

# BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Estado del arte de la Bioeconomía y las características de las empresas partícipes de esta.

Nicolas Cuartas Prada y Fabian Santiago Muñoz Velásquez

Trabajo de Grado para Optar por el Título de Ingenieros Industriales

Director

José Luis Garcés Bautista

Magíster en Gerencia de Negocios

Codirector

Aura Cecilia Pedraza Avella

Doctora en Ciencias Económicas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2024

**Tabla de contenido**

Introducción .....	11
1. Objetivos .....	14
1.1 Objetivo General. ....	14
1.2 Objetivos Específicos .....	14
2. Revisión de literatura Bioeconomía.....	14
2.1. Análisis bibliométrico.....	14
2.1.1 Criterios de inclusión en la bibliometría.....	15
2.1.2 Criterios de exclusión en la bibliometría .....	15
2.1.3 Términos de búsqueda y proceso de búsqueda .....	15
2.1.4 Métricas relacionadas a las publicaciones .....	20
2.2 Cartografía científica .....	31
2.3 Análisis de palabras clave.....	34
3. Análisis de literatura .....	40
3.1 Biorrefinería.....	48
3.2 Barreras de la bioeconomía.....	51
3.3 Empresas en la bioeconomía.....	62
3.4 Empresas bioeconómicas de mayor impacto .....	78
4. Conclusiones .....	83

**BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO**

5. Recomendaciones .....	85
Referencias Bibliográficas .....	87

### Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Términos de búsqueda .....	16
<b>Tabla 2</b> Ecuación de búsqueda.....	16
<b>Tabla 3</b> Número de publicaciones por fuente .....	22
<b>Tabla 4</b> Publicaciones con mayor impacto .....	23
<b>Tabla 5</b> Revistas con mayor número de citasiones .....	26
<b>Tabla 6</b> Métricas para análisis de desempeño .....	27
<b>Tabla 7</b> Tesauro nombre de autores .....	32
<b>Tabla 8</b> Tesauro palabras clave .....	35
<b>Tabla 9</b> Clústeres palabras clave .....	37
<b>Tabla 10</b> Clústeres de títulos y abstract .....	39
<b>Tabla 11</b> Cambio climático .....	52
<b>Tabla 12</b> Producción .....	53
<b>Tabla 13</b> Desarrollo organizacional y de mercado.....	54
<b>Tabla 14</b> Gestión de desperdicios .....	56
<b>Tabla 15</b> Gestión sostenible de recursos naturales.....	57
<b>Tabla 16</b> I+D y Redes .....	58
<b>Tabla 17</b> Políticas, estrategias y legislación.....	59
<b>Tabla 18</b> Infraestructura y tecnología .....	61
<b>Tabla 19</b> Características de empresas bioeconómicas .....	62
<b>Tabla 20</b> Principales empresas de la Alianza Vasca .....	65
<b>Tabla 21</b> Valor actual neto de la transformación y comercialización de la pomasa .....	70

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

<b>Tabla 22</b> Proyección del Valor actual neto con un aprovechamiento del 50% de la pomasa .....	70
<b>Tabla 23</b> Empresas más importantes de cada sector .....	74
<b>Tabla 24</b> Matriz de oportunidades y restricciones por sector de la bioeconomía .....	77
<b>Tabla 25</b> Empresas de mayor impacto a nivel global .....	78
<b>Tabla 26</b> Actividad económica empresas globales .....	79
<b>Tabla 27</b> Empresas bioeconómicas de mayor impacto a nivel nacional.....	80
<b>Tabla 28</b> Actividad económica empresas nacionales.....	81

**Lista de figuras**

<b>Figura 1</b> Diagrama PRISMA para selección de la información .....	19
<b>Figura 2</b> Número de publicaciones seleccionadas .....	20
<b>Figura 3</b> Publicaciones anuales.....	21
<b>Figura 4</b> Número de citas por año de publicaciones .....	25
<b>Figura 5</b> Número de publicaciones por país .....	30
<b>Figura 6</b> Coocurrencia autores.....	33
<b>Figura 7</b> Autores más influyentes .....	34
<b>Figura 8</b> Coocurrencia de palabras clave.....	36
<b>Figura 9</b> Coocurrencia de títulos y abstract .....	38
<b>Figura 10</b> Evolución temática de títulos y abstract.....	40
<b>Figura 11</b> Políticas para la bioeconomía alrededor del mundo.....	46
<b>Figura 12</b> Bioeconomía 2030.....	47
<b>Figura 13</b> Esquema relacional “empresa sustentable” .....	72
<b>Figura 14</b> Empresas bioeconómicas según sector.....	74

**Lista de Apéndices**

Apéndice A. Artículo de carácter publicable

**Resumen**

**Título:** Estado del arte de la Bioeconomía y las características de las empresas partícipes de esta.\*

**Autor:** Nicolas Cuartas Prada y Fabian Santiago Muñoz Velásquez\*\*

**Palabras clave:** Bioeconomía, Biomasa, Desarrollo Sostenible

**Descripción:** Mediante una revisión de literatura en fuentes científicas y no especializadas, se profundizó sobre el concepto de bioeconomía y cuáles son los mecanismos que se emplean para ayudar en su desarrollo, aportando claridad de este concepto a los modelos de negocio, se definieron las características de las empresas que hacen parte de ella y así generar una mejor óptica desde la ingeniería Industrial a empresas que quieren desempeñarse en la bioeconomía y a compañías que deseen migrar a este modelo económico. Para esto se consultó en fuentes tales como las bases de datos Scopus y Web of Science, así como en Google Scholar, páginas propias de los ministerios de diferentes gobiernos, entre otros. Los análisis bibliométricos se hacen con la ayuda de softwares como VOSviewer y R-studio, que ayudan a comparar artículos, autores, países en que se publican este tipo de documentos y otros ítems propios de la investigación. Posteriormente, se realiza un análisis de contenido encontrando algunas discrepancias y similitudes entre autores, aun así, se define la bioeconomía como la suma entre lo biológico y lo económico, donde la importancia resulta en la creación y el procesamiento de la biomasa. Se logra identificar que los sectores más importantes de la bioeconomía son la agricultura y la silvicultura,

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: José Luis Garcés Bautista. MBA. Codirectora: Aura Cecilia Pedraza Avella. PhD.

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

llegando a tener comúnmente a medianas y grandes empresas que para volverse sostenibles han cambiado sus materias primas por unas de base biológica.

**Abstract**

**Title:** State of the art of the Bioeconomy and characteristics of the companies involved in it.\*

**Author:** Nicolas Cuartas Prada y Fabian Santiago Muñoz Velásquez.\*\*

**Key words:** Biomass, Bioeconomy, Sustainable Development.

**Description:** Through a literature review in scientific and non-specialized sources, the concept of bioeconomy and the mechanisms used to help in its development were deepened, providing clarity of this concept to the business models, the characteristics of the companies that are part of it were defined and thus generate a better view from the Industrial Engineering to companies that want to perform in the bioeconomy and companies wishing to migrate to this economic model. For this purpose, sources such as the Scopus and Web of Science databases were consulted, as well as Google Scholar, the own pages of the ministries of different governments, among others. The bibliometric analyses are carried out with the help of software such as VOSviewer and R-studio, which help to compare articles, authors, countries in which these types of documents are published and other items specific to the research. Subsequently, a content analysis is carried out, finding some discrepancies and similarities between authors, even so, bioeconomy is defined as the sum between the biological and the economic, where the importance results in the creation and processing of biomass. It is possible to identify that the most important sectors of the bioeconomy are agriculture and forestry, commonly having medium and large companies that, in order to become sustainable, have changed their feedstock for bio-based ones.

---

\* Bachelor Thesis

\*\*Faculty of Physic Mechanics. School of Industrial and Business Studies. Director: José Luis Garcés Bautista. MBA. Codirector: Aura Cecilia Pedraza Avella. PhD.

### **Introducción**

Actualmente se depende en un ochenta por ciento de los combustibles fósiles; debido a esto, se genera gran preocupación e incertidumbre hacia las generaciones futuras, por sus impactos ambientales asociados y los efectos en el cambio climático. Es preocupante no solo por la dependencia, sino también porque estos recursos se están agotando y se pronostica que para el 2030 alcanzarán su demanda máxima (Fernández y Jusmet, 2010). Europa, ha sido pionera en desarrollar modelos de negocio que no dependan de combustibles fósiles, sino que por el contrario su industria migre a una economía sostenible, donde no solo dejen de estar sujetos a estos recursos no renovables, sino que también innoven para garantizar un mejor futuro (McCormick, 2013). Para que la dependencia de los combustibles fósiles decrezca y su impacto medioambiental se contrarreste, se ha propuesto un sector económico sostenible, la bioeconomía, definido por la Comisión Europea como la producción y conservación de productos biológicos renovables de la agricultura, la silvicultura y la acuicultura en productos farmacéuticos, alimentarios, piensos, materiales de base biológica o bioenergía.

En la bioeconomía son protagonistas la biodiversidad y el sector agrícola, sin embargo, los objetivos que se generan representan diversos retos, ya que debe apuntar hacia un equilibrio armónico con los procesos naturales, donde se replacen los sistemas productivos actuales por unos más sostenibles para futuras generaciones, y así garantizar los alimentos de forma natural y a su vez fortalecer la seguridad alimentaria en el tiempo (Miño, 2020). De esta manera, la industria debe trabajar mancomunadamente con esta tendencia y migrar sus modelos de negocio para volverse competitivos y suplir las necesidades de los clientes basados en la protección y conservación del medio ambiente. Gracias a este valor estratégico se requieren políticas que

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

incentiven las interrelaciones entre instituciones científico-tecnológicas, industrias, sector empresarial, emprendedores, mercado, clientes, competidores, proveedores, recursos financieros, entre otros (Hernández, 2017).

La aplicación de la bioeconomía tiene inmersa la cultura del comportamiento actual de la industria, selección asistida de marcadores en cultivos y ganadería, plantas y semillas genéticamente modificadas, mejoramiento de la reproducción animal a través de técnicas moleculares, enzimas modificadas, microorganismos y levadura, entre otros. Conceptos claves en la bioeconomía como las bio-refinerías y bio-productos, dan hincapié para que países latinoamericanos tengan proyección para transformarse en unos de los polos mundiales de producción de biodiesel, dadas sus condiciones geográficas y demográficas. Por otra parte, los ecosistemas de servicios resultan cruciales ya que incluyen los procesos por el cual los recursos son utilizados para producirse ambientalmente por los humanos tales como limpiar aire, materiales y alimentos (Sánchez, 2021).

En este documento principalmente se pretende realizar una revisión de literatura enfocada a definir la bioeconomía de una forma más aplicable a modelos de negocios, estudiando las características de las empresas que hacen parte de la misma, analizando cuáles son las prácticas que están llevando a cabo estas compañías y estudiarlas desde una óptica de ingeniería industrial, encontrando discrepancias y acuerdos entre autores, así como publicaciones y divulgaciones de este tema en otros países que se preocupan por la sostenibilidad ambiental.

Resulta muy importante el estudio de este concepto, pues al tener una mayor claridad en su significado, es posible concientizar a la industria sobre la importancia de conservar el medio

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

ambiente con buenas prácticas de manufactura, y hacerlo más sostenible para las generaciones futuras.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General.**

Realizar una revisión sistemática de la literatura focalizada en la definición de la bioeconomía y las características que comparten las empresas cuyo enfoque y modelo de negocio hacen parte de este campo.

### **1.2 Objetivos Específicos**

1. Realizar un protocolo de revisión de la literatura sobre el concepto de bioeconomía y cómo esta ha sido empleada e impulsada por empresas en diferentes sectores
2. Identificar la literatura científica y gris de bases de datos especializadas, sintetizar y seleccionar la información que pueda contextualizar la definición de bioeconomía.
3. Analizar rasgos comunes de empresas cuyo modelo de negocio se encuentra dentro del campo de la bioeconomía.
4. Elaborar un artículo con posibilidad de publicación que sintetice los resultados obtenidos en la investigación.

## **2. Revisión de literatura Bioeconomía**

### **2.1. Análisis bibliométrico**

Durante la realización del primer barrido de búsqueda con la ecuación de búsqueda: ("bioeconom\*") AND ("circular econom\*" OR "sustainable development" OR "econom\*" OR "circular bioeconom\*") AND ("biomass\*" OR "renewable resource\*") en las bases de datos se obtuvieron hasta el año 2022 para Scopus 17,110 divulgaciones y 1,308 en Web of Science relacionadas con la temática de la bioeconomía.

### ***2.1.1 Criterios de inclusión en la bibliometría***

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión para la realización del presente análisis:

- Se seleccionaron las bases de datos Scopus y Web of Science como las fuentes especializadas para la búsqueda y análisis bibliométrico.
- Los idiomas de las divulgaciones seleccionadas son inglés y español.

### ***2.1.2 Criterios de exclusión en la bibliometría***

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de exclusión para la realización del presente análisis:

- El estudio estuvo acotado a las áreas de conocimiento relacionadas con economía, negocios, finanzas y ciencias ambientales por lo que áreas que no fuesen afines a estas fueron excluidas.
- Se seleccionaron las publicaciones conformadas desde 2018 a 2022.
- Se limitó el tipo de documento a artículos y reseñas, por lo que tipos de documento diferentes fueron excluidos.

### ***2.1.3 Términos de búsqueda y proceso de búsqueda***

A partir de un análisis preliminar de literatura, se tuvieron en cuenta las palabras claves para determinar los términos ideales para la formulación de la ecuación de búsqueda, tal como se observa en la Tabla 1.

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

**Tabla 1***Términos de búsqueda*

<b>Término de búsqueda</b>	<b>Términos de búsqueda afines o complementarios</b>
Bioeconomy	“bioeconomy” OR “bioeconomía” OR “bioeconomic” OR “bioeconomics”
Circular Bioeconomy	“circular econom*” OR "economía circular" OR "sustainable development" OR "econom*" OR "circular bioeconom*" OR "bioeconomía circular"
Biomass	"biomass" OR "biomasa" OR "renewable resource*" OR "recursos renovables"

*Nota.* Términos de búsqueda empleados en la construcción de la ecuación de búsqueda.

Elaboración propia a partir de las palabras clave extraídas del análisis preliminar de literatura.

Al escribir los términos de búsqueda como “bieconom\*” se obtienen todos los términos de búsqueda afines o complementarios deseados sin necesidad de escribirlos uno por uno, De esta manera, la ecuación de búsqueda utilizada en cada una de las bases de datos se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2***Ecuación de búsqueda*

Web of Science	( "bioeconom*" ) (Topic) and ( "circular econom*" OR "economía circular" OR "sustainable development" OR "econom*" OR "circular
----------------	--

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Scopus

bioeconom\*" OR "bioeconomía circular" ) (Topic) and ( "biomass" OR "biomasa" OR "renewable resource\*" OR "recursos renovables" ) (Topic) and 2022 or 2021 or 2020 or 2019 or 2018 (Publication Years) and Early Access or Editorial Material or Proceeding Paper or Book Chapters (Exclude – Document Types) and English or Spanish (Languages) and Business Economics or Social Sciences Other Topics or Environmental Sciences Ecology (Research Areas)

TITLE-ABS-KEY ( ( "bioeconom\*" ) AND ( "circular bioeconom\*" OR "bioeconomía circular" OR "circular econom\*" OR "economía circular" OR "sustainable development" OR "econom\*" ) AND ( "biomass" OR "biomasa" OR "renewable resource\*" OR "recursos renovables" ) ) AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023 AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) OR LIMIT-TO ( LANGUAGE , "Spanish" ) ) AND ( EXCLUDE ( DOCTYPE , "ch" ) OR EXCLUDE ( DOCTYPE , "ed" ) OR EXCLUDE ( DOCTYPE , "bk" ) OR EXCLUDE ( DOCTYPE , "cp" ) OR EXCLUDE ( DOCTYPE , "no" ) OR EXCLUDE ( DOCTYPE , "sh" ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENVI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "BUSI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "SOCI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ECON" ) )

*Nota.* La siguiente tabla permite visualizar la ecuación de búsqueda que se empleó para buscar la información en Scopus y Web of Science. Elaboración propia

En Web of Science, se encontraron 994 publicaciones dentro del periodo 2018 a 2022, de las cuales solo se excluyó una publicación por no estar escrita en idioma inglés o español. De igual

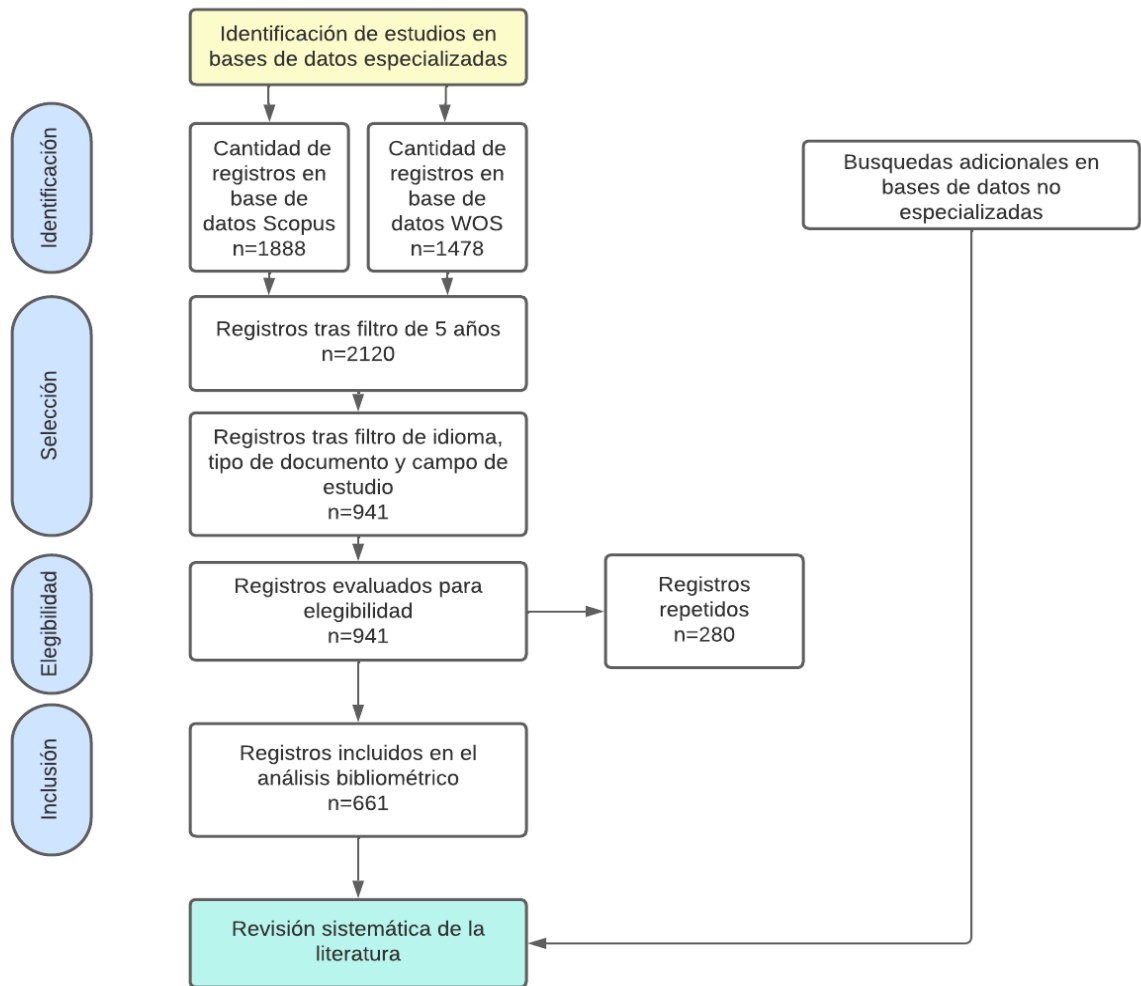
## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

forma, se excluyeron 26 divulgaciones que no pertenecían al tipo de documento artículo o reseña y otras 566 por no hacer parte de los campos de investigación de economía empresarial, ciencias sociales o ciencias ambientales.

En cuanto a Scopus, se encontraron 1126 publicaciones dentro del periodo 2018 a 2022, de las cuales se excluyeron 12 publicaciones por no estar escritas en idioma inglés o español. A su vez, se excluyeron 205 divulgaciones por no ser del tipo de documento artículo o reseña y otras 373 divulgaciones al no hacer parte de las áreas de estudio de las ciencias sociales, ciencias ambientales, economía, econométricas y finanzas y negocios, administración y contabilidad.

Se tiene entonces como resultado 401 documentos seleccionados de la base de datos Web of Science y 540 de Scopus, de los cuales 280 divulgaciones se encontraban en ambas bases, dando como resultado 661 documentos a incluir en la revisión. De igual forma, para lograr mayor profundización teórica y del contexto actual de la temática se busca apoyo de fuentes de información no especializadas como Google Scholar para complementar el desarrollo de la revisión sistemática de la literatura, incluyendo 80 documentos adicionales a ser revisados.

El resumen de la selección de la literatura se presenta en la Figura 1.

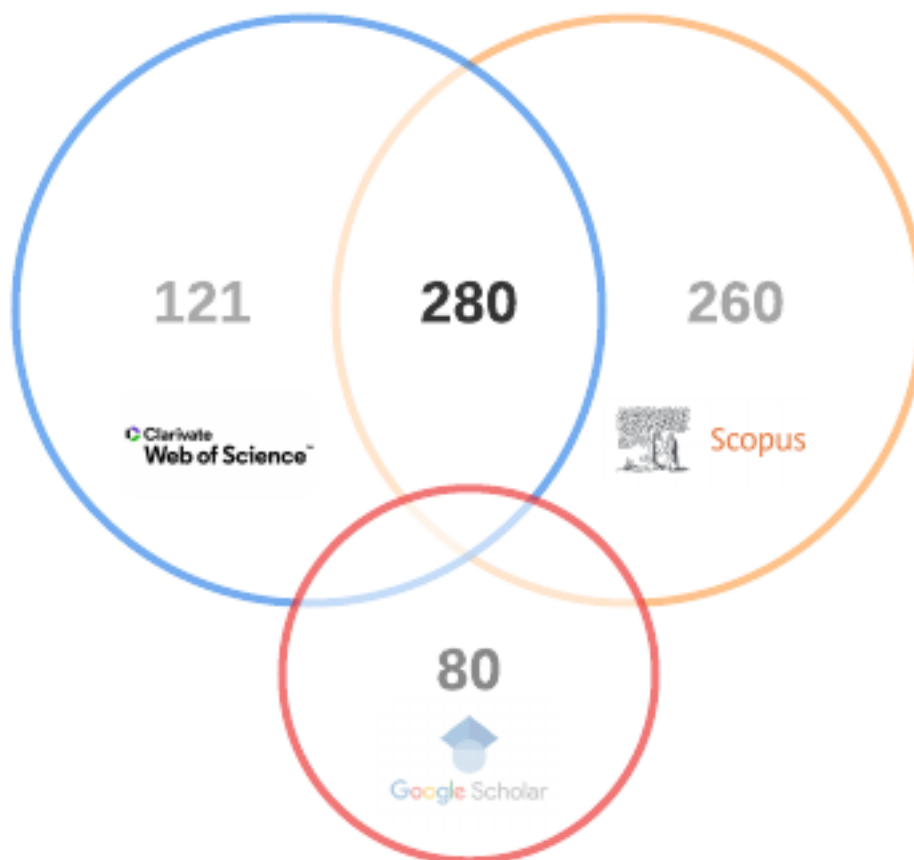
**Figura 1***Diagrama PRISMA para selección de la información*

*Nota.* Diagrama de flujo prisma. Elaboración propia

En la Figura 2 se puede observar el número de divulgaciones únicas y en común seleccionadas dentro las bases de datos elegidas para el estudio bibliométrico, validando de esta forma la elección de estas fuentes de información al encontrar en cada una, documentos de carácter único que aportaran a la revisión de literatura.

**Figura 2**

*Número de publicaciones seleccionadas*



*Nota.* Diagrama de Venn usado para ilustrar el número de publicaciones comunes y únicas en Scopus y WOS. Elaboración propia.

### ***2.1.4 Métricas relacionadas a las publicaciones***

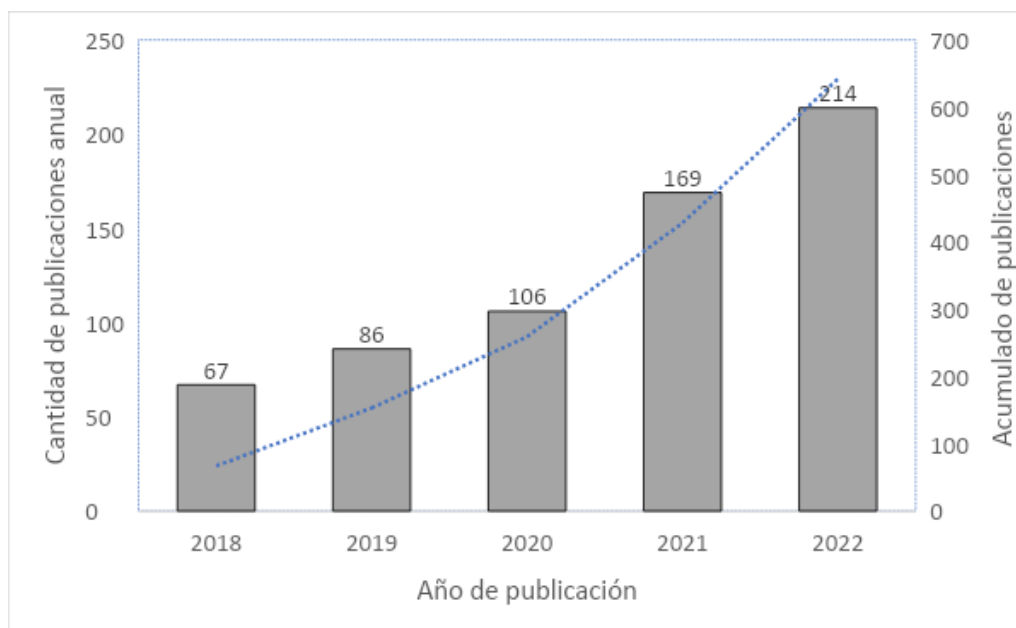
De acuerdo con los lineamientos para el desarrollo de un estudio bibliométrico expuestos por Donthu *et al.* (2021) se evalúan las siguientes métricas relacionadas con las publicaciones: número de publicaciones anuales, fuentes de divulgación, impacto de publicaciones por su número de citas e impacto de fuentes de divulgación debido a su número de citas.

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Para evaluar las publicaciones anuales, se tienen en cuenta el conjunto de datos filtrado y obtenido de las bases de datos Scopus y Web of Science, en los cuales se han encontrado diversos documentos relacionados con la temática de interés en los últimos 5 años. En la Figura 3, se puede observar que se divulgaron 661 publicaciones en total desde el periodo comprendido entre 2018 y 2022, de las cuales 19 publicaciones no entraron en este análisis debido a que eran de acceso anticipado y su fecha de publicación fue en el 2023, por lo cual cabe señalar, que en el gráfico solo se pueden observar 642. En el final del periodo del año 2018 se obtuvieron 67 divulgaciones, seguido por el 2019 con 86 presentando un crecimiento del 128,36% en el volumen de publicaciones respecto al año anterior, continuando con el 2020 con 106 divulgaciones y un crecimiento del 69,28%, el año 2021 con 169 creciendo un 65,25% y finalizando con el año 2022 con 214 divulgaciones y un crecimiento del 50%. Esto permite observar el crecimiento que se ha generado respecto al interés en la producción científica de esta área.

**Figura 3**

*Publicaciones anuales*



## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

*Nota.* Elaboración propia a partir de resultados en Scopus y Web of Science.

En lo referente a las fuentes de publicación de las diferentes divulgaciones de la temática de interés se encontraron 183 diferentes fuentes las cuales son revistas indexadas, en donde se encuentran publicados los artículos y reseñas recopilados. En la Tabla 3, se pueden observar las 10 fuentes más representativas debido a su número de divulgaciones, destacándose las siguientes: “Sustainability (Switzerland)”, “Journal Of Cleaner Production”, “Bioresource Technology” y “Science Of The Total Environment”. Estas representan en conjunto el 33,19% del total de publicaciones comprendido entre 2018 y 2022 con 238 documentos, identificando estas fuentes como el mayor foco de divulgaciones referentes a la temática de interés.

**Tabla 3**

*Número de publicaciones por fuente*

<b>Fuente de publicación</b>	<b>Publicaciones</b>
Sustainability Switzerland	84
Journal Of Cleaner Production	63
Bioresource Technology	63
Science Of The Total Environment	28
Journal Of Environmental Management	20
Forest Policy And Economics	17
Biomass And Bioenergy	14
ACS Sustainable Chemistry And Engineering	14
Resources Conservation And Recycling	13
GCB Bioenergy: Bioproducts for a Sustainable Bioeconomy	11

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

*Nota.* Elaboración propia a partir de resultados en Scopus y Web of Science.

Es necesario resaltar que, al inspeccionar las 661 divulgaciones seleccionadas, se encontró que el documento que mayor impacto generó debido a su número de citas (n=454) hasta el día 7 de noviembre de 2023 fue “Biorefineries in circular bioeconomy: A comprehensive review” publicado en 2020, Seguido por “The path forward for lignocellulose biorefineries: Bottlenecks, solutions, and perspective on commercialization” publicado en 2018 con 357 citas. Se puede distinguir como tercera publicación con mayor número de citas a “The path forward for lignocellulose biorefineries: Bottlenecks, solutions, and perspective on commercialization” publicado en 2020, con un total de 339 citas. Cabe señalar que, en las 10 publicaciones con mayor impacto presentadas en la Tabla 4, solo se relaciona una del año 2018 debido a que las demás son de años posteriores, evidenciándose el creciente interés por la temática.

**Tabla 4**

*Publicaciones con mayor impacto*

Documento	Año	Autores	Citaciones
Biorefineries in circular bioeconomy: A comprehensive review	2020	Ubando, Aristotle T.; Felix, Charles B. & Chen, Wei-Hsin	454
The path forward for lignocellulose biorefineries: Bottlenecks, solutions, and perspective on commercialization	2018	Chandel, Anuj Kumar; Garlapati, Vijay Kumar; Singh, Akhilesh Kumar; Antunes, Felipe Antonio	357

---

 Fernandes & da Silva,Silvio

Silvério

The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters	2020	Stegmann,Paul; Londo,Marc & Junginger,Martin	339
Current Status of the Algae Production			
Industry in Europe: An Emerging Sector of the Blue Bioeconomy	2021	Araújo, Rita <i>et al.</i>	253
Biorenewable hydrogen production through biomass gasification: A review and future prospects			
The significance of biomass in a circular economy	2020	Sherwood,James	239
Integrated lignocellulosic value chains in a growing bioeconomy: Status quo and perspectives	2019	Dahmen,Nicolaus; Lewandowski,Iris; Zibek,Susanne & Weidtmann,Annette	212
Engineering aspects of hydrothermal pretreatment: From batch to continuous operation, scale-up and pilot reactor under biorefinery concept	2020	Ruiz,Héctor A. <i>et al.</i>	211

---

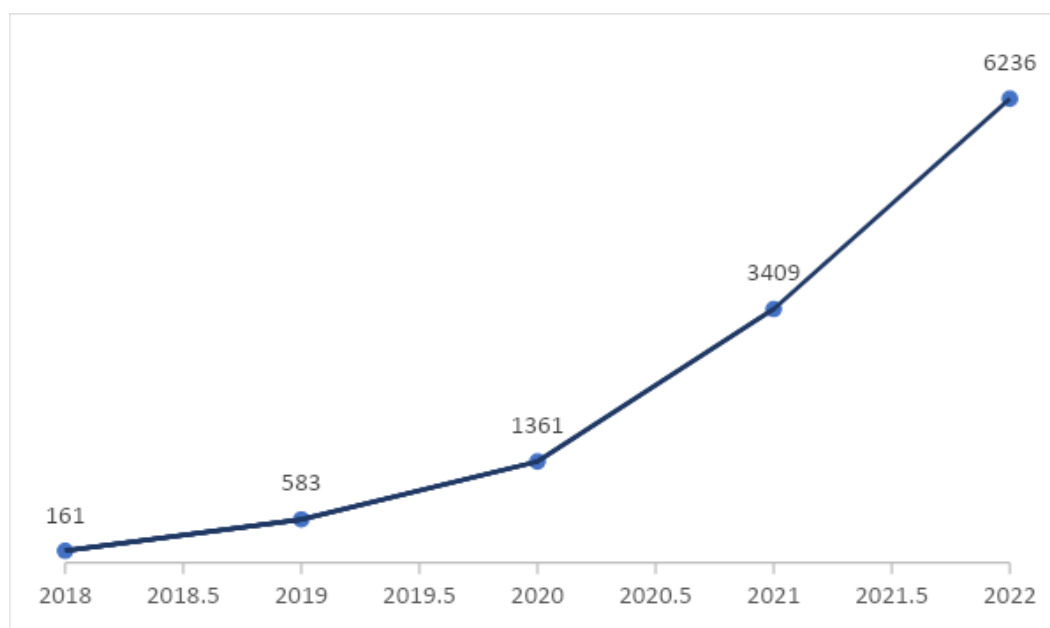
Microalgae wastewater treatment:			
Biological and technological approaches	2019	Wollmann,Felix <i>et al.</i>	208
Towards sustainability? Forest-based circular bioeconomy business models in Finnish SMEs	2020	D'Amato,Dalia; Veijonaho,Simo & Toppinen,Anne	176

*Nota.* Elaboración propia a partir de resultados en Scopus y Web of Science.

Por otra parte, en la Figura 4 se ilustra el número de citas por año de las publicaciones, mostrando un crecimiento significativo año tras año. En 2019 se dio un aumento en citaciones de 362,11% respecto al año anterior, continuando con un 233,45% en el 2020, 250,48% en el 2021 y, finalmente, un aumento en citaciones de 182,93% en el año 2022, llegando en total a 11.750 citaciones.

#### Figura 4

*Número de citaciones por año de publicaciones*



## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

*Nota. Elaboración propia a partir de resultados en Scopus y Web of Science.*

Por otro lado, en la Tabla 5 se evalúan las 10 revistas que mayor impacto han generado debido a su número de citas. Si bien es cierto que la revista “Sustainability Switzerland” se encuentra en primer lugar en cuanto a su número de publicaciones (n=84), esta no fue la más citada, ocupando ahora un tercer puesto, detrás de “Bioresource Technology” y “Journal Of Cleaner Production”.

**Tabla 5**

*Revistas con mayor número de citas*

<b>Revista</b>	<b>Citaciones</b>
Bioresource Technology	2150
Journal Of Cleaner Production	2064
Sustainability Switzerland	1174
Forest Policy And Economics	532
Science Of The Total Environment	390
Resources Conservation And Recycling	342
Journal Of Environmental Management	319
ACS Sustainable Chemistry And Engineering	259
GCB Bioenergy: Bioproducts for a Sustainable Bioeconomy	245
Biomass And Bioenergy	206

*Nota. Elaboración propia a partir de resultados en Scopus y Web of Science.*

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

De lo anteriormente expuesto, las 10 revistas suman en conjunto 7.681 citas, lo cual representa el 65,37% de las citas totales ( $n=11.750$ ), permitiendo interpretar una preferencia de los divulgadores científicos por estas fuentes.

Para condensar lo dicho hasta aquí, de acuerdo con los lineamientos y planteamientos para el desarrollo de un correcto estudio bibliométrico expuestos por Donthu *et al.* (2021), se describen las métricas de desempeño e impacto en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Métricas para análisis de desempeño*

<b>Métricas de desempeño</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Métricas relacionadas con las publicaciones		
Total de publicaciones (TP)	Total de publicaciones que comprende la investigación	661
Número Total de Autores (NTA)	Número total de los autores que contribuyeron a las publicaciones que comprenden la investigación	2770
Número de Años Activos de las publicaciones (NAA)	Número de años desde los cuales se registraron las publicaciones para la investigación	5
Productividad por Años Activos de las publicaciones (PAA)	$TP \div NAA$	132
Métricas relacionadas con las citas		

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Total de Citaciones (TC)	Número total de citaciones de los artículos que comprende la investigación	11.750
Promedio de Citaciones (PC)	Promedio de citaciones (en otras palabras, por publicaciones, por año, por periodo) que comprende la investigación	2.350
Métricas relacionadas con citaciones y publicaciones		
Índice de colaboración (IC)	(NTA÷TP) (en otras palabras, el grado de colaboración que comprende la investigación)	4,19
Coeficiente de colaboración (CC)	1 - (TP÷NTA) (en otras palabras, estandariza el grado de colaboración entre 1 y 0)	0,76
Número de publicaciones citadas (NPC)	Número de publicaciones citadas que comprenden la investigación	554
Porcentaje de publicaciones citadas (PPC)	(NPC÷TP) * 100	83,81%
Índice h (h)	Número h de publicaciones citadas al menos h veces (en otras palabras, medida de influencia)	55

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Índice g (g)	Número g de publicaciones que recibieron al menos $g^2$ citaciones (en otras palabras, medida de impacto)	80
		i-10 =292
Índice i (i-10, i-100, i-200)	Número i citadas al menos i veces (por ejemplo, 10, 100, 200, etc.)	i-100=14 i-100=3

*Nota. Elaboración propia a partir de resultados en Scopus y Web of Science.*

A partir del periodo de estudio 2018 a 2022, la producción científica ha ido en crecimiento de forma constante, lo cual se evidencia en la métrica de producción por año activo con valor de 132 publicaciones por año; se identifica también, un promedio de 2.350 citas por año en las publicaciones. Sumado a esto, al evaluar la colaboración en la producción científica se tiene un grado de colaboración de 4,19 autores por documento, dicho en otras palabras, se puede intuir que en este campo de estudio hay una tendencia hacia la colaboración en la investigación con al menos 4 autores. A su vez, de los 2770 autores identificados dentro de la investigación, el 76% ha realizado su investigación en colaboración. Al continuar evaluando el impacto de las divulgaciones, se encuentra que 554 publicaciones que representan el 83,81% del total de publicaciones, han sido citadas durante 2018 y 2022; por otra parte, esto implica que el 16,19% (n=107) no ha recibido citas, lo cual puede deberse a que su publicación es demasiado reciente, o en un escenario negativo, a que no generó impacto entre los divulgadores científicos. Se pudo identificar, que al menos 55 documentos han sido citados 55 veces generando influencia dentro de este campo, teniendo como resultado un índice de influencia  $h=55$ . Asimismo, al evaluar el impacto de las publicaciones se obtuvo que al menos 85 publicaciones son las que han generado

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

mayor impacto, de acuerdo con el índice de impacto  $g=80$ . Finalmente se identificó dentro del conjunto de datos, que hay 292 publicaciones citadas mínimo 10 veces, hay 14 publicaciones citadas al menos 100 veces y hay 3 publicaciones que han sido citadas 200 o más veces.

Adicionalmente, se evalúa cuánto impacto ha tenido la producción científica en cada país dentro del campo de estudio. En la Figura 5, se observa que para el periodo entre 2018 y 2022, el país con mayor volumen de publicaciones fue Alemania con 134 divulgaciones, representando el 20,9% del total de divulgaciones. Cabe recalcar que, para este total se tiene en cuenta cualquier tipo de participación a lo que pueda atribuirse como autoría o coautoría del respectivo documento. Se puede observar también, que dentro de esta clasificación de los 10 países con mayor volumen de publicaciones solo hay 3 países no europeos (ver Figura 5).

### Figura 5

*Número de publicaciones por país*



*Nota.* Elaboración propia a partir de resultados en Scopus y Web of Science.

## 2.2 Cartografía científica

Para el estudio y análisis de relaciones entre los diferentes componentes de la investigación, se busca complementar las métricas previamente descritas con cartografía científica, la cual permitirá ahondar en la estructura bibliométrica en la investigación, enfocando la data obtenida de las publicaciones en la construcción de redes de información de acuerdo con el trabajo de (Li, Jie *et al.* 2021), en el cual se plantean lineamientos a seguir en la construcción de este; los análisis que se plantean describir en la cartografía científica son: análisis de coautoría, análisis de coocurrencia de palabras clave y análisis de coocurrencia de títulos y abstract, así como su evolución temática.

Se procede en primera instancia, a realizar un adecuado tratamiento y limpieza de datos, buscando validarlos con apoyo de la herramienta del lenguaje de programación R “Bibliometrix” y gestores de referencias que permiten la eliminación de duplicados como “Zotero”, sumado también, a la construcción de tesauros que permiten estandarizar términos y eliminar fuentes de error. En segunda instancia una vez ordenados y filtrados los datos, se realiza la visualización de estos con el apoyo de la herramienta “VOSviewer” para su posterior análisis.

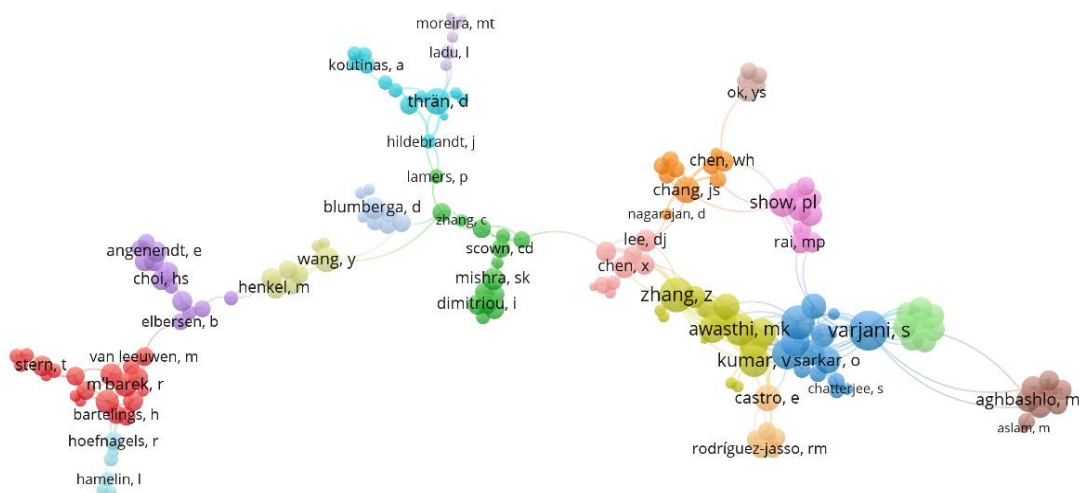
Respecto al análisis de autores, mediante el software VOSviewer se identificaron inicialmente 2770 diferentes autores, de los cuales se continuó filtrando de acuerdo a un análisis de correlación entre autores, partiendo de criterios como el número mínimo de autores por documento. Como se ilustra en la Tabla 7, se estandarizaron 322 nombres de autores con ayuda de la formulación de un tesoro de la escritura de estos nombres de autores, generado a partir de criterios en su escritura como la eliminación de signos de puntuación o la escritura inicial de apellidos en vez de nombres, con lo cual se eliminaron 14 resultados.

**Tabla 7***Tesaurus nombre de autores*

<b>Genérico</b>	<b>Término</b>
awasthi, mk	awasthi, mk. - kumar awasthi, m. - awasthi, m.k.
chang, js	chang, js. – chang, j.-s. – chang, j.s.
chen, wh	chen, wh. - chen, w.-h. – chen, w.h.
mishra, sk	mishra, s.k. – mishra, s.-k. - mishra, sk.

*Nota.* Elaboración propia.

En VOSviewer, se delimitaron el número de autores a un máximo de 25 por documento y un mínimo de 2 autores por documento, identificando a 308 posibles autores que cumplían estos criterios iniciales, sin embargo, al no encontrar conexión de coautoría en todos estos, se opta por acotar el número de autores a 175 que, presentan relacionamiento, identificando de la misma forma, 17 asociaciones de acuerdo a sus colaboraciones entre sí. La Figura 6, muestra el relacionamiento entre autores, en donde, el tamaño de la burbuja representa visualmente la proporción de autores con los cuales ha tenido interacción en divulgaciones. Se destaca de esta manera a autores como Sunita Varjani, Daniela Thrän, Manoj Kumar Awasthi, Zhanying Zhang y Pau Loke Show por sus múltiples colaboraciones entre autores de la temática de interés.

**Figura 6***Coocurrencia autores*

*Nota. Elaboración propia a partir de resultados en VOSviewer, 2023.*

Por otra parte, en la Figura 7 se pueden identificar los autores más influyentes por sus investigaciones y su aporte a la academia en lo referente a la bioeconomía. Se evidencia que Daniela Thrän y Alberto Bezama, quienes han colaborado en 8 documentos y han aportado 17 y 9 divulgaciones respectivamente, han estado vigentes desde 2020 y siguen publicando documentos relevantes. Thrän ha seguido indagando en el campo de la biomasa, la gestión de residuos y la bioeconomía, mientras que Bezama se ha enfocado más en la circularidad. A su vez, autores como Sunita Varjani, que cuenta con 9 documentos publicados y su vigencia parte del año 2021, es destacada por su amplio relacionamiento con diferentes referentes en la temática, colaborando con hasta 59 diferentes autores, y sigue vigente con estudios relacionados con las biorrefinerías y la bioenergía.

**Figura 7***Autores más influyentes*

*Nota.* Elaboración propia a partir de resultados en VOSviewer, 2023.

**2.3 Análisis de palabras clave**

De forma similar, se procede a identificar las palabras clave inmersas en la literatura de la temática, de las cuales de forma inicial se realiza una estandarización de los términos de mayor relevancia para el estudio a través de la formulación de un tesaurus, como se observa en la Tabla 8.

**Tabla 8***Tesouro palabras clave*

<b>Genérico</b>	<b>Término</b>
biomass	lignocellulosic biomass, algae biomass, algal biomass, microalgal biomass, microbial biomass
bioeconomy	circular bioeconomy, circular bio-economy, bioeconomics, bioeconomic, bioeconomic model, forest-based bioeconomy, bioeconomies
biofuel	biofuels, advanced biofuels, algal biofuels, liquid biofuels, microalgal biofuels, solid biofuel, renewable fuels
bioresource	bioresources, biological resources, renewable resource, renewable resources, natural resource, resource, resources, bio based resources
sustainable development	sustainable production, sustainable economy, maximum sustainable yield, economic development, economic growth, economic growths
sustainability	economic viability, economically viable, commercial viability, viability, green, green economy, economic feasibilities, economic feasibility, feasibility
bioenergy	bio-energy, energy, renewable energy, alternative energy, energy resource, biomass energy, green energy, sustainable energy
valorization	valorisation, revalorization

*Nota.* Elaboración propia.

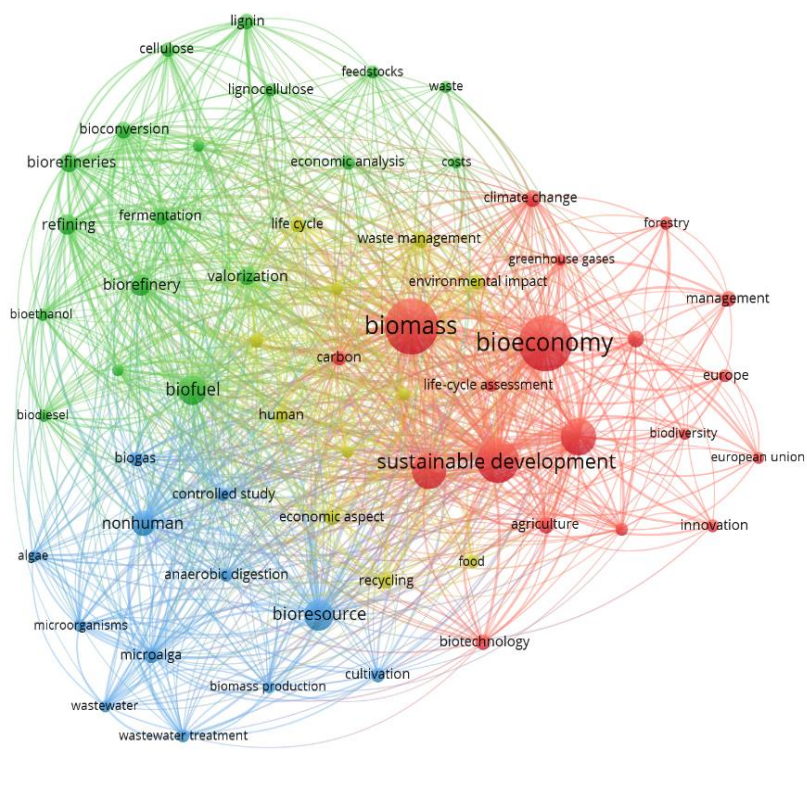
Seguido a esto, se emplea el software VOSviewer dentro del conjunto de datos para la realización de un análisis de coocurrencia, en el cual se pudieron identificar 6532 palabras clave, a las que se les realizó un filtro inicial de mínimo 30 ocurrencias por palabra. Se encontraron 62

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

palabras que cumplieran con este criterio y a su vez que coincidían entre sí en diversos documentos, adicionalmente se descartaron palabras como “article” y “review” al no tener relevancia con la temática, obteniendo finalmente las 60 palabras clave de mayor impacto para la temática de interés, tal como se puede observar en la Figura 8.

### Figura 8

#### *Coocurrencia de palabras clave*



*Nota.* Elaboración propia a partir de resultados en VOSviewer, 2023.

Se pudo identificar que palabras como “biomass” y “bioeconomy”, además de tener un número de ocurrencias de 399 cada una en los diferentes documentos, se encuentran asociadas entre sí y también con todas las demás 58 palabras identificadas.

En la Tabla 9, se pueden detallar los 4 clústeres identificados en la Figura 8.

**Tabla 9***Clústeres palabras clave*

<b>Clúster</b>	<b>Palabras clave</b>
1 (19 items)	Agriculture, biodiversity, bioeconomy, bioenergy, biomass, biotechnology, carbon, climate change, economics, environmental economics, Europe, European union, forestry, greenhouse gases, innovation, life-cycle assessment, management, sustainability, sustainable development
2 (18 items)	Bioconversion, biodiesel, bioethanol, biofuel, biofuel production, biorefinery, biorefineries, cellulose, costs, economic analysis, feedstocks, fermentation, hydrolysis, lignin, lignocellulose, refining, valorization, waste
3 (12 items)	Algae, anaerobic digestion, biogas, biomass production, bioresource, controlled study, cultivation, microalga, microorganisms, nonhuman, wastewater, wastewater treatment.
4 (11 items)	Economic aspect, environmental impact, environmental sustainability, food, food waste, human, life cycle, life cycle analysis, life cycle assessment, recycling, waste management.

*Nota.* Elaboración propia a partir de resultados en VOSviewer, 2023.

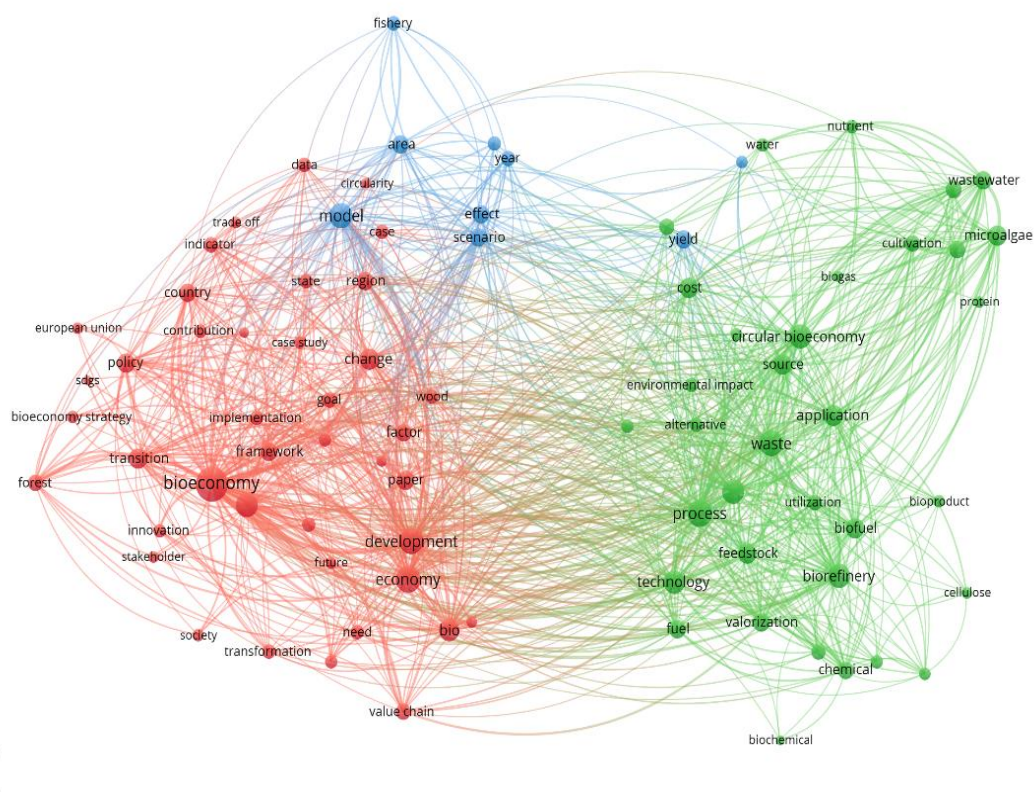
En cuanto al análisis de coocurrencia en títulos y abstract, se obtuvieron preliminarmente 17178 posibles términos, los cuales posteriormente, fueron filtrados debido a un mínimo de 30 ocurrencias por término, obteniendo de esta forma 142 términos. Acto seguido, se filtra el 60% de

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

estos términos de acuerdo con su relevancia en la temática, ocurrencia en documentos y su conexión, obteniendo finalmente 85 términos, tal cómo se ilustra en la Figura 9.

### Figura 9

*Coocurrencia de títulos y abstract*



*Nota.* Elaboración propia a partir de resultados en VOSviewer, 2023.

Asimismo, se pueden observar 3 grandes asociaciones entre los términos identificados, los cuales se detallan en la Tabla 10.

**Tabla 10***Clústeres de títulos y abstract*

<b>Clúster</b>	<b>Palabras clave</b>
1 (49 items)	Bio, bioeconomy, bioeconomy strategy, case, case study, change, circularity, contribution, country, data, development, economy, Europe, European union, factor, forest, framework, future, Germany, goal, implementation, indicator, innovation, literature, need, paper, policy, region, renewable resource, sdgs, sector, society, stakeholder, state, sustainable development, trade off, transformation, transition, value chain, wood.
2 (35)	Alternative, application, biochemical, biofuel, biogas, bioproduct, biorefinery, cellulose, chemical, circular bioeconomy, conversion, cost, cultivation, efficiency, environmental impact, feedstock, fuel, life cycle assessment, lignin, lignocellulosic biomass, limitation, microalgae, nutrient, protein, recovery, review, source, technology, treatment, utilization, valorization, waste, wastewater, water.
3 (9 items)	Area, biochar effect, fishery, increase, model, scenario, year, yield.

---

*Nota.* Elaboración propia a partir de resultados en VOSviewer, 2023.

Se puede distinguir en la Figura 10, la evolución temática empleada en títulos y abstract de izquierda a derecha desde 2018 a 2022. Se destacan términos como, “process”, “development”, “economy”, “bio” y resaltando en particular, “bioeconomy, los cuales han sido los más empleados



## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

biomasa el conjunto de todos los materiales derivados de plantas y animales, empleados tanto para su uso en materia energética como en la creación de nuevos productos, de acuerdo con Sherwood (2020). Vivien *et al.* (2019), Ronzón (2022) y Kircher (2022), concuerdan en que la bioeconomía es un factor clave como enfoque económico; a su vez están de acuerdo en la implementación de estrategias y políticas por parte de la Unión Europea y los estados miembros para respaldar la bioeconomía. Sin embargo, discrepan en cómo deberían desarrollarse políticas para la bioeconomía pues Kircher (2022) sugiere que se modernice y diversifique las cadenas de valor de base biológica, respaldado por Vivien *et al.* (2019), los cuales plantean tres rutas bioeconómicas como son el reemplazo de la dependencia de los recursos petroleros por biomasa, una perspectiva ecológica y sostenible, y el crecimiento verde respaldado por la OCDE en el planteamiento de políticas sostenibles; por otro lado, Ronzón (2022) se enfoca en la reasignación de recursos entre sectores para aumentar la productividad en la mano de obra. Aunque concuerdan en que los métodos para medir este enfoque económico deben ser transparentes y coherentes, Ronzón (2022) sugiere un enfoque basado en insumos en la proporción de biomasa los cuales se utilizan para producir bioproductos y Kircher (2022) se enfoca en los resultados que genera la biomasa en la producción de sectores específicos. En general, enfatizan la necesidad de una bioeconomía circular que, de prioridad al reciclaje de residuos y dióxido de carbono para abastecer las materias primas, donde se reconozca al sector de la energía y la química orgánica como fuentes primas transformadoras íntegras no fósiles, y así aumentar la demanda de biomasa agrícola y forestal.

Ahora bien, para profundizar el concepto de la bioeconomía, es importante mencionar la economía circular, pues ofrece un marco para el desarrollo sostenible donde proporciona beneficios ambientales, económicos y sociales. Además, la relevancia de la digestión anaeróbica como una solución para la gestión de biorresiduos es la más eficiente para la gestión de

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

biorresiduos y la producción de biogás y digestato que se utilizan como fertilizante (Tsorochidou *et al.*, 2021). Chizaryfard *et al.* (2021), están de acuerdo en que la economía circular no solo trata de cuestiones ambientales, sino que también tiene implicaciones económicas y tecnológicas, pues proponen analizar y comprender las transformaciones industriales. Sin embargo, ellos no se sesgan en la digestión anaeróbica y la fermentación en estado sólido, sino que abarcan el concepto de manera más amplia discutiéndolo en marcos teóricos de transiciones hacia un sistema económico ambiental sostenible. De esta manera la “nave espacial Tierra” planteada por Boulding (1966) puede ser abordada con una economía circular que no solo se centre en la creación de valor y eficiencia, sino que más bien debe ser un medio el cual reduzca la escala de los flujos no circulares a nivel global; bajo este concepto, el camino hacia una economía sostenible está en sus primeras etapas (Haas *et al.*, 2020). Esa misma idea la comparten Vanhamäki *et al.* (2020) y Moronea *et al.* (2020), que a su vez recalcan la relación directa que existe entre la economía circular y la bioeconomía, pues ambas implican la gestión eficiente de recursos biológicos renovables y la reducción de desperdicios; de allí nace la necesidad de un cambio sistémico en la forma en que se produce, se gestionan los recursos y se consumen, para así promover la reducción, recuperación, reciclaje y reutilización de materiales.

Es de allí donde la nace un concepto que aborda el tema desde una perspectiva más amplia que garantice la eficiencia de los recursos, y que destaque modelos de negocio enfocados en productos y procesos sostenibles, resaltando a una economía basada en sistemas de producción-consumo circulares que pueda aportar al equilibrio entre medio ambiente, sociedad y economía, (Moronea *et al.*, 2020). Donner *et al.* (2020), mencionan la gran proyección que se tiene de la agricultura para ser protagonista en la transición de la bioeconomía circular, pues en este sector se encuentra un gran potencial para crear modelos de negocio que combinen diferentes estrategias

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

basadas en disponibilidad de recursos y capacidades productivas, evaluando los factores de éxito y riesgo que tienen los modelos de negocio circulares.

Torres y Souza (2021), analizan este tipo de tránsito económico desde una perspectiva mucho más aterrizada y lo cuantifican desde un análisis financiero y técnico. Ellos hicieron un estudio en Brasil, donde se propuso un escenario para la siderurgia brasileña basándose en estrategias de bioeconomía circular, donde llegaron al resultado que “para el 2050 las emisiones BAU serán de 65% con un costo promedio de \$1/tCO<sub>2</sub>, que es mucho menor que los \$15/tCO<sub>2</sub> con las tecnologías que actualmente se utilizan”. Esta reducción en costos tan abrupta se plantea desde un posible escenario a que Brasil cuente con la infraestructura para importar chatarra complementaria a su stock interno para alcanzar una tasa de reciclaje del 80%, y logre seguir teniendo el impacto en la demanda que actualmente maneja siendo unos de los países referentes en la siderurgia.

Particularmente, en la gestión de residuos alimentarios, Zhiping *et al.* (2022) coinciden con Shing *et al.* (2022) en encontrar soluciones sostenibles para la gestión de los residuos alimentarios y reducir su impacto ambiental, pues estos contienen componentes que pueden contribuir a una gestión más sostenible y pueden ser valorizados y utilizados para cualquier proceso de transformación. Para esto, Rufí-Salís *et al.* (2021) plantean la aplicación de sistemas agrícolas urbanos y pretenden definir métricas adecuadas para evaluar estos sistemas, que probablemente serían la opción predilecta por los profesionales en términos de desempeño ambiental si se dispone de recursos y capacidades para combinar varias estrategias. Ante el aumento de la demanda de alimentos y el bajo rendimiento de los cultivos, es necesario adoptar prácticas agrícolas eficientes e innovadoras, ya que el agotamiento del suelo causado por la

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

agricultura intensiva es cada vez más evidente por su improductividad, y para contrarrestar esto es importante darle rotación a los cultivos, puesto que esto ayuda a que los microbios del suelo y sus interacciones rompa el ciclo de enfermedades y reduzca la cantidad de malezas haciéndolo más fértil (Shah y Shrestha, 2021). Sin embargo, Cossel *et al.* (2019), mencionan la necesidad de abordar los problemas en la agricultura intensiva y la salud del suelo, desde la gestión de tierras agrícolas y la transformación de estudios científicos sobre los suelos en técnicas prácticas para los productores de alimentos. Paralelo a esto existe otro concepto que está siendo muy mencionado y es el cultivo sin suelo de alta tecnología, el cual es un sistema hidropónico que recircula una solución nutritiva a través de todas las plantas en los canales de cultivo, utilizando tuberías de PVC como el mecanismo de distribución; este sistema puede llamarse la revolución de la agricultura, pues busca disminuir la propagación excesiva de patógenos del suelo y a la vez permiten un control óptimo del crecimiento de las plantas, optimizando los recursos y obteniendo productos de muy alta calidad; esta técnica va de la mano con la agricultura ecológica, y se enfoca en la visión de un uso sostenible de los recursos del planeta, (Cossel *et al.*, 2019).

Existe una actividad económica que resulta ser muy examinada en esa transición a la bioeconomía y es la industria forestal, pues sus planes de expandirse de una manera sostenible han sido cuestionados por científicos del clima, los cuales argumentan que el aumento de extracción de madera afecta la capa terrestre y eso lo hace incoherente (Malkamäki *et al.*, 2022). Sin embargo, Banos *et al.* (2022) argumentan que desde mediados de la década del 2000 el sector forestal ha logrado objetivos de energía renovable y la protección del clima mediante el uso de la madera. Esto se debe principalmente a los cambios en la política forestal, los cuales, podrían describirse como un proceso de estratificación a medida en el que se incorporan nuevos parámetros sin dejar atrás los que ya están en curso. No obstante, está de acuerdo con Malkamäki *et al.* (2022) en que

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

la implementación de la bioeconomía de la mano con el sector forestal y maderero se enfrenta a desafíos sociales y económicos, en el que está inmerso el generar empleo en áreas rurales y urbanas, aportando al bienestar social. Ladua *et al.*, (2020) menciona otro punto determinante para que este sector resulte ser impulsor en el cambio energético y es la innovación, pues se enfoca en proponer soluciones “Living Lab”, que se centran en la creación de soluciones innovadoras a través de la colaboración entre actores, tanto profesionales como investigadores. De igual forma, Arnould *et al.* (2022), están de acuerdo con Malkamäki *et al.* (2022) y discrepan con Ladua *et al.* (2020), en que no solo se enfoca en la cocreación de soluciones innovadoras, sino también destaca las políticas de mitigación del clima y las políticas de gestión forestal en este sector. También plantea que la combinación de políticas efectivas se logra a través de la colaboración y la sensibilización, pero no solo de la mano de profesionales e investigadores, sino de una manera más colectiva con la comunidad.

En el año 2012 la Unión Europea lanzó su primera estrategia bioeconómica y para el 2017 más de 50 países y regiones en el mundo implementaban acciones relacionadas con la bioeconomía. Según Christian Patermann, antiguo director de la Comisión Europea y asesor del gobierno alemán en bioeconomía, dichas políticas se diversifican en cuatro categorías como lo muestra la Figura 11.

Aunque diversos autores afirman que aún no existen políticas que permitan la implementación y el desarrollo eficiente de la bioeconomía, Rodríguez *et al* (2017) hace hincapié en que un buen avance es la agenda de desarrollo 2030 para el desarrollo sostenible que proporciona un marco de políticas enfocadas a las preocupaciones de desarrollo sostenible y los

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

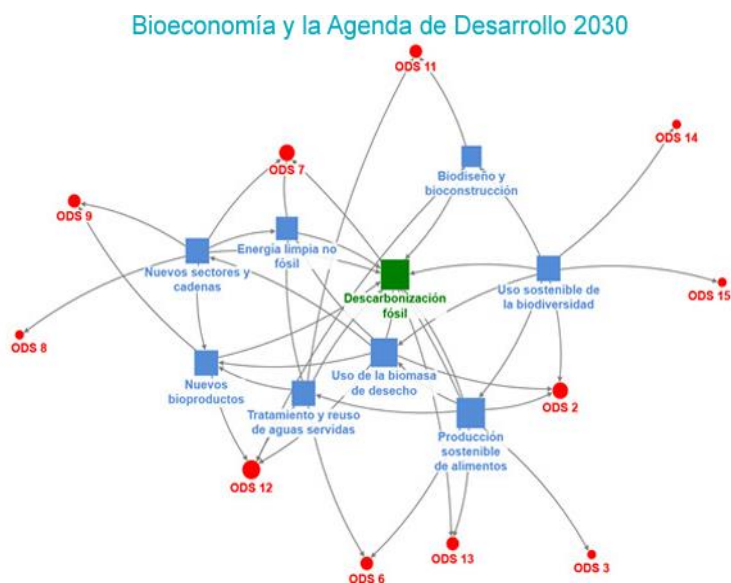
grandes retos sociales, señalando como foco principal la descarbonización de la economía, mediante la implementación nuevas fuentes de energías limpias, tal como lo muestra la Figura 12.

**Figura 11**

*Políticas para la bioeconomía alrededor del mundo*



*Nota.* Adaptado de Rodríguez et al (2017).

**Figura 12***Bioeconomía 2030*

*Nota. Adaptado de Rodríguez et al. (2017).*

Ahora bien, estas políticas se pueden aprovechar en los modelos de negocio basados en la bioeconomía, pues pueden encontrar su propuesta a través del aprovechamiento de la biomasa generando un flujo de procesos con mayor sostenibilidad ambiental (Laurens, 2021) y económica a lo largo de la cadena de valor (Carraresi & Bröring, 2021). Existen técnicas para el aprovechamiento de la biomasa como, por ejemplo, el “Cascading” descrita por Haider (2022) y Stegmann, *et al.* (2020), como el uso secuencial de productos de base biológica, sumado a este concepto, Donner et al. (2021) definen el “Cascading” como las formas de diversificación de los flujos de residuos mediante procesos de producción consecutivos, los cuales pueden ser a través de biorrefinerías diversificadas en donde se amplie la gama de productos a través del procesamiento secuencial de la biomasa, o bien puede emplearse con finalidad energética en una planta de biogás, generando un mayor sentido al emplearse en biorrefinerías, dado que permite la recuperación eficaz de diversos productos reduciendo al mínimo la generación de residuos. El

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

“Upcycling” de lo que antes podía ser considerado desperdicio o sobrante (Singh *et al.*, 2019), es definido también por Langella (2022) como el mejor fin al posconsumo de un producto, no solo generando un mayor valor económico, ético y de atractivo al consumidor al revalorizar este sobrante transformándolo en un producto nuevo, sino también, al generar un nuevo flujo de procesos en los desperdicios y circularidad en las empresas que proveen este material sobrante a las nuevas empresas que se encargan de transformarlo; dando como consecuencia, una nueva vida útil a la materia y a su vez generando un nuevo proceso comercial como bioenergía, fertilizantes y demás bio-productos impactando positivamente las ganancias por medio de estos subproductos, de acuerdo con Donner y Radić, (2021) y Chandel *et al.*, (2018).

Finalmente, al evaluar estos tipos de procesos en el tratamiento de la biomasa se encuentran no solo oportunidades en la creación y evolución de procesos empresariales sostenibles y circulares, sino también el primer abrebocas de las propuestas de negocios que se generan a partir de las biorrefinerías y su impacto económico y ecológico.

### **3.1 Biorrefinería**

Al comenzar a estudiar el término de biomasa dentro de la bioeconomía, emerge el término de biorrefinería, la cual parte del principio de las refinerías de petróleo solo que estas en vez de petróleo emplean como recurso la biomasa, por lo que, las biorrefinerías pretenden obtener el máximo rendimiento de estas buscando la mejor rentabilidad y minimizando el impacto ambiental en la creación de bio-productos, combustible y energía. (Murillo & Galán, 2020). Kumar y Singh, (2019) hacen una valoración de la producción de biodiesel a partir de las biorrefinerías de algas evaluando a su vez las ventajas y desventajas de la cadena de abastecimiento de la biomasa viendo como barreras los costos operativos derivados de los métodos ineficientes de recolección, secado,

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

extracción y fraccionamiento de la biomasa, además del costo energético de su transformación; por lo cual, ven inviable desde un punto de vista de costo/beneficio el centrar las biorrefinerías a la producción única de bio-combustibles en vez de generar una producción diversificada de bio-productos los cuales sí presentan una mayor viabilidad económica y ambiental. Brunnhofer *et al.* (2020) resaltan por su parte, el riesgo económico presente en la competencia de precios en el mercado con las materias primas fósiles para una biorrefinería forestal, viendo como posible alternativa el apoyo de políticas gubernamentales que promuevan la reducción de impuestos para este sector mediante lo cual se genere una ventaja competitiva en precios. Freitas *et al.*, (2021) Mencionan que el reducir los costos en la detoxificación y la separación de la biomasa son los factores que mayor incidencia tienen en la rentabilidad económica de una biorrefinería, por lo que, señalan que el incrementar la eficiencia energética, el rendimiento de los procesos bioquímicos y la especificidad del bio-producto deseado son lo que influirá en que la sinergia del flujo operativo detoxificación/separación se mantenga eficiente y con esto asegure competitividad en los bio-productos.

Tal cómo expone Ubando *et al.* (2020), existen diversos modelos de biorrefinerías que adquieren mayor valor gracias al contexto de la bioeconomía, como lo son las basadas en lignocelulosa, algas y diferentes tipos de desperdicios (desperdicio alimenticio, biomasa, desperdicio industrial y desperdicios sólidos). La propuesta de valor de las biorrefinerías se encuentra en la diversificación de los productos y energía que se pueden generar de forma conjunta, dado que la ganancia y rentabilidad se encuentra en esta forma de producción y no en un solo producto, por lo cual se requiere de generar flujos de producción que abarquen estos diferentes procesos para generar el valor deseado en toda la cadena. Cabe resaltar también, que parte del valor de la biomasa está en la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero en

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

comparación con los materiales de origen fósil, por lo que los modelos de negocio bajo este esquema están alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos para el 2030.

Gracias a la existencia de biorrefinerías, las industrias pueden aumentar su valor a partir de los subproductos y, aunque estos sean de baja calidad para su aprovechamiento como biomasa en bio-productos de acuerdo con Hagman y Svensson (2019), estos de igual forma pueden emplearse como forraje o para generar energía, bajo el “upcycling”, con lo cual se genera mayor valor a la empresa desde lo que antes se consideraba desperdicio. Rorrer *et al.* (2019) y Tiso *et al.* (2021) mencionan como a través del “upcycling”, productos que antes eran visto como desperdicios no reciclables como las botellas PET mediante procesos de reciclaje químico, adquieren nuevamente valor dentro de la cadena.

Igualmente, se pueden identificar en la literatura diversos tipos de empresa por medio del modelo de negocio de biorrefinerías, como lo pueden ser las biorrefinerías bajo sociedad cooperativa; una cooperativa se define como: “una asociación autónoma de personas que se une de forma voluntaria para cumplir sus necesidades y aspiraciones económicas, sociales y culturales comunes por medio de una empresa de propiedad conjunta y democráticamente controlada” (ICA, 1975). Awasthi *et al.* (2019), mencionan que, en el caso del reciclaje de estiércol, las cooperativas de granjeros pueden servir de puente entre los ganaderos que tienen estiércol y los agricultores que necesitan de fertilizantes, estableciendo así una economía circular sostenible y rentable; sin embargo, para llegar a esto, se requieren de políticas e intervenciones gubernamentales tanto en aspectos de tecnología, distribución y de incentivos económicos a los ganaderos que quieran ser partícipes. Lange (2022) señala que al emplearse el modelo negocio de biorrefinería bajo sociedad cooperativa se puede generar una integración de los productores primarios, como lo pueden ser

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

granjeros o agricultores, no solo como proveedores de materia prima sino como parte de la cadena de valor, generando una circularidad de los procesos desde la cosecha hasta su producción en las biorrefinerías. Parte de la funcionalidad de la sociedad cooperativa es que evita la disolución de la organización, lo cual al verse como un negocio a largo plazo genera también un bienestar social y económico tanto para los agricultores como para la empresa. Las cooperativas pueden emplearse para satisfacer una necesidad común al convertir los subproductos de los socios en productos comercializables, generando de esta manera una oportunidad de creación de valor compartido entre las diferentes partes.

A su vez, se identifican las biorrefinerías que trabajan bajo consorcios; este modelo de negocio parte del principio de un conjunto de 2 o más negocios los cuales combinan sus capacidades para desarrollar una actividad. Puede estar conformada por diferentes sectores de la industria para ofrecer una mayor ventaja competitiva (State Development, Infrastructure, Local Government and Planning, 2023). Partiendo de este principio se puede pensar en consorcios locales dentro de la bioeconomía, en donde se puede generar un desarrollo económico y social en comunidades que cuenten con recursos biológicos desaprovechados, viendo de esta forma una oportunidad de negocio para la población y de crecimiento para la región, compartiendo la cadena de valor en su totalidad para cada parte.

### **3.2 Barreras de la bioeconomía**

Por otra parte, al ser aún un campo que se encuentra en crecimiento, Zeug *et al.* (2022) reconocen barreras en la creación y desarrollo de empresas dentro de la bioeconomía como el amplio uso de suelos para extracción de recursos biológicos, comparado con los fósiles, lo que puede ser insostenible si no se realiza adecuadamente, dado el tiempo de regeneración del suelo.

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

De Corato (2020) y D'Amato (2020), señalan que las barreras dentro del marco de la bioeconomía son principalmente tecnológicas, financieras, de mercado y políticas, resaltando a su vez la falta de experiencia, conocimiento e interés medioambiental por parte de los agricultores o granjeros.

En líneas generales se tiene que, dentro del marco de la bioeconomía, se encuentran los siguientes impulsores y barreras, presentados por Paes *et al.* (2022).

**Tabla 11***Cambio climático*

<b>Categoría</b>	<b>Impulsores</b>	<b>Barreras</b>
Cambio climático y desgaste de ecosistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar productos de origen fósil con productos de origen biológico sostenibles</li> <li>• Disminuir dependencia de los ciclos de recuperación naturales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de recursos</li> <li>• Adaptación al cambio climático</li> <li>• Efectos ecológicos derivados de la aplicación de estrategia de captación intensiva de recursos en la bioeconomía</li> <li>• Compensación insuficiente de beneficios sociales y medioambientales</li> <li>• Degradación de suelos</li> <li>• Cambios indirectos en el uso del suelo</li> </ul>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

*Nota:* Adaptado de Paes *et al.* (2022). “Prospects for a circular bioeconomy in urban ecosystems: Proposal for a theoretical framework”

En la Tabla 11, se puede observar cómo afecta el impacto climático y el desgaste de los ecosistemas en las empresas bioeconómicas en donde se identifica que, aunque el cambio hacia los productos de base biológica generara un pacto ambiental positivo y una mejor respuesta en el tiempo de reposición de estos recursos comparado con los fósiles, siguen existiendo limitantes técnicas en el uso y manejo de suelos, así como poco conocimiento en estrategias para una recolección consciente, dado que al tener niveles de cosecha más elevados por el atractivo de este sector, si se realiza de forma desmedida se tendrá un efecto contraproducente en la biodiversidad y el medio ambiente, de acuerdo con Eyvindson (2018).

**Tabla 12**

*Producción*

Categoría	Impulsores	Barreras
Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfoque en biorrefinerías</li> <li>• Uso de upcycling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración adecuada de tecnologías y automatización de los ciclos de producción</li> <li>• Precios competitivos de los productos</li> <li>• Disponibilidad de materias primas</li> <li>• Variabilidad inherente, flexibilidad y rigidez en el</li> </ul>

<p>procesamiento de materia prima</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rigidez y relaciones de dependencia</li> <li>• Retos en estandarización</li> </ul>
---

*Nota:* Adaptado de Paes *et al.* (2022). “Prospects for a circular bioeconomy in urban ecosystems: Proposal for a theoretical framework”

En cuanto a la Tabla 12, se puede observar que en cuanto a la producción dentro del marco de la bioeconomía, si bien es cierto que las biorrefinerías y las estrategias del “upcycling” de biomasa son factores que pueden ser económicamente sostenibles, para su implementación idónea y este aprovechamiento genere una ganancia significativa, se requiere de una base tecnológica competitiva para generar una gama de productos suficientemente rentables, así como un entorno óptimo en cuanto a la obtención de materias primas y de procesos especializados.

### Tabla 13

*Desarrollo organizacional y de mercado*

Categoría	Impulsores	Barreras
Desarrollo organizacional y de mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear y asegurar puestos de trabajo mediante la adición de valor en las localidades y aumentar la resiliencia urbana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entorno de mercado desfavorable</li> <li>• Conflictos entre las partes interesadas</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economías de escala para clusters</li> <li>• Avances en la integración horizontal y vertical de la industria</li> <li>• Pronosticar escenarios de desarrollo que promuevan la creación de negocios y la inversión.</li> <li>• Modelos de negocio dinámicos e integrados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incertidumbres y condiciones desfavorables para la inversión</li> <li>• Elevados costes de inversión</li> <li>• Mercado limitado y falta de competitividad de precios para productos biológicos</li> <li>• Cultura empresarial reticente <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de educación y formación de los dirigentes en identificar nuevas oportunidades de negocio</li> </ul> </li> <li>• Múltiples partes interesadas y visiones parciales.</li> <li>• Competencia con industria basada en combustibles fósiles y dificultad de penetración en cadenas de valor no orgánicas</li> </ul>
---	--

*Nota:* Adaptado de Paes *et al.* (2022). “Prospects for a circular bioeconomy in urban ecosystems: Proposal for a theoretical framework”

Por otra parte, en la Tabla 13, se pueden contemplar los principales impulsores y barreras presentes en el desarrollo organizacional y de mercado en las empresas bioeconómicas, la cual

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

destaca la capacidad de integración de estas compañías tanto con empresas de su mismo sector cómo con empresas de diferentes sectores, generando a través de este inter relacionamiento, dinamismo en la creación de empleos y en la economía de las localidades, además de, circularidad en la cadena de valor a través de las empresas participes. Por su parte, una de las principales limitantes en la creación de empresas bioeconómicas sigue siendo el desconocimiento de la bioeconomía y del mercado que esta puede representar al valorar la biodiversidad al alcance, lo cual ha desestimulado su inversión y desarrollo.

**Tabla 14***Gestión de desperdicios*

<b>Categoría</b>	<b>Impulsores</b>	<b>Barreras</b>
Gestión de desperdicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de tratamiento descentralizado</li> <li>• Análisis de ciclo de vida del producto</li> <li>• Posibilidades para reducción de costos y economías de escala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo adicional por transporte y manipulación de residuos de contratistas de reciclaje</li> <li>• Mano de obra adicional para control y clasificación manual clasificación manual de residuos</li> <li>• Gestión ineficiente de los residuos municipales</li> <li>• Falta de una estructura de cooperativa regional</li> </ul>

*Nota:* Adaptado de Paes *et al.* (2022). “Prospects for a circular bioeconomy in urban ecosystems: Proposal for a theoretical framework”

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

De igual forma, en la Tabla 14, al evaluar la gestión de desperdicios en la bioeconomía, se puede evidenciar que sus barreras son principalmente generadas por la falta de una estructura de cooperación, o las previamente mencionadas biorrefinerías de sociedad cooperativa, que permitan circularidad en la cadena de valor reduciendo costos derivados de contratación adicional, y que permitan economías de escala.

**Tabla 15**

*Gestión sostenible de recursos naturales*

<b>Categoría</b>	<b>Impulsores</b>	<b>Barreras</b>
Gestión sostenible de recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para cerrar el bucle de nutrientes (reciclaje y reusó de nutrientes dentro del ecosistema)</li> <li>• Potencial para el uso en cascada de materiales</li> <li>• Reconexión de áreas rurales y urbanas</li> <li>• Conservación de la biodiversidad</li> <li>• Renovabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación espacial de biomasa</li> <li>• Externalidades</li> </ul>

*Nota:* Adaptado de Paes *et al.* (2022). “Prospects for a circular bioeconomy in urban ecosystems: Proposal for a theoretical framework”

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Posteriormente, en la Tabla 15, se puede observar que en cuanto a la gestión sostenible de recursos naturales se destaca la capacidad de “Cascading” de la biomasa, generando un mayor aprovechamiento de los recursos al alcance, así como también se destaca el relacionamiento de economías rurales y urbanas al vincularse en la cadena de valor en el aprovisionamiento de materia prima y desarrollo de productos, estimulando el crecimiento económico regional.

**Tabla 16***I+D y Redes*

<b>Categoría</b>	<b>Impulsores</b>	<b>Barreras</b>
Investigación, desarrollo y redes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coinversiones en I+D</li> <li>• Enfoque en el flujo de residuos</li> <li>• Apoyo financiero público e inversiones privadas en servicios del ecosistema</li> <li>• Participación y compromiso de las partes interesadas</li> <li>• Colaboración y cooperación a lo largo de la cadena de valor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oposición pública</li> <li>• Falta de concienciación pública, interés y compromiso</li> <li>• Falta de habilidades y competencias</li> <li>• Falta de información y conocimientos</li> <li>• Elevadas inversiones en I+D</li> <li>• Disponibilidad y fiabilidad               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dilema de escala</li> </ul> </li> <li>• Comunicación pública</li> <li>• Necesidad de un empujón para la comunicación pública</li> </ul>

con los socios de la cadena de  
valor

*Nota:* Adaptado de Paes *et al.* (2022). “Prospects for a circular bioeconomy in urban ecosystems: Proposal for a theoretical framework”

Sumado a esto, en la Tabla 16, se puede observar que, la investigación, desarrollo y redes empresariales en la bioeconomía se ven limitadas por la falta de conocimientos técnicos y tecnológicos, igual que la inversión requerida para la obtención o desarrollo de estos. Lo cual puede solucionarse con la adecuada cooperación en la cadena de valor, así como de apoyos gubernamentales sustentándose en el desarrollo económico y medioambiental de la región.

**Tabla 17**

*Políticas, estrategias y legislación*

<b>Categoría</b>	<b>Impulsores</b>	<b>Barreras</b>
Políticas, estrategias y legislación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de decisiones en los diferentes niveles de mando en los gobiernos</li> <li>• Establecimiento de cadenas de valor justas y equitativas</li> <li>• Apoyo a partes interesadas vulnerables</li> <li>• Políticas preferenciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de políticas y/o legislaciones desfavorables</li> <li>• Disparidad de problemas entre gobiernos</li> <li>• Políticas fragmentadas y exceso de burocracia</li> <li>• Obstáculos para la circularidad de actividades planeadas</li> </ul>

- Fragmentación de las normas y esquemas de certificación en el sector de la bioenergía
- Falta de normativa para la gestión final de residuos y normas específicas sobre clasificación y uso de biorresiduos industriales
- Gran diferencia de conocimientos entre los desarrolladores y el usuario final
- Falta de un marco común para el desarrollo y financiación local y regional

*Nota:* Adaptado de Paes *et al.* (2022). “Prospects for a circular bioeconomy in urban ecosystems: Proposal for a theoretical framework”

En cuanto a la Tabla 17, se menciona una de las categorías que puede generar o un impulso significativo, o del mismo modo, un limitante, que son las políticas, estrategias y legislaciones gubernamentales y regionales que, al ser afines con las propuestas bioeconómicas, pueden servir de apoyo para el desarrollo y creación de negocios al generar ventajas económicas a quienes incursionen en este sector, o por otra parte, no generan ningún aliciente económico lo cual

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

terminara reflejándose en la falta de paridad con otras propuestas económicas que no sean ambientalmente sostenibles pero si de mayor rentabilidad

**Tabla 18***Infraestructura y tecnología*

Categoría	Impulsores	Barreras
Infraestructura y tecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotecnologías para la conversión de biorresiduos verificadas e innovadoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reto financiero en relación con la inversión en maquinaria, instalaciones y tecnologías de apoyo.</li> <li>• Métodos de tratamiento limitados y bajo nivel de preparación</li> <li>• Retos logísticos para acceder a la cadena de suministro</li> <li>• Transferencia tecnológica e intelectual</li> <li>• Necesidad de un rediseño en las tecnologías y productos existentes</li> <li>• Limitaciones operativas para la ejecución del proyecto</li> </ul>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

*Nota:* Adaptado de Paes *et al.* (2022). “Prospects for a circular bioeconomy in urban ecosystems: Proposal for a theoretical framework”

Asimismo, en la Tabla 18, se presentan en particular las principales barreras presentes en la infraestructura y tecnología de industrias bioeconómicas, en donde se señala en particular las limitantes técnicas y tecnológicas para el aprovechamiento de la biomasa. Sin embargo, al ser una industria en crecimiento y evolución se siguen obteniendo nuevas fuentes de biomasa y de tecnologías para su transformación que generen un mejor rendimiento en la creación de productos de base biológica y de energía.

### 3.3 Empresas en la bioeconomía

A manera de síntesis, se identifica en la literatura que las empresas participes de la bioeconomía tienen en común, como se observa en la Tabla 19.

**Tabla 19**

*Características de empresas bioeconómicas*

Empresa	Sector	Tamaño	Edad	Características de líderes	Características corporativas
Creada a partir del contexto bioeconómico	Bio-tecnológico	Pymes	Nuevas o Jóvenes (en etapas de desarrollo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajo colaborativo</li> <li>Mente abierta</li> <li>Perseverancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelos de negocio innovadores</li> <li>Valor del conocimiento</li> <li>Alto riesgo/ Alta ganancia</li> </ul>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fidelización de mercados potenciales</li> </ul>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran capacidad de gestión en la cadena de suministro</li> </ul>
Creada a partir del contexto bioeconómico	Químico	Medianas y Grandes	Antiguas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación constante en liderazgo</li> <li>• Trabajo colaborativo</li> <li>• Continuamente innovadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad y adaptabilidad en nuevos conocimientos y nuevas tecnologías</li> </ul>
En transición al contexto bioeconómico	Salud	Grandes	Antiguas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integridad</li> <li>• Compromiso social y ambiental</li> <li>• Humildad y alta capacidad de escucha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementan estrategias de sostenibilidad en el tiempo</li> <li>• Adaptabilidad al mercado</li> <li>• Altamente certificadas</li> </ul>
En transición al contexto bioeconómico	Alimenticio	Medianas y Grandes	Antiguas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta capacidad de comunicación asertiva con las diferentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grandes conexiones en la cadena de valor tanto en el área rural como urbana</li> </ul>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

				partes interesadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alto enfoque en calidad y normativas</li> </ul>
En transición al contexto bioeconómico	Energético	Grandes	Nuevas y Antiguas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resilientes</li> <li>Enfoque estratégico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta capacidad de empalme con empresas de otros sectores</li> <li>Enfoque intensivo en el crecimiento del talento humano</li> </ul>
Fundamental en el contexto bioeconómico	Agropecuario	Pymes	Nuevas o Jóvenes (en etapas de desarrollo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicación efectiva</li> <li>Trabajo colaborativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control inteligente y consciente del manejo de suelos</li> <li>Conocimiento común del negocio y la visión de la empresa</li> <li>Alta fiabilidad</li> </ul>
Fundamental en el contexto bioeconómico	Silvicultura	Medianas y Grandes	Nuevas y Antiguas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajo colaborativo</li> <li>Alta responsabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta gestión en las estrategias de concientización para el cliente</li> </ul>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

social y ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovación en aprovechamiento y gestión inteligente de suelos</li> <li>• Alta trazabilidad de productos</li> </ul>
--------------------	---

*Nota.* Elaboración propia.

En el mundo existen más de cinco mil empresas bioeconómicas, que han logrado compensar dieciséis millones de toneladas de carbono, evitando generar doscientos siete mil toneladas métricas de residuos y logrando ahorrar doscientos veinticinco millones de litros de agua (la nota económica, 2022). En este conjunto, el gobierno vasco ha impulsado la Alianza Vasca por la bioeconomía, donde participan empresas privadas y secretarías técnicas como el grupo SPRI, el centro tecnológico NEIKER y la fundación HAZI. Las empresas privadas que operan en diversos sectores como son la automoción, la energía, la construcción, el textil y la cosmética, lo hacen con proyectos reales que apuntan a la conservación de los bosques, es decir, su recurso principal es la madera (Portuondo, 2021). En la tabla 20 se muestran las principales empresas que hacen parte de esta alianza y un factor común entre ellas son la producción o transformación de energías sostenibles que se vuelvan rentables.

**Tabla 20**

*Principales empresas de la Alianza Vasca*

EMPRESA	SECTOR	TAMAÑO	PAISES EN QUE OPERAN	ACTIVIDAD ECONOMICA
---------	--------	--------	-------------------------	------------------------

---

BIOTERMIAK	Energético	Mediana	España	Es una plataforma para el desarrollo de biocombustibles que integra productores forestales con empresas de servicios energéticos y administraciones públicas.
CIKAUTXO	Químico	Grande	España, Republica Checa, Eslovaquia, Rumania, USA, México, China e India	Es una empresa que emplean materias primas poliméricas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.
EGOIN	Silvicultura	Grande	España, Reino Unido y África	Es una empresa de diseño e ingeniería, fabricación y montaje de soluciones estructurales innovadoras en madera.
GLOBAL EFFICIENCY	Bio- tecnológico	Mediana	España	Se dedican a la producción de energía renovable con

---

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

---

ARANGUREN-					microorganismos que
GLEFARAN					perfeccionan la nutrición
					animal y vegetal.
					Utiliza fibras de origen
					vegetal, que evidencian
					durabilidad, vertibilidad,
			Alemania y		textura y es muy
SKFK	Químico	Pequeña	Francia		respetuoso con el medio
					ambiente.

---

*Nota:* Elaboración propia a partir de Portuondo (2021)

Algunas empresas han adoptado estos modelos organizacionales sustentables y han logrado impactar en el mercado de manera positiva aportando a la conservación del medio ambiente. Un caso de esto es Rasti, una empresa argentina con más de cuarenta años en el mercado, que produce juguetes didácticos que cambiaron su materia prima a biopolímeros, generado a partir de la caña de azúcar; además la empresa cuenta con desechos intermedios de plástico y está acreditada por el Consejo de Administración Forestal. Otra empresa que se abrió a este nuevo modelo de negocio es BSA empresa española, la cual desde sus inicios fue desarrollándose en la fabricación de productos plásticos para la industria cosmética, farmacéutica y promocional. En los últimos años han innovado de una manera flexible y dinámica, creando una línea completa de productos, donde la materia prima es plástico reciclado post consumo y también utilizan plásticos verdes, queriendo colaborar con la sostenibilidad (Roitter y Sauchelli, 2021)

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Existen empresas que no solo apuntan a que sus líneas de productos sean amigables con el medio ambiente, sino que también buscan tener un doble o triple impacto, cambiando totalmente su forma de operar. Este es el caso de FD moda, una empresa canadiense de triple impacto que valora de manera equitativa los aspectos económicos, sociales y ambientales; esto lo logran con sus productos elaborados con materia prima reciclada, además, porque en su cadena productiva intervienen cooperativas fomentando el trabajo justo y social, generando un impacto económico y proyectando un negocio sostenible en el tiempo. Esta empresa cambió totalmente su forma de operar, partiendo de una materia prima que es cien por ciento reciclada, captando las *big bags* que son unas bolsas plásticas utilizada en la extracción de petróleo y gas convencional, donde su tratamiento normal era incinerarlas y su huella de carbono era muy alta. FD le da un manejo diferente haciéndolo más amigable con el ambiente (Roitter y Sauchelli, 2021).

WBCSD (2020) señala que la empresa Neste de origen suizo, ha funcionado como promotor de la bioeconomía circular al actuar como un importante proveedor para la industria química de materias primas renovables a partir de residuos y desechos, así como, la generación de biocombustibles empleados en aviación. La materia prima elaborada por Neste con la cual se elaboran bioplásticos, ha tenido aplicaciones en construcción con las mismas cualidades que los recursos fósiles, siendo en cambio, completamente reutilizables (lo que implica circularidad del proceso productivo) y dejando también, una huella ambiental positiva. IBM (2023) recalca la versatilidad de Neste para mejorar su cadena de suministros de forma sostenible, así como la visibilidad que presenta su negocio en cuanto a la obtención y el procesamiento de sus materias primas hasta la entrega al consumidor final, convirtiéndolo en un punto clave para construir confianza y fidelización, señalando que el 90% del total de sus materias primas renovables proceden de desechos y residuos de material, y de igual forma sus biorrefinerías funcionan

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

completamente a partir de desechos y residuos de material. De esta manera, se ha podido evidenciar el impacto de Neste en la población de Oakland en EE. UU al incentivar una bioeconomía circular a partir de la recolección de aceites y grasas de cocina de múltiples restaurantes de la ciudad, para su procesamiento y transformación en combustible biodiesel que alimente generadores en la ciudad o diferentes vehículos de servicio público y maquinaria, integrando de esta manera diferentes sectores económicos con un impacto económico y ambiental positivo.

Por otro lado, actualmente existen plantas de celulosa en Finlandia del grupo Botnia, el cual tiene cinco plantas en Finlandia y una en Chile, y se caracterizan por ser negativas en carbono, porque plantan nuevos árboles por cada uno que talan, dándole mayor rotación a la biomasa y de este modo capturar mayor CO<sub>2</sub>, expuesto por BioEconomía (2020), explicando así la afirmación que hizo Baños *et al* (2022), al exponer que el sector forestal ha logrado objetivos de energía renovable y la protección del clima mediante el uso de la madera, resultando así un trabajo en forma conjunta entre la ciencia y la industria

Ahora bien, es importante indagar sobre la rentabilidad que presentan estas compañías, ya que, ante la evidencia de la disminución del costo de las materias primas, en algunas ocasiones el incremento del costo por mano de obra incrementa, o la inversión en equipos y tecnología resulta elevada. Melgar *et al* (2022), junto a su equipo de trabajo, hicieron una valorización de residuos de la industria procesadora de la manzana en Chile, pues el consumo de esta fruta es uno de los más altos del mundo y la generación de los residuos como la pomasa es muy elevada. En el año se generan más de 164.000 toneladas de pomasa, las cuales se podrían transformar en Snacks, bebidas antioxidantes y yogur. Como lo muestra la Tabla 21, para la elaboración de estos productos

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

nada más se necesitaría el 0,0013% de los residuos de la pomasa y esto generaría un VAN agregado de 11,77 millones de dólares, donde según el diagnóstico de la demanda, las que más se beneficiarían serían las bebidas antioxidantes con un 64% de participación.

**Tabla 21**

*Valor actual neto de la transformación y comercialización de la pomasa.*

PRODUCTOS				
RESIDUOS	BEBIDAS		UTILIZACION	VAN
POMASA	SNACKS	ANTIOXIDANTES	YOGUR	DE BIOMASA
(t/año)				(MILLONES USD)
164000		2093		\$
			0,0013%	11,17

*Nota:* Elaboración propia mediante los datos recopilados de Melgar *et al.* (2022)

En base a ese diagnóstico, resulta muy interesante proyectar un escenario hipotético, donde se aprovechará solo el 50% de la pomasa. Los resultados resultan impactantes financieramente hablando; como se muestra en la Tabla 22, se generaría casi 40 veces el VAN agregado, un ingreso representativo en el PIB de un país.

**Tabla 22**

*Proyección del Valor actual neto con un aprovechamiento del 50% de la pomasa*

PRODUCTOS				
RESIDUOS	BEBIDAS		UTILIZACION	VAN
POMASA	SNACKS	ANTIOXIDANTES	YOGUR	DE BIOMASA
(t/año)				(MILLONES USD)

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

---

164000	82000	50,0000%	\$
			461.127.57

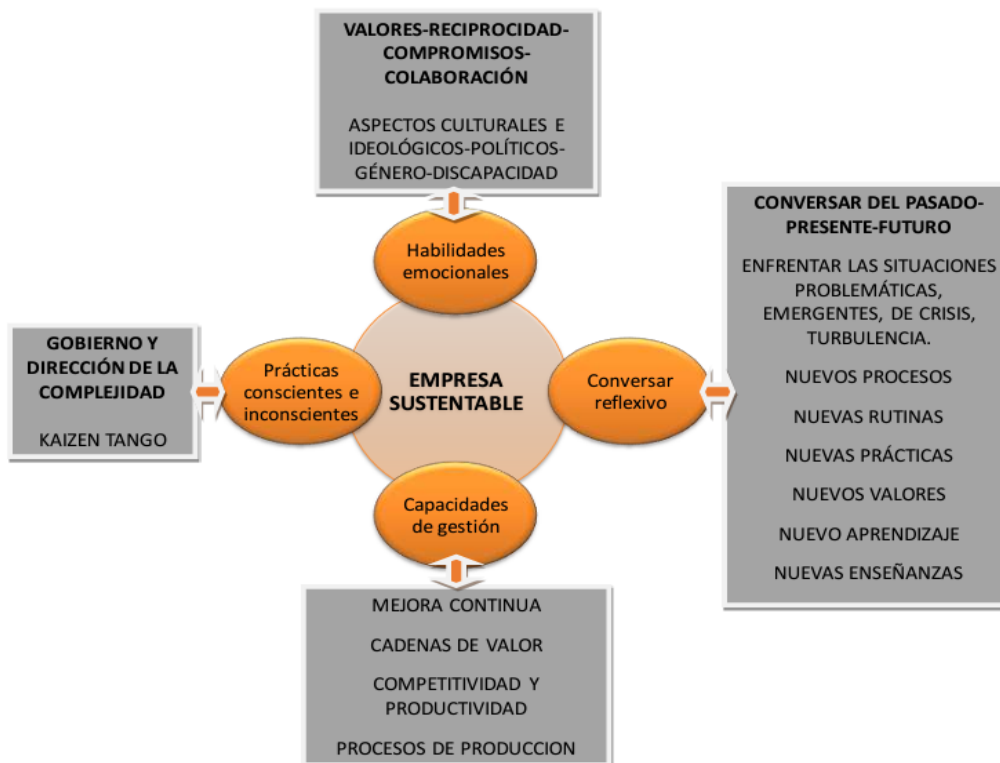
---

*Nota:* Elaboración propia mediante los datos recopilados de Melgar *et al.* (2022)

Es muy relevante que la bioeconomía impulse al desarrollo en países en construcción económica, como lo son los de América del Sur. Esa transición encontrará su pilar en las NEBTs BIO (nuevas empresas bioeconomías de base tecnológica) y la adopción de las nuevas empresas biotecnológicas que generan un gran nicho de oportunidad para impulsar la innovación productiva inclusiva y sustentable (Morcela *et al.*, 2017). Para llevar a cabo estas estrategias, Roitter y Sauchelli (2021) considera esencial un esquema teórico relacional donde lo fundamental para la generación de una empresa de triple impacto sea la capacidad de gestión, las prácticas de gestión y las habilidades inconscientes. Como lo muestra la Figura 14, una estructura organizacional compleja, articulando saberes en uso, conlleva a evolucionar en estrategias y políticas que ayuden a la migración del modelo de negocio a esta rama económica.

**Figura 13**

*Esquema relacional “empresa sustentable”*



*Nota:* Adaptado de Roitter y Sauchelli (2021), Pymes, desarrollo sustentable e innovación productiva a nivel sectorial y territorial

Eduardo Trigo, asesor de la dirección del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, afirmó que Colombia cuenta con gran diversidad y potencial agrícola, con un tercio del agua dulce del mundo, aun así, para poner sus derivados en el mercado, se requiere actitud empresarial para enfrentar esta transformación con las mejores ideas, concordando con Kircher (2022) en que hace falta un marco de políticas institucionales acordes a adquirir una visión de desarrollo para conducir a un nuevo desarrollo más sustentable. También resulta muy interesante la ponencia que hace Rodríguez et al. (2017), pues coincide con los autores de bases científica

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Chizaryfard et al. (2021), en que el desarrollo de la bioeconomía no solo requiere innovación tecnológica, sino también se debe hacer desde la parte institucional y social.

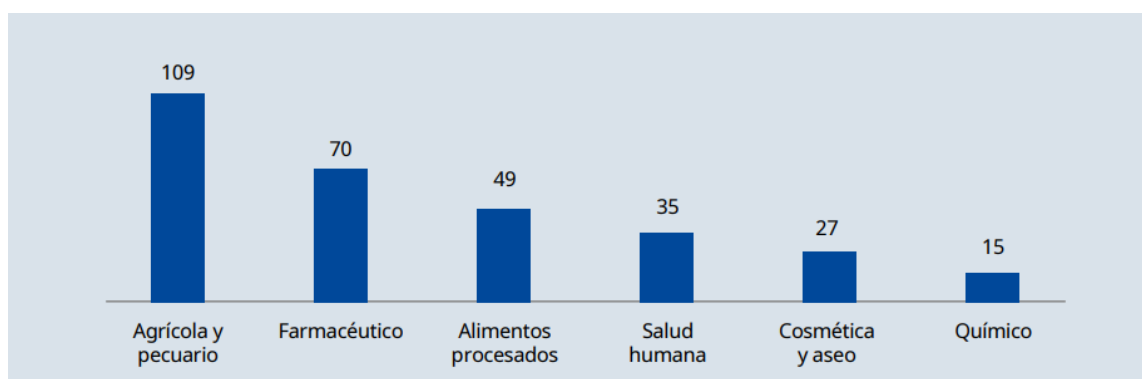
En Colombia, aunque se ha evidenciado crecimiento en este campo para el panorama laboral, bien sea por proyectos de inversión local regionales o gubernamentales y de inversión extranjera, aún existe poca claridad del número de empresas que realizan sus actividades dentro de la bioeconomía. La Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2021) señala que en el 2018 podían identificarse 203 empresas en Colombia que desarrollaban biotecnología y/o bio-productos. Por su parte, el Clúster de bioeconomía – Bridge Colombia (2022) afirma que para 2022 existían 721 proyectos relacionados con la bioeconomía en desarrollo o ya en fase operativa dentro de 4 regiones del país, a saber: Antioquia, Eje cafetero, Valle del cauca y Orinoquia. Estos proyectos eran desarrollados por 548 entidades diferentes entre empresas y universidades. De igual forma, en cuanto a apoyos gubernamentales, en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) del periodo 2018-2022 se empezó la incursión en la bioeconomía por medio de incentivos económicos y esto se continua en el Plan Nacional de Negocios Verdes 2022-2030 encabezado por el presidente de la república Gustavo Francisco Petro Urrego, en donde, se busca potenciar las ventajas ambientales propias de cada región y que el ambiente sea la variable principal en la competitividad del país. En el PND (2022-2026) se proyecta a la restauración en zonas de deforestación mediante incentivos no solo a empresas de este sector que trabajan de manera sostenible, sino también las comunidades indígenas que cuidan los recursos naturales, pues explica que para el despliegue de la bioeconomía en el país “dos mundos deben trabajar mancomunadamente: el de los saberes ancestrales de las comunidades amazónicas y el saber académico, de la mano con la investigación científica” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Por otra parte, los sectores en los que más se encuentran empresas bioeconómicas son en el agrícola y pecuario con 109 empresas, el sector farmacéutico con más de 70 empresas, alimentos procesados y salud humana con 49 y 35 respectivamente, tal y como lo muestra la Figura 14. Los otros sectores se encuentran por debajo de las 30 empresas (Organización Internacional del Trabajo, 2021).

**Figura 14**

*Empresas bioeconómicas según sector*



*Nota:* Adaptado de Betancur Giraldo (2017)

Aramendis *et al.* (2019), realizó un análisis del cual logro extraer a las empresas bioeconómicas más importantes de cada sector, analizando su composición jurídica, composición organizacional, que operan en el país, resumiéndolas tal y como se muestra en la Tabla 23.

**Tabla 23**

*Empresas más importantes de cada sector*

Sector	Subsector	Empresa identificada
Bioenergía	Sector caña de azúcar: bioetanol	Manuelita
		Riopaila
		Mayaguez

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

		Providencia
		Cauca
		Bioenergy
		Odin energy
		Oleoflores
	Sector palma de aceite: biodiésel	Ecodiesel de Colombia
		Bio D.S.A.
		Aceites Manuelita
		Biocastilla
	Organismos genéticamente modificados (OGM)	Pajonales
		Aliar
		Ecoflora Agro
		Biocultivos S.A.
	Bioinsumos	Bioinsumos S.A.
Biotecnología y ecointensificación		Soluciones Microbiológicas del Trópico
	Biorremediación	Llano Ambiental S.A.
		Solubact
		Ecocert

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Biodiversidad para salud	Industria química	Smurfit Cartón de Colombia
		Disaromas
		Labfarve
		Aral Thel
		Pronabell sas
		Phitoter
	Farmacéutica	Natufar
		Apiflower
		Ecoflora Care
		Neyber
		Waliwa
		Corpogen
Aplicaciones en salud	Histolab	
	Vecol	

*Nota:* Adaptado de Aramendis *et al.* (2019). La bioeconomía nuevo marco para el crecimiento sostenible en América latina

Dentro de este mismo análisis, los autores destacan que los sectores que presentan mayores oportunidades son los de bioenergía, biotecnología/biointensificación y biodiversidad en farmacéutica y cosmética. De cada uno, como lo evidencia la Tabla 24, analizan sus oportunidades y restricciones/limitaciones. Esto va de la mano con políticas que ayuden a impulsar la bioeconomía y que esté parametrizado a nivel global.

**Tabla 24***Matriz de oportunidades y restricciones por sector de la bioeconomía*

<b>Sendero</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Restricciones/limitaciones</b>
Bioenergía	1. Proteger todas sus innovaciones por la vía de propiedad intelectual 2. Incrementar la relación entre universidad - empresa 3. Ampliar y diversificar el destino de sus exportaciones	1. Cuentan con recursos estatales limitados para crear empresa  1. Recursos limitados del estado para crear empresas
Biotecnología/biointensificación	1. Ampliar y diversificar el destino de sus exportaciones	2. Regulación con discrecionalidad de aplicación y vacíos normativos
Biodiversidad en farmacéutica y cosmética	1. Implementar hibridización tecnológica 2. Proteger innovaciones por la vía de la propiedad intelectual 3. Aumentar y diversificar el destino de sus exportaciones	1. Recursos estables limitados para crear empresas en este sector 2. Regulación con vacíos normativos y sujeta a interpretaciones

4. Fortalecer su representación  
gremial especialmente para el  
sector fitomedicamentos

*Nota:* Adaptado de Aramendis et al. (2019), la bioeconomía nuevo marco para el crecimiento sostenible en América latina

### 3.4 Empresas bioeconómicas de mayor impacto

Lane (2023), hizo una inspección a las empresas con mayor impacto económico, social y ambiental a nivel global dentro del campo de la bioeconomía, obteniendo la información presentada en la Tabla 25. La actividad económica de estas empresas está descrita en la Tabla 26.

**Tabla 25**

*Empresas de mayor impacto a nivel global*

EMPRESA	PAÍS	SECTOR	PATRIMONIO (MILLONES DE DOLARES)	EDAD DE LA EMPRESA	NUMERO DE EMPLEADOS	CEO
Shell	Países Bajos	Energético y petroquímico	US\$ 345.257	Mas de 85 años	93.000	Wael Sawan
Gevo	EE. UU	Combustibles renovables	US\$ 246	17 años	90	Patrick R. Gruber
Neste	Finlandia	Industria química y de polímeros	US\$ 27.667	74 años	5244	Matti Lehmus
Praj Industries	India	Alimentos y Bioproductos	US\$ 1.593	38 años	940	Shishir Joshi

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Lanza		Servicios y				Jennifer
Tech	EE. UU	equipos ambientales	US\$ 37	15 años	390	Holmgren

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 26***Actividad económica empresas globales*

<b>Empresa</b>	<b>Actividad económica</b>
Shell	Es una empresa energética integrada, donde su objetivo es satisfacer la demanda mundial energética de manera responsable desde lo económico, medio ambiental y social
Gevo	En una empresa de tecnología y desarrollo de combustibles renovables. Se centra en la transformación de energía renovable en hidrocarburos líquidos densos, como el combustible de aviación sostenible (SAF)
Neste	Es una empresa productora de combustible de aviación sostenible, Diesel renovable y soluciones de materias primas renovables para diversos usos en la industria química y de polímeros
Praj Industries	Es una empresa que oferta soluciones de procesos integrados para bioenergía, soluciones de alta pureza y negocios liderados por ingeniería, soluciones de descarga de cero líquidos, equipos y sistemas de procesos cítricos y plantas cerveceras
Lanza Tech	Transforma el carbono residual en materiales, como combustibles sostenibles, tejidos, envases y otros productos.

*Nota.* Elaboración propia

Se evidencia de este modo, que las empresas más importantes dentro del panorama de la bioeconomía son de sectores energéticos, químicos y alimenticios. En promedio, estas empresas tienen un patrimonio superior a 74 billones de dólares, y una edad promedio superior a los 45 años, siendo empresas viejas y grandes ya que cuentan un personal superior a los 19.000 empleados en

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

su mayoría. Se reconoce a la empresa neerlandesa Shell en su transición de combustibles fósiles a renovables, al igual que en su cambio estratégico en el modelado de su cadena de valor a partir de este enfoque desde el momento de la recolección por parte del agricultor de carbón natural o biomasa hasta el refinamiento en combustibles y derivados; Así mismo, empresas más jóvenes enfocadas en biotecnología como Lanzatech, quienes desarrollaron tecnología para procesar fuentes de polución derivadas del carbón y transformarlas en combustibles o fuentes de energía.

Según los lineamientos señalados en el proyecto ALCUE-BRE por Rodríguez *et al.* (2014), se identificaron las empresas a nivel nacional con mayor impacto económico, social y ambiental en lo referente a la temática, como se puede observar en la Tabla 27. La actividad económica de estas empresas está descrita en la Tabla 28.

**Tabla 27**

*Empresas bioeconómicas de mayor impacto a nivel nacional*

EMPRESA	SECTOR	PATRIMONIO (MILLONES DE DOLARES)	EDAD DE LA EMPRESA	NUMERO	
				DE EMPLEA DOS	PROPIET ARIOS
Grupo empresarial Manuelita	Bio- combustibles	US\$ 60	167 años	5800	Familia Eder Jorge Eduardo
Ecoflora Agro	Bio- tecnología	US\$ 0,745	31 años	39	Cock Londoño, Nicolás

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

					Cock
					Duque y
					Federico
					Cock
					Correa
					Juliana
Biocultivos S.A.	Bio tecnología	US\$ 0,345	12 años	20	Sarmiento Martínez
					Jorge
Laboratorios Labfarve	Fito- medicamentos	US\$ 8,3	39 años	200	Eduardo Piñeros Corpas
					Alejandro López
Neyber	Biocosmetica	US\$1,082	26 años	3	

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 28***Actividad económica empresas nacionales*

<b>Empresa</b>	<b>Actividad económica</b>
Grupo empresarial Manuelita	Es una organización diversificada, multilatina de origen colombiano. Su estrategia se basa en un modelo de negocio sostenible, elabora productos de naturaleza agroindustrial a partir de fuentes renovables
Ecoflora Agro	Es una empresa dedicada al desarrollo de tecnologías naturales de color para la industria alimentaria y cuidado personal con énfasis en prácticas ambientales sostenibles y socialmente responsables
Biocultivos S.A.	Es una empresa tolimense que se dedica a la fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario de origen orgánico

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Laboratorios	Se dedica a la fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y
Labfarve	productos botánicos de uso farmacéutico
Neyber	Es una organización dedicada a la investigación, desarrollo, innovación y producción de ingredientes naturales, diseñados para suplir las necesidades del sector cosmético

*Nota.* Elaboración propia.

Dentro del panorama bioeconómico nacional, se reconoce al Grupo empresarial Manuelita, no solo por realizar su producción de forma sostenible, sino desarrollarse también dentro de la bioeconomía al ser productores de biomasa y biocombustibles; a su vez, se reconocen empresas jóvenes como Biocultivos S.A. al impactar en el desarrollo de biotecnologías que permiten la sostenibilidad y crecimiento en el sector agropecuario. Estas empresas cuentan en promedio con un patrimonio de 14,1 millones de dólares, así como una edad promedio de 55 años, por lo que puede considerarse que estas empresas destacadas son en su mayoría Pymes en cuanto a su número de empleados teniendo cierta madurez en su respectivo sector por su tiempo en vigencia.

En resumen, la bioeconomía afecta positivamente en particular a las economías rurales, por lo que se entiende a los sectores que comprenden la agricultura, la ganadería y la silvicultura como el inicio de la cadena de valor en cualquier empresa dentro de este campo. A su vez, se observa que grandes empresas dentro del sector de combustibles, energético y también alimenticio, han buscado ampliar su propuesta de valor al plantear alternativas sostenibles a partir de la generación de biomasa y el uso de la misma en sus productos, generando circularidad y un impacto medioambiental positivo. De igual manera, dentro del sector químico y biotecnológico, se ha apostado por la creación de productos de base biológica a partir de la transformación de los diferentes tipos de residuos, por ejemplo, en los cosméticos, pesticidas, e incluso en el sector de la construcción con nuevos tipos de materiales sostenibles.

**Artículo de carácter publicable**

Se realizó un artículo científico de carácter publicable con parte del contenido previamente expuesto en el documento, titulado “Características de las empresas bioeconómicas como polos del desarrollo sostenible”, ver Apéndice A.

**4. Conclusiones**

Al realizar esta revisión de literatura se encontró que el interés por la temática aún se encuentra en tendencia de crecimiento dado que año a año el número de divulgaciones aumenta. Según la data encontrada la revista con mayor número de divulgaciones fue “Sustainability Switzerland”, sin embargo, la revista más citada fue “Bioresource Technology”. Por otra parte, se encontró que el documento más citado fue: “Biorefineries in circular bioeconomy: A comprehensive review” de (Ubando, 2020), el cual sirvió para generar un contexto y aumentar el conocimiento respecto a las biorrefinerías, pero no fue el artículo que más aportó para el análisis de literatura de esta investigación.

Este estudio buscó definir en primera instancia el término acuñado como bioeconomía, en el cual se coincide con Ronzón (2022) y Kircher (2022), en que esta, hace parte de la suma de lo biológico con lo económico, en donde se puede identificar en particular la importancia de la creación y procesamiento de la biomasa, como motor fundamental para los diferentes productos e insumos que se generan en este campo. Sin embargo, no se logró identificar pasos a seguir en cuanto a las pautas para abrir un camino empresarial único a la bioeconomía, sino por el contrario se identificó que se requiere abordar de forma conjunta entre diferentes sectores, para no solo lograr circularidad sino también rentabilidad, esto pudo conseguirse analizando los diferentes

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

modelos de biorrefinerías en la literatura, así como los casos de estudio en donde involucran diferentes sectores económicos tanto rurales como urbanos.

También cabe aclarar que no toda circularidad es bioeconomía, como afirma Chizaryfard *et al.* (2021), ya que el valor agregado de esta rama económica presenta un verdadero valor medioambiental al presentar sostenibilidad en el tiempo, pues no solo se trata de aprovechar un recurso de manera circular, sino que a partir de materias primas de base biológica se tenga un mejor aprovechamiento en el tiempo disminuyendo su impacto en el medio ambiente.

Se pudo identificar de igual forma en la literatura, que existen condiciones políticas y legislaciones gubernamentales que pueden favorecer o ser un obstáculo para el desarrollo de la actividad bioeconómica debido a la rentabilidad financiera que estos factores pueden acarrear, así como las condiciones tecnológicas y de talento humano necesarios para el desarrollo de estas actividades. Las empresas de refinerías que están migrando a este modelo de negocio o parten del uso de una biorrefinería propia o trabajan de forma cooperativa con una, sin embargo, las operaciones de las refinerías convencionales siguen siendo una gran competencia para el desarrollo de las biorrefinerías, dado su trascendencia en el mercado, sus altos desarrollos tecnológicos y la diversificación de sus mercados. Para que la biorrefinería sea sostenible económicamente, debe innovar en gran variedad de productos y evolucionar en I+D para lograr un mayor aprovechamiento de la biomasa tanto en energía como en producto terminado.

Cabe resaltar, que se identificaron que el sector agropecuario y la silvicultura son la base fundamental en la construcción de una bioeconomía, dado su alto valor de materias primas que pueden ser transformadas en biomasa; de esta manera resultan ser muy importantes como proveedores principales para compañías que se desempeñen en este campo.

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Una de las principales características de las empresas que forman parte de la bioeconomía es la meta común por lograr la sostenibilidad ambiental y económica; suelen ser medianas y grandes empresas. Están en el mercado hace aproximadamente unos 85 años, donde su patrimonio a nivel global es alrededor de unos 74 billones de dólares y a nivel nacional unos 11,74 millones de dólares, el continente principal en que operan estas empresas es en Europa, y en Colombia la de mayor impacto es el grupo empresarial Manuelita. Estas empresas benefician no solo económicamente a las comunidades a partir de la generación de empleo, calidad de vida y diversificación de fuentes de ingreso sino también generando un bienestar ambiental y una estabilidad financiera a futuro. Se reconocen a las empresas que producen productos poliméricos como los principales en migrar a esta nueva gama de productos biodegradables, y si estas empresas ya estaban previamente posicionadas en el mercado, este cambio resulta estratégico al abordar las nuevas necesidades presentes.

### **5. Recomendaciones**

Si se desea emprender en esta rama económica, se sugiere innovar y diversificar productos que aseguren la sostenibilidad económica a largo plazo explorando diversos mercados nacionales como internacionales. También deben tenerse en cuenta la viabilidad técnica, tecnológica, económica, medioambiental y social del proyecto, trabajando de la mano con el desarrollo bioeconómico del país en que se desee desarrollar la actividad económica, no solo para apoyarse financieramente sino para generar una rentabilidad y sostenibilidad clara. Los gobiernos deben fomentar la colaboración entre sectores públicos y privados para que aborden de manera conjunta los desafíos bioeconómicos, dándole prioridad a sectores muy importantes como la agricultura y la silvicultura para garantizar un suministro sostenible de materias primas. Además, desarrollar

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

políticas que fomenten y respalden la bioeconomía que le permitan a las empresas adaptarse a este modelo económico y generar incentivos fiscales por desempeñarse en este campo.

Desde la ingeniería industrial se pueden evaluar diferentes interacciones sinérgicas en los procesos y en los actores económicos que permitan evaluar si estos proyectos son viables y rentables para emprender en el desarrollo de estos modelos de negocio en los diferentes sectores. Además, es de vital importancia analizar detalladamente la cadena de suministro para identificar cuellos de botella y mejorar la adquisición de materias primas. De igual manera, capacitar constantemente a los colaboradores en nuevas tecnologías y sembrar en ellos una cultura de concientización en prácticas sostenibles y amigables con el medio ambiente. Como también resulta importante incorporar indicadores de desempeño (KPIs) que no solo permitan medir los aspectos económicos y rentables, sino que permitan analizar aspectos ambientales.

Se sugiere seguir investigando en tendencias de mercados que requieran productos biodegradables, además estudiar cual ha sido la tendencia de la bioeconomía en el mundo y que países quieren volverse bioeconómicos. También, profundizar en los materiales potenciales que lleguen a tener capacidad de reemplazar a los combustibles fósiles y resulten sostenibles en el tiempo.

### Referencias Bibliográficas

- Aramendis, R., & Castaño, A. (2019). Bioeconomía en Colombia. La bioeconomía. Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina, 81.
- Araújo, R., Vázquez Calderón, F., Sánchez López, J., Azevedo, I. C., Bruhn, A., Fluch, S., Garcia Tasende, M., Ghaderiardakani, F., Ilmjärv, T., Laurans, M., Mac Monagail, M., Mangini, S., Peteiro, C., Rebours, C., Stefansson, T., & Ullmann, J. ö. (2021). Current Status of the Algae Production Industry in Europe: An Emerging Sector of the Blue Bioeconomy. *Frontiers in Marine Science*, 7 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2020.626389>
- Arttu Malkamäki, Jaana E. Korhonen, Sami Berghäll, Carolina Berg Rustas, Hanna Bernö, Ariane Carreira, Dalia D'Amato, Alexander Dobrovolsky, Blanka Giertliová, Sara Holmgren, Cecilia Mark-Herbert, Mauro Masiero, Emil Nagy, Lenka Navrátilová, Helga Pülzl, Lea Ranacher, Laura Secco, Tuuli Suomala, Anne Toppinen, Lauri Valsta, Jozef Výboštok, Jonas Zellweger
- Awasthi, M. K., Sarsaiya, S., Wainaina, S., Rajendran, K., Kumar, S., Quan, W., Duan, Y., Awasthi, S. K., Chen, H., Pandey, A., Zhang, Z., Jain, A., & Taherzadeh, M. J. (2019). A critical review of organic manure biorefinery models toward sustainable circular bioeconomy: Technological challenges, advancements, innovations, and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111, 115-131. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.rser.2019.05.017>
- Banos, V., Deuffic, P., & Brahic, E. (2022). Engaging or resisting? How forest-based industry and private forest owners respond to bioenergy policies in Aquitaine (Southwestern France). *Forest Policy and Economics*, 144, 102843. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102843>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

BioEconomía. (2020, 7 enero). Bioeconomía: una tendencia global -

BioEconomía. BioEconomía. <https://www.bioeconomia.info/2018/09/09/bioeconomia-una-tendencia-global>

BioEconomía. (2020b, enero 7). Bioeconomía: una tendencia global - BioEconomía.

*BioEconomía*. <https://www.bioeconomia.info/2018/09/09/bioeconomia-una-tendencia-global/>

Bioeconomía: tendencias globales. (2023). <https://www.agrositio.com.ar/noticia/230468-bioeconomia-tendencias-globales.html>

Bishop, G., Styles, D., & Lens, P. N. L. (2021). Environmental performance comparison of bioplastics and petrochemical plastics: A review of life cycle assessment (LCA) methodological decisions. *Resources, Conservation and Recycling*, 168, 105451. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105451>

Boulding, K. (1966). *Environmental Quality in a Growing Economy, Resources for the Future* (H. Jarrett, Ed.). Johns Hopkins University Press.

Brunnhofer, M., Gabriella, N., Schöggel, J., Stern, T., & Posch, A. (2020). The biorefinery transition in the European pulp and paper industry – A three-phase Delphi study including a SWOT-AHP analysis. *Forest Policy and Economics*, 110, 101882. [https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.forpol.2019.02.006](https://doi.org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.forpol.2019.02.006)

Cao, L., Yu, I. K. M., Xiong, X., Tsang, D. C. W., Zhang, S., Clark, J. H., Hu, C., Ng, Y. H., Shang, J., & Ok, Y. S. (2020). Biorenewable hydrogen production through biomass gasification: A review and future prospects. *Environmental Research*, 186, 109547. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.envres.2020.109547>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

- Carraresi, L., & Bröring, S. (2021). How does business model redesign foster resilience in emerging circular value chains? *Journal of Cleaner Production*, 289, 125823. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.jclepro.2021.125823>
- Chandel, A. K., Garlapati, V. K., Singh, A. K., Antunes, F. A. F., & da Silva, S. S. (2018). The path forward for lignocellulose biorefineries: Bottlenecks, solutions, and perspective on commercialization. *Bioresource Technology*, 264, 370-381. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.biortech.2018.06.004>
- Chizaryfard, A., Trucco, P. & Nuur, C. The transformation to a circular economy: framing an evolutionary view. *J Evol Econ* 31, 475–504 (2021). <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1007/s00191-020-00709-0>
- Dahmen, N., Lewandowski, I., Zibek, S., & Weidtmann, A. (2019). Integrated lignocellulosic value chains in a growing bioeconomy: Status quo and perspectives. *GCB Bioenergy*, 11(1), 107-117. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1111/gcbb.12586>
- D'Amato, D., Veijonaho, S., & Toppinen, A. (2020a). Towards sustainability? Forest-based circular bioeconomy business models in Finnish SMEs. *Forest Policy and Economics*, 110, 101848. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.forpol.2018.12.004>
- De Corato, U. (2020). Agricultural waste recycling in horticultural intensive farming systems by on-farm composting and compost-based tea application improves soil quality and plant health: A review under the perspective of a circular economy. *Science of the Total Environment*, 738, 139840. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.scitotenv.2020.139840>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Dominika Alexa Teigiserova, Lorie Hamelin, Marianne Thomsen, Review of high-value food waste and food residues biorefineries with focus on unavoidable wastes from processing, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 149, 2019, Pages 413-426, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.003>

Donner, M., & Radić, I. (2021). Innovative Circular Business Models in the Olive Oil Sector for Sustainable Mediterranean Agrifood Systems. *Sustainability*, 13(5)<https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.3390/su13052588>

Donner, M., Verniquet, A., Broeze, J., Kayser, K., & De Vries, H. (2021). Critical success and risk factors for circular business models valorising agricultural waste and by-products. *Resources, Conservation and Recycling*, 165, 105236. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.resconrec.2020.105236>

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>

Elisavet Angouria-Tsorochidou, Dominika Alexa Teigiserova, Marianne Thomsen Environmental and economic assessment of decentralized bioenergy and biorefinery networks treating urban biowaste, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 176, 2022, 105898, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105898>

Eyvindson, K., Repo, A., & Mönkkönen, M. (2018). Mitigating forest biodiversity and ecosystem service losses in the era of bio-based economy. *Forest Policy and Economics*, 92, 119-127. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.forpol.2018.04.009>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

F.-D. Vivien, M. Nieddu, N. Befort, R. Debref, M. Giampietro, The Hijacking of the Bioeconomy, *Ecological Economics*, Volume 159, 2019, Pages 189-197, ISSN 0921-8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.01.027>

Fernandez, S. S., & JUSMET, J. R. (2010). Agotamiento de los combustibles fósiles y emisiones de CO<sub>2</sub>: algunos posibles escenarios futuros de emisiones. *Revista Galega de Economía*, 19(1), 1-19.

Freitas, J. V., Bilatto, S., Squinca, P., Pinto, A. S. S., Brondi, M. G., Bondancia, T. J., Batista, G., Klaic, R., & Farinas, C. S. (2021). Sugarcane biorefineries: potential opportunities towards shifting from wastes to products. *Industrial Crops and Products*, 172, 114057. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.indcrop.2021.114057>

G Rodríguez, A. (2017). La bioeconomía: Oportunidades y desafíos para el desarrollo rural, agrícola y agroindustrial en América latina y el caribe. *BOLETÍN CEPAL-FAO-IICA*. Recuperado 9 de noviembre de 2023, de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6384/BVE18019630e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hagman, L., Eklund, M. & Svensson, N. Assessment of By-product Valorisation in a Swedish Wheat-Based Biorefinery. *Waste Biomass Valor* 11, 3567–3577 (2020). <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1007/s12649-019-00667-0>

Haider, M. N., Liu, C., Tabish, T. A., Balakrishnan, D., Show, P., Qattan, S. Y., Gull, M., & Mehmood, M. A. (2022a). Resource Recovery of the Wastewater-Derived Nutrients into Algal Biomass Followed by Its Cascading Processing to Multiple Products in a Circular Bioeconomy Paradigm. *Fermentation*, 8(11)<https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.3390/fermentation8110650>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Hernández, C. C., & Morcela, O. A. (2017). Nuevas empresas biotecnológicas como estrategia de desarrollo de la bioeconomía sustentable. *Divulgatio. Perfiles académicos De Posgrado*, 1(02), 1–12. <https://doi.org/10.48160/25913530di02.31>

Idiano D'Adamo, Pasquale Marcello Falcone, Enrica Imbert, Piergiuseppe Morone, A Socio-economic Indicator for EoL Strategies for Bio-based Products, *Ecological Economics*, Volume 178, 2020, 106794, ISSN 0921-8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106794>

Jaso-Sánchez, Marco Aurelio. (2021). Análisis metodológico de los estudios prospectivos que exploran el futuro de la bioeconomía. *Nova scientia*, 13(26), 00014. Epub 30 de agosto de 2021. <https://doi.org/10.21640/ns.v13i26.2272>

Jhonathan Fernandes Torres de Souza, Sérgio A. Pacca, Carbon reduction potential and costs through circular bioeconomy in the Brazilian steel industry, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 169, 2021, 105517, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105517>

Joseph, S., Cowie, A. L., Van Zwieten, L., Bolan, N., Budai, A., Buss, W., Cayuela, M. L., Graber, E. R., Ippolito, J. A., Kuzyakov, Y., Luo, Y., Ok, Y. S., Palansooriya, K. N., Shepherd, J., Stephens, S., Weng, Z. (., & Lehmann, J. (2021). How biochar works, and when it doesn't: A review of mechanisms controlling soil and plant responses to biochar. *GCB Bioenergy*, 13(11), 1731-1764. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12885>

Jportuondo. (2021, 7 octubre). 10 empresas más Grupo SPRI, EVE, Neiker y HAZI, primeros miembros de la Alianza Vasca por la Bioeconomía para diversificar la economía de Euskadi y contribuir a un desarrollo sostenible. SPRI. <https://www.spri.eus/es/teics-comunicacion/10-empresas-mas->

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

[grupo-spri-eve-neiker-y-hazi-primeros-miembros-de-la-alianza-vasca-por-la-bioeconomia-para-diversificar-la-economia-de-euskadi-y-contribuir-a-un-desarrollo-sostenible/](#)

Kieran Campbell-Johnston, Walter J.V. Vermeulen, Denise Reike, Sabrina Brullot, The Circular Economy and Cascading: Towards a Framework, *Resources, Conservation & Recycling: X*, Volume 7, 2020, 100038, ISSN 2590-289X, <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2020.100038>

Kircher, M. (2022). Economic Trends in the Transition into a Circular Bioeconomy. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(2), 44. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/jrfm15020044>

Kranti Navare, Bart Muys, Karl C. Vrancken, Karel Van Acker, Circular economy monitoring – How to make it apt for biological cycles?, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 170, 2021, 105563, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105563>

Kumar, D., & Singh, B. (2019). Algal biorefinery: An integrated approach for sustainable biodiesel production. *Biomass and Bioenergy*, 131, 105398. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.biombioe.2019.105398>

*La bioeconomía y los empleos verdes en Colombia*. (2021, diciembre). Organización Internacional del Trabajo. Recuperado 16 de enero de 2024, de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-lima/documents/publication/wcms\\_836296.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-lima/documents/publication/wcms_836296.pdf)

La Nota Económica. (2022, 19 mayo). 80 empresas han logrado la certificación como «Empresa B» - La nota económica. <https://lanotaeconomica.com.co/movidas-empresarial/80-empresas-han-logrado-la-certificacion-como-empresa-b/>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

- Lane, J. (2023, 23 marzo). *The 50 hottest companies in the bioeconomy 2023 : The Daily Digest*.  
<https://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2023/03/23/the-50-hottest-companies-in-the-bioeconomy-2023/14/>
- Lange L (2022) Business Models, Including Higher Value Products for the New Circular, Resource-Efficient Biobased Industry. *Front. Sustain.* 3:789435. doi: 10.3389/frsus.2022.789435
- Langella, C. (2022). Más diseño, menos residuos: Supra-reciclaje, bioinspiración y emprendimiento basado en el diseño. *Base Diseño e Innovación*, 7(7), 26-41.  
<https://doi.org/10.52611/bdi.num7.2022.806>
- Laurens, L. M. L. (2021). A new algae technical standards focus group: Summarizing and guiding the algae state of the art. *Algal Research*, 53, 102141. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.algal.2020.102141>
- Li, J., Goerlandt, F., & Reniers, G. (2021). An overview of scientometric mapping for the safety science community: Methods, tools, and framework. *Safety Science*, 134, 105093. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.ssci.2020.105093>
- Luana Ladu, Enrica Imbert, Rainer Quitzow, Piergiuseppe Morone, The role of the policy mix in the transition toward a circular forest bioeconomy, *Forest Policy and Economics*, Volume 110, 2020, 101937, ISSN 1389-9341, <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.05.023>
- McCormick, K., & Kautto, N. (2013). The Bioeconomy in Europe: An Overview. *Sustainability*, 5(6), 2608. <https://doi.org/10.3390/su5062589>
- Melgar, M. S., Silva, R. M., Falcón, W. K., & Álvarez, J. W. (2022). Bioeconomía circular y valorización de residuos de la industria procesadora de la manzana. *Idesia*, 40(3), 95-102.  
<https://doi.org/10.4067/s0718-34292022000300095>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

- Ming-Yang, L., & Yao, Y. (2021). Applications of artificial intelligence-based modeling for bioenergy Systems: a review. *Gcb Bioenergy*, 13(5), 774-802. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12816>
- Miño, B. (2020). Bioeconomía: una alternativa para la conservación. *Letras Verdes.Revista Latinoamericana De Estudios Socioambientales*, , 13-30. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.27.2020.3984>
- Morcela, O. A. (2017, 31 mayo). Nuevas empresas biotecnológicas como estrategia de desarrollo de la bioeconomía sustentable. <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/1238>
- Mougenot, B., Doussoulin, JP. Conceptual evolution of the bioeconomy: a bibliometric analysis. *Environ Dev Sustain* 24, 1031–1047 (2022). <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1007/s10668-021-01481-2>
- Murillo, S. E. P., & Galán, J. E. L. (2020). Desarrollo sostenible y oportunidad de aprendizaje de las biorrefinerías: Una alternativa de la biomasa. *Revista de ciencias sociales*, 26(2), 401-413.
- Mutanda, T., Naidoo, D., Bwapwa, J., & Anandraj, A. (2020). Biotechnological Applications of Microalgal Oleaginous Compounds: Current Trends on Microalgal Bioprocessing of Products. *Frontiers in Energy Research*, 8<https://doi.org/10.3389/fenrg.2020.598803>
- Neste OYJ Case Study | IBM. (2023). <https://www.ibm.com/case-studies/neste>
- Neste: turning sustainable wastes and residues into a business opportunity - World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). (2020). World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). <https://www.wbcd.org/Archive/Factor-10/Circular-bioeconomy-the-business-opportunity-contributing-to-a-sustainable-world/Neste-Turning-sustainable-wastes-and-residues-into-a-business-opportunity>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

Paes, L. A. B., Stolte Bezerra, B., Jugend, D., & Liar Agudo, F. (2022). Prospects for a circular bioeconomy in urban ecosystems: Proposal for a theoretical framework. *Journal of Cleaner Production*, 380, 134939. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.jclepro.2022.134939>

Plan Nacional de Negocios Verdes - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022, 20 diciembre). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/negocios-verdes/plan-nacional-de-negocios-verdes/>

Public perceptions of using forests to fuel the European bioeconomy: Findings from eight university cities, *Forest Policy and Economics*, Volume 140, 2022,102749, ISSN 1389-9341, <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102749>

*Qué Es Una Cooperativa* (2021) ICA. Disponible en: <https://www.ica.coop/es/cooperativas/que-es-una-cooperativa>

Region Anual Red Pymes Mercosur : «Pymes, desarrollo sustentable e innovación productiva a nivel sectorial y territorial» (26.a ed.). (s. f.). Sonia Roitter y Mariana Sauchelli. <http://redpymes.org.ar/wp-content/uploads/2021/10/Libro-de-Res%C3%BAmenes-26-Reuni%C3%B3n-Anual-Red-Pymes-Mercosur>

Rodríguez, A. G., Rodrigues, M. D. S., & Sotomayor Echenique, O. (2019). *Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe: elementos para una visión regional*

Ronzon, T., Iost, S. & Philippidis, G. Has the European Union entered a bioeconomy transition? Combining an output-based approach with a shift-share analysis. *Environ Dev Sustain* 24, 8195–8217 (2022). <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1007/s10668-021-01780-8>

- Rorrer, N. A., Nicholson, S., Carpenter, A., Bidy, M. J., Grundl, N. J., & Beckham, G. T. (2019). Combining Reclaimed PET with Bio-based Monomers Enables Plastics Upcycling. *Joule*, 3(4), 1006-1027. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.joule.2019.01.018>
- Rufí-Salís, M., Petit-Boix, A., Villalba, G., Gabarrell, X., & Leipold, S. (2021). Combining LCA and circularity assessments in complex production systems: the case of urban agriculture. *Resources, Conservation and Recycling*, 166, 105359. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105359>
- Ruiz, H. A., Conrad, M., Sun, S., Sanchez, A., Rocha, G. J. M., Romání, A., Castro, E., Torres, A., Rodríguez-Jasso, R. M., Andrade, L. P., Smirnova, I., Sun, R., & Meyer, A. S. (2020). Engineering aspects of hydrothermal pretreatment: From batch to continuous operation, scale-up and pilot reactor under biorefinery concept. *Bioresource Technology*, 299, 122685. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.biortech.2019.122685>
- S. Vanhamäki, M. Virtanen, S. Luste, K. Manskinen, Transition towards a circular economy at a regional level: A case study on closing biological loops, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 156, 2020, 104716, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.10471>
- S. Vanhamäki, M. Virtanen, S. Luste, K. Manskinen, Transition towards a circular economy at a regional level: A case study on closing biological loops, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 156, 2020, 104716, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.10471>
- Schmidt, H., Anca-Couce, A., Hagemann, N., Werner, C., Gerten, D., Lucht, W., & Kammann, C. (2019). Pyrogenic carbon capture and storage. *GCB Bioenergy*, 11(4), 573-591. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12553>

- Shah, K. K., Modi, B., Pandey, H., Subedi, A., Aryal, G., Pandey, M., & Shrestha, J. (2021). Diversified Crop rotation: An approach for sustainable agriculture production. *Advances in agriculture*, 2021, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2021/8924087>
- Sherwood, J. (2020). The significance of biomass in a circular economy. *Bioresource Technology*, 300, 122755. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.biortech.2020.122755>
- Sherwood, J. (2020). The significance of biomass in a circular economy. *Bioresource Technology*, 300, 122755. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.biortech.2020.122755>
- Singh, J., Sung, K., Cooper, T., West, K., & Mont, O. (2019). Challenges and opportunities for scaling up upcycling businesses – The case of textile and wood upcycling businesses in the UK. *Resources, Conservation and Recycling*, 150, 104439. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104439>
- Singh, P. K., Mohanty, P., Mishra, S., & Adhya, T. K. (2022). Food Waste Valorisation for Biogas-Based Bioenergy Production in Circular Bioeconomy: Opportunities, Challenges, and Future Developments. *Frontiers in Energy Research*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.903775>
- State Development, Infrastructure, Local Government and Planning. (2023, 4 julio). Working in a consortium. Business Queensland. <https://www.business.qld.gov.au/running-business/marketing-sales/tendering/improve-approach/competitive/collaborative/consortium>
- Stegmann, P., Londo, M., & Junginger, M. (2020). The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters. *Resources, Conservation & Recycling*: X, 6, 100029. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.rcrx.2019.100029>

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

- Teigiserova, D. A., Hamelin, L., & Thomsen, M. (2019). Review of high-value food waste and food residues biorefineries with focus on unavoidable wastes from processing. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 413-426. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.003>
- Tiso, T., Narancic, T., Wei, R., Pollet, E., Beagan, N., Schröder, K., Honak, A., Jiang, M., Kenny, S. T., Wierckx, N., Perrin, R., Avérous, L., Zimmermann, W., O'Connor, K., & Blank, L. M. (2021). Towards bio-upcycling of polyethylene terephthalate. *Metabolic Engineering*, 66, 167-178. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.ymben.2021.03.011>
- Ubando, A. T., Felix, C. B., & Chen, W. (2020). Biorefineries in circular bioeconomy: A comprehensive review. *Bioresource Technology*, 299, 122585. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.biortech.2019.122585>
- Viaggi, D., Bartolini, F., & Raggi, M. (2022). The Bioeconomy in economic literature: looking back, looking ahead. *Bio-Based and Applied Economics*, 10(3), 169–184. <https://doi.org/10.36253/bae-10881>
- Villanueva-Mejía, D. F. (2018). Estudios sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia. *Estudios Sobre La Bioeconomía Como Fuente de Nuevas Industrias Basadas En El Capital Natural de Colombia*, 1-49
- Vivien, F. -, Nieddu, M., Befort, N., Debref, R., & Giampietro, M. (2019). The Hijacking of the Bioeconomy. *Ecological Economics*, 159, 189-197. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.01.027>
- von Cossel, M., Wagner, M., Lask, J., Magenau, Bauerle, A., Warrach-Sagi, K., Elbersen, W., Staritsky, I. G., van Eupen, M., Iqbal, Y., Jablonowski, Happe, Fernando, A., Scordia, D., Cosentino, S.,

## BIOECONOMÍA Y LOS MODELOS DE NEGOCIO

- Wulfmeyer, Lewandowski, I., & Winkler, B. (2019). Prospects of Bioenergy Cropping Systems for A More Social-Ecologically Sound Bioeconomy. *Agronomy*, 9, 605. <https://doi.org/10.3390/agronomy9100605>
- Von Cossel, Wagner, Lask, Magenau, Bauerle, Von Cossel, Warrach-Sagi, et al. (2019). Prospects of Bioenergy Cropping Systems for A More Social-Ecologically Sound Bioeconomy. *Agronomy*, 9(10), 605. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy9100605>
- Wang, Z., Xu, G., Wang, Z. et al. Sustainability of agricultural waste power generation industry in China: criteria relationship identification and policy design mechanism. *Environ Dev Sustain* 24, 3371–3395 (2022). <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1007/s10668-021-01570-2>
- Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., Schindele, S., & Högy, P. (2019). Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(4), 35. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0581-3>
- Willi Haas, Fridolin Krausmann, Dominik Wiedenhofer, Christian Lauk, Andreas Mayer, Spaceship earth's odyssey to a circular economy - a century long perspective, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 163, 2020, 105076, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105076>
- Wollmann, F., Dietze, S., Ackermann, J., Bley, T., Walther, T., Steingroewer, J., & Krujatz, F. (2019). Microalgae wastewater treatment: Biological and technological approaches. *Engineering in Life Sciences*, 19(12), 860-871. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1002/elsc.201900071>

Zeug, W., Bezama, A. & Thrän, D. Application of holistic and integrated LCSA: Case study on laminated veneer lumber production in Central Germany. *Int J Life Cycle Assess* 27, 1352–1375 (2022).

<https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1007/s11367-022-02098-x>