cinco elementos en común: conservación y valoración de la biodiversidad y la biomasa; incorporación de la ciencia, tecnología e innovación, incluidos conocimientos ancestrales; agregación de valor y circularidad; promoción de sustentabilidad ambiental e inclusión social en los territorios rurales.

-La razón de ser: los países y territorios de la región deben fomentar la bioeconomía debido a sus impactos demostrados en materia económica, ambiental y social y su promoción del abordaje de Una Sola Salud, que reconoce el vínculo entre la salud de las personas, de los animales y de los ecosistemas.

-Las exigencias: Los países y territorios de América Latina y el Caribe exigen que sus bioeconomías promuevan la sostenibilidad, fomenten la seguridad alimentaria y nutricional de sus habitantes, respeten los valores locales y diversidades culturales, y promuevan la sostenibilidad de la biodiversidad y la distribución equitativa de sus beneficios, entre otros puntos.

-La gobernanza: Los procesos de construcción, implementación y gestión de las bioeconomías deben incorporar a todos los actores considerando tanto las diversidades culturales como las visiones y necesidades de las minorías y poblaciones vulnerables.

-Las bases: América Latina y el Caribe debe construir sus bioeconomías a partir de sus ventajas comparativas, como su disponibilidad y potencial de recursos biológicos, sus capacidades técnicas, sus desarrollos científicos-tecnológicos y sus conocimientos locales.

Las responsabilidades: La construcción de bioeconomías es una tarea conjunta de Estados, sector privado, academia, organismos de cooperación internacional y también consumidores. Cada actor tiene en sus manos tareas y responsabilidades para la promoción de bioeconomías competitivas, sostenibles e inclusivas.

-La ciencia, tecnología y conocimiento: Estas deben promover el aprovechamiento sostenible de los recursos, procesos y principios biológicos de la región y convertirse en plataformas para la construcción de las bioeconomías de la región.

National Bioeconomy Strategy



THE FINNISH BIOECONOMY STRATEGY

- 1. PREMISES FOR THE UPDATE ›
- 2. VISION AND STRATEGIC OBJECTIVES ›
- 3. MEASURES ›
- 4. MONITORING ›
- 5. APPENDICES ›

REFERENCES ›

Interfaces with other strategies ›

The Finnish Bioeconomy Strategy



The Finnish Bioeconomy Strategy

Japan Bioeconomy Strategy

Related

Webinar 148: The Japanese Model for a Bioeconomy

05-11-19 | 10:30 - 11:30 AM CETHou
will Japan use...



VISIÓN

A través de la bioeconomía, el país consolida y diversifica su matriz productiva apostando a un modelo económico basado en el uso sostenible, eficiente e innovador de sus recursos biológicos y recursos naturales, fortaleciendo su inserción internacional.

¿Qué es la Bioeconomía Sostenible?

Economía basada en la producción de bienes y servicios a partir del uso directo, la transformación sostenible y la conservación de los recursos biológicos.

Aprovechando el conocimiento sobre los procesos y principios biológicos, la ciencia y la tecnología



Economía circular- definición Parlamento Europeo

- La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende.
- En la práctica, implica reducir los residuos al mínimo. Cuando un producto llega al final de su vida, sus materiales se mantienen dentro de la economía siempre que sea posible gracias al reciclaje. Estos pueden ser productivamente utilizados una y otra vez, creando así un valor adicional.

Contrasta con el modelo económico lineal tradicional, basado principalmente en el concepto “usar y tirar”, que requiere de grandes cantidades de materiales y energía baratos y de fácil acceso.

<https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>

El modelo de economía circular:
menos materias primas, menos residuos, menos emisiones



Fuente: Servicio de Investigación del Parlamento Europeo



<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/presentacion-economia-circular/vision-general>

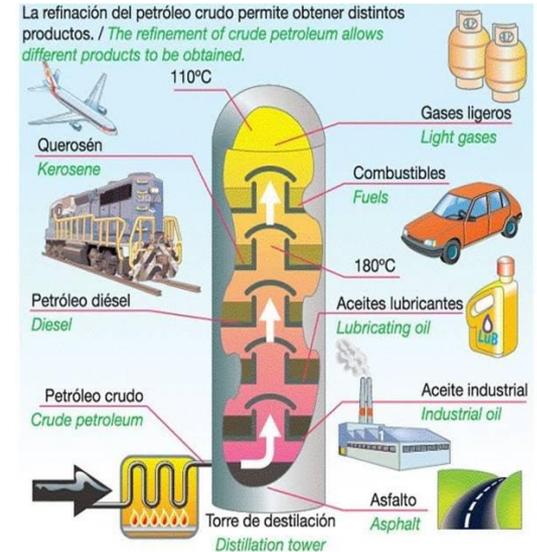
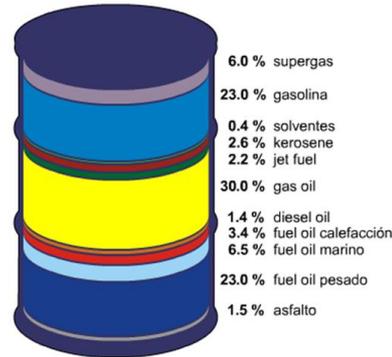
https://www.europarl.europa.eu/resources/library/images/20230927PHT05953/20230927PHT05953_original.png

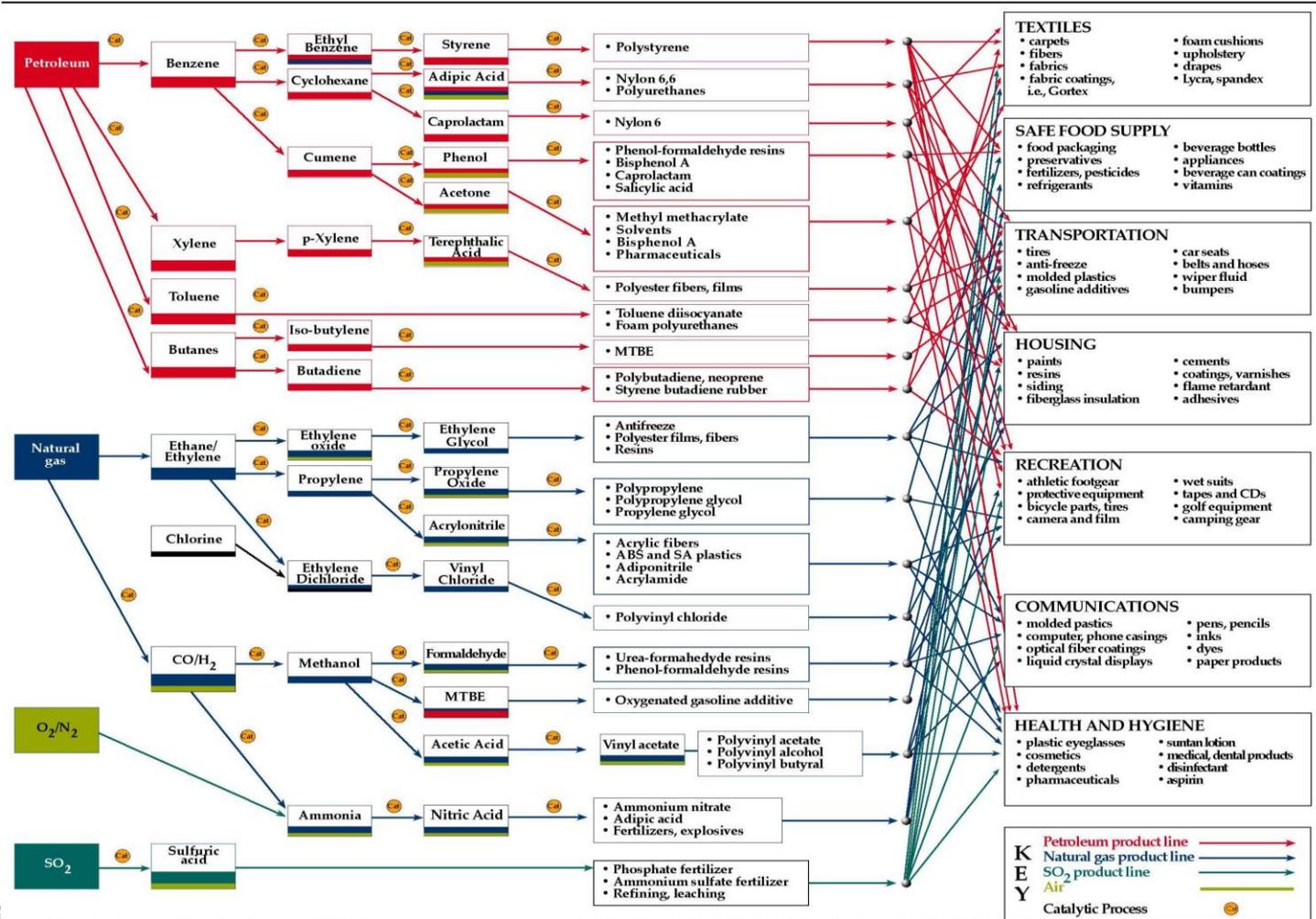
Biorrefinerías

- El concepto se define por analogía con las refinerías de petróleo donde a partir de una única son obtenidos múltiples combustibles, otras fuentes de energía, y una gran variedad de productos.



Esquema de un Barril de Petróleo





Refinerías de petróleo

P Petroleum product line
K Natural gas product line
E SO₂ product line
Y Air
 Catalytic Process

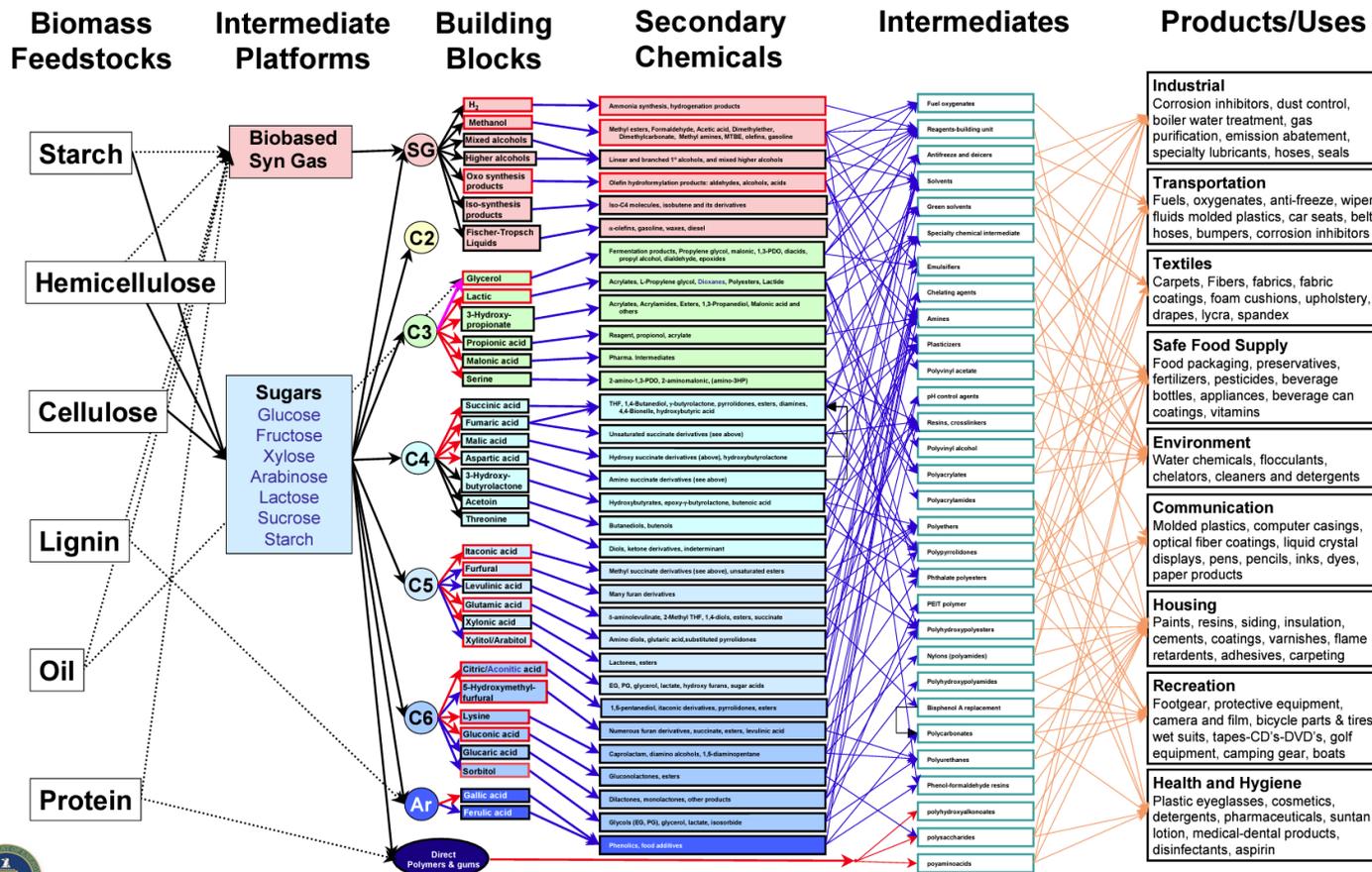


Figure 3 – Analogous Model of a Biobased Product Flow-chart for Biomass Feedstocks

Biorrefinerías

- El término “biorrefinería” apareció en la década de 1990.

Motivaciones:

- Mayor conciencia en la industria de la necesidad de utilizar los recursos de biomasa de una manera más racional, tanto económica como ambientalmente.
- Aspectos ambientales impulsado tanto por políticas como por los consumidores.
- Interés creciente en convertir más biomasa lignocelulósica de baja calidad en productos valiosos.
- Procuró producción de amiláceas para aplicaciones energéticas.
- Necesidad de desarrollar más productos de alto valor y diversificar la combinación de productos para hacer frente a la competencia global y, en algunos casos, utilizar un exceso de biomasa (especialmente en la industria de pulpa y el papel).

Biorrefinerías- Definición acuerdo a TASK 42 (Biorefinery) de la IEA

IEA Bioenergy Task 42 Biorefinery

“En una biorrefinería ocurre el procesamiento sostenible de biomasa en un espectro de productos comercializables (alimentos, piensos, materiales, productos químicos) y energía (combustibles, electricidad, calor)”.

- Puede ser un concepto, una instalación, un proceso, una planta o incluso un grupo de instalaciones (cluster).



Biorrefinerías – Definición acuerdo a National Renewable Energy Laboratory (USA)

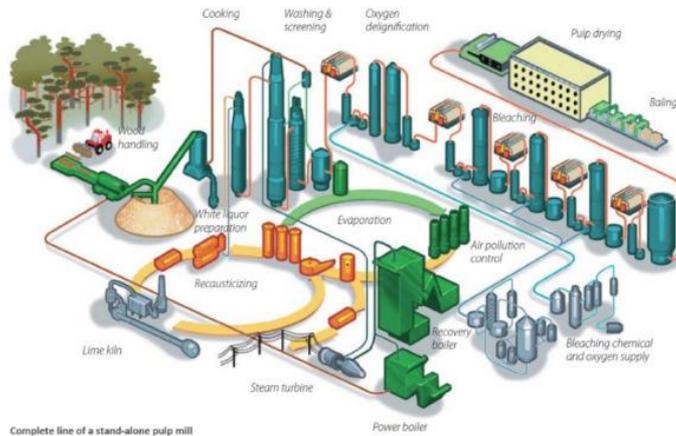
“es una instalación que integra procesos y equipos de conversión de biomasa para producir combustibles, energía y productos químicos a partir de materias primas agrícolas, forestales y de residuos.

Al producir múltiples productos, una biorrefinería puede aprovechar la disponibilidad de diferentes flujos de biomasa y productos intermedios y maximizar el valor derivado de la materia prima.”

Biorrefinerías – clasificación

Por orientación principal

- Orientadas a producto (ej. Pulpa y papel)
- Orientadas a energía (plantas de biocombustibles)



Biorrefinerías – clasificación

Por “generación”

- Se pueden clasificar las biorrefinerías de primera (también llamadas biorrefinerías convencionales), segunda o tercera generación.
- Las biorrefinerías de primera generación se basan en la utilización directa de formas clásicas de biomasa agrícola, pero que también tienen usos como alimentos o para alimentación animal. Este tipo de biorrefinería existe en muchos países, incluido Uruguay

Materia prima	Tipo de proceso	Producto	Sub-productos
Azúcares (caña de azúcar, remolacha azucarera, maíz, sorgo dulce, etc.)	Fermentación	Bioetanol (1G)	Otros
Aceites vegetales (colza, girasol, soja, etc.)	Transesterificación	Biodiesel (1G)	Glicerol
Madera	Químico	Pulpa y/o papel	Licor negro, tall oil, trementina, energía

Biorrefinerías – clasificación

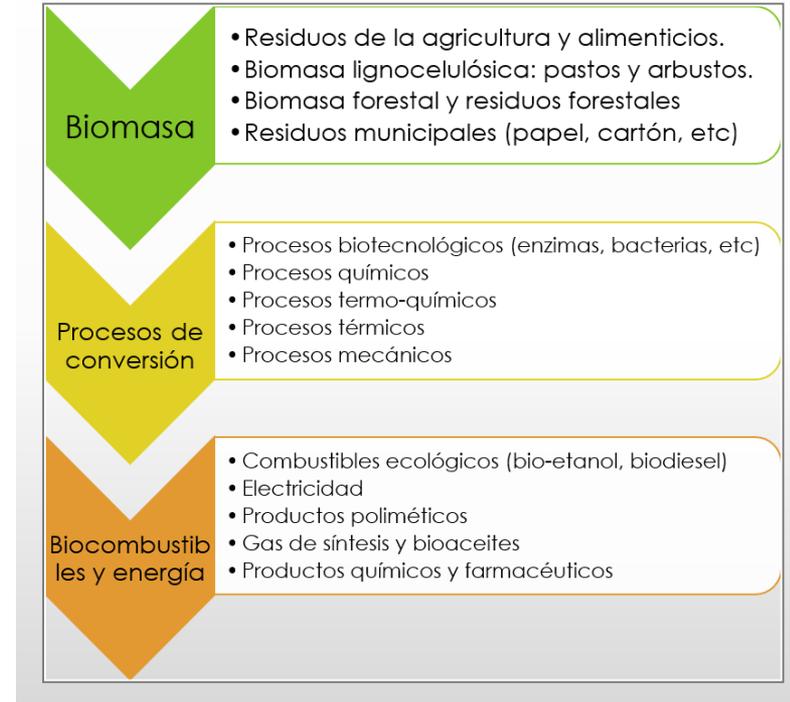
- Las biorrefinerías de **segunda generación** utilizan **biomasas lignocelulósicas** (maderas, pastos, residuos agrícolas) como materias primas. Este tipo de biomasa está más disponible y distribuida globalmente que las de primera generación, y no compite con la producción de alimentos.
- El **pretratamiento** de la biomasa lignocelulósica es más complejo que la biomasa de primera generación. Existen múltiples opciones para el pretratamiento de la biomasa, todos con ventajas y desventajas y aún no hay una tecnología dominante para realizar el proceso.



Biorrefinería de etanol celulósico Bioflex 1 de GranBio en Alagoas (extraída de la página web de GranBio)

Biorrefinerías – clasificación

- Las biorrefinerías de tercera generación son biorrefinerías más avanzadas, de las cuales existen pocos ejemplos a escala comercial.
- Pueden utilizar biomasa agrícola, forestal o residuos urbanos, para producir múltiples productos en procesos diversos.
- La diferencia con las de segunda generación está dada por el pool de productos obtenidos.



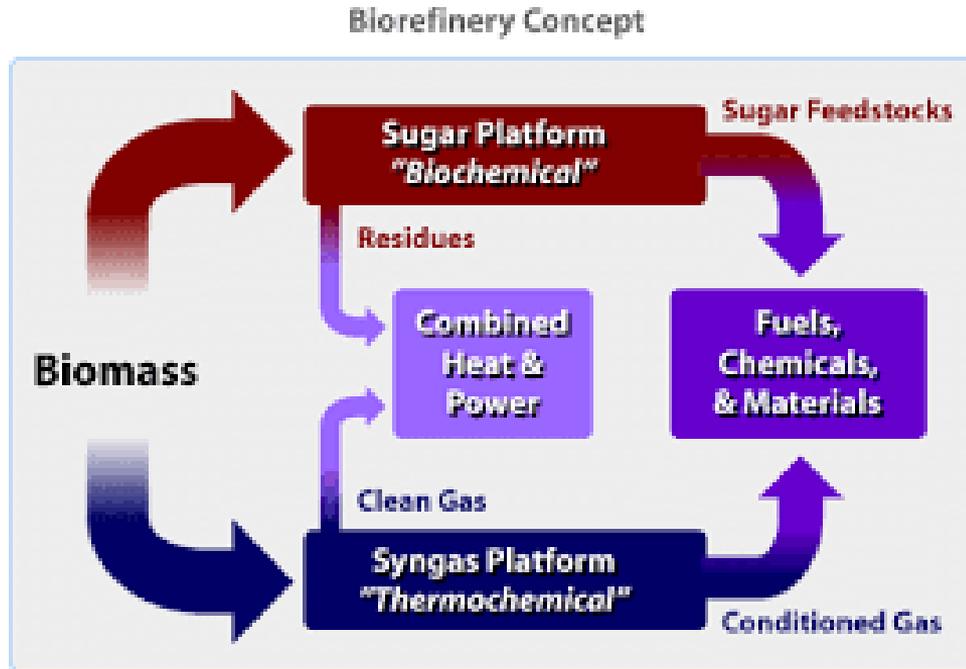
Biorrefinerías – clasificación

Por tipo de biomasa a procesar

- Biorrefinería de cultivos enteros (toda la planta cosechada con fines alimentarios y no alimentarios, ejemplo: maíz, trigo)
- Biorrefinería verde (p. ej., Pastos y otras biomásas verdes como materia prima)
- Biorrefinerías oleoquímicas (aceites, grasas)
- Biorrefinería lignocelulósica (madera, hierba y paja, no alimentarios).
- Biorrefinerías marinas (plantas acuáticas, macroalgas, microalgas)

Biorrefinerías – clasificación

Por plataforma



Biorrefinerías – clasificación

Por plataforma

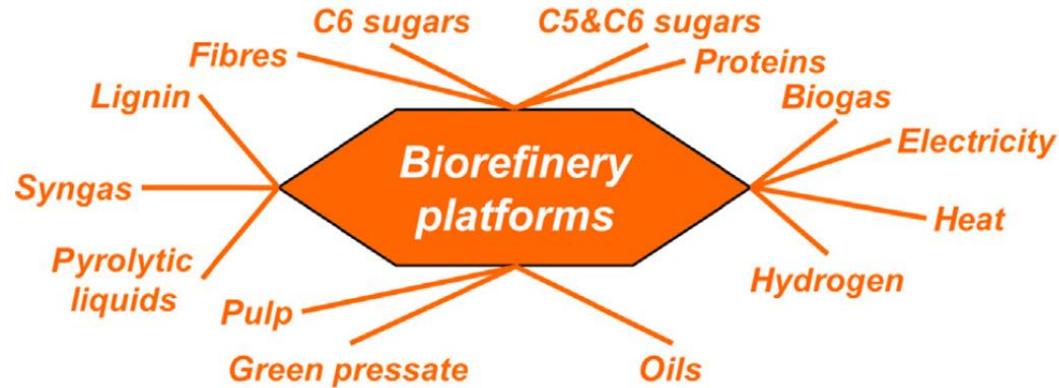


Figure 5.3 Examples for possible platforms in a biorefinery system.

IEA-Esquema de clasificación

Con la combinación de estas características, diferentes configuraciones de biorrefinería se pueden describir y nombrar en una de manera consistente

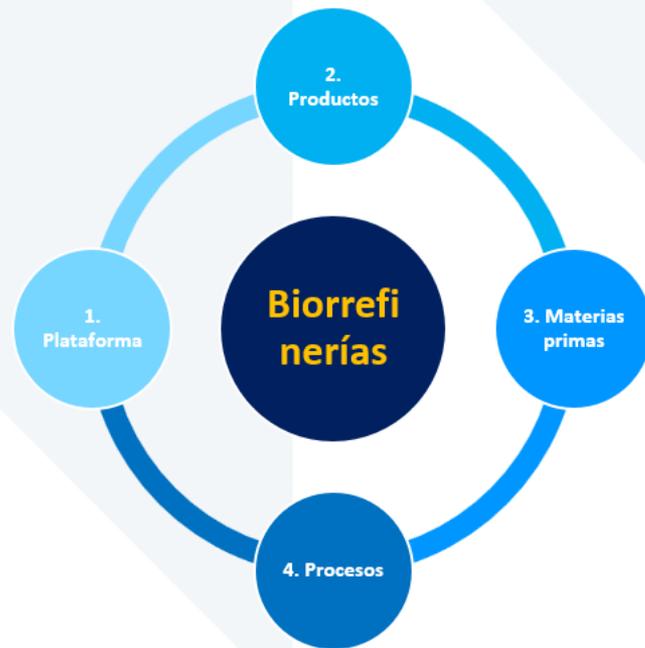


Figura 13. Esquema de clasificación de biorrefinerías según IEA Bionergy (Tomado de (IEA Bionergy, 2014))

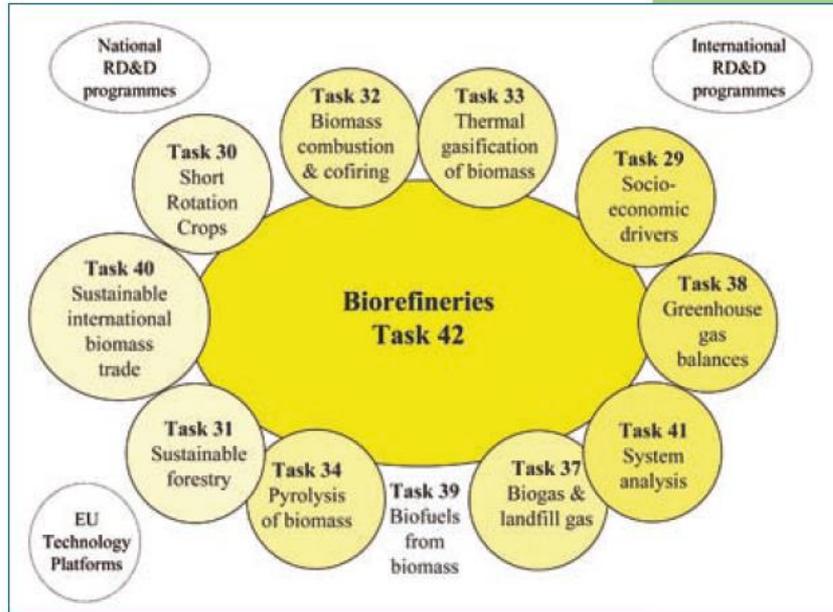


Figure 1: Role and position of Task 42 among other related Tasks of IEA Bioenergy.