

BIOECONOMÍA: ANÁLISIS DE INICIATIVAS GLOBALES Y TENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN

BIOECONOMY: ANALYSIS OF GLOBAL INITIATIVES AND RESEARCH TRENDS

GLORIA APONTE FIGUEROA*

Centro de Investigación y Desarrollo
de Ingeniería – UCAB, Venezuela

gapontef@ucab.edu.ve

<https://orcid.org/0000-0002-1029-8264>

JOHANA DELGADO URDANETA**

Centro de Investigación y Desarrollo
de Ingeniería, UCAB, Venezuela

jodelgad@ucab.edu.ve

<https://orcid.org/0000-0003-2913-1226>

BEATRIZ SOLEDAD RODRÍGUEZ***

Centro de Investigación y Desarrollo
de Ingeniería, UCAB, Venezuela

Universidad Metropolitana, Venezuela

bsoledad@ucab.edu.ve

<https://orcid.org/0000-0002-0705-674X>

Fecha de recepción: 04/02/2025-Fecha de aceptación: 19/10/2025

<https://doi.org/10.54642/RVAC.2025.31.2.02>

* Doctora en Gestión de Investigación y Desarrollo (Universidad Central de Venezuela, UCV); Especialista y Magister en Sistemas de Información, Universidad Católica Andrés Bello, UCAB), Ingeniero Químico (UCV). Profesora en el Doctorado en Ingeniería y la Maestría de Sistemas de Información, Sistemas de la Calidad y Gerencia de Proyectos en la UCAB. Consultora en el área de vigilancia e inteligencia tecnológica y gerencia de proyectos. Experto de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual en el proyecto Creación de Centros de Apoyo a la Tecnología y la Innovación en diversos países de América Latina y en los cursos online en materia de patentes de invención.

** Ingeniero Industrial y Licenciada en Comunicación Social, mención Publicidad, con concentraciones en Producción Audiovisual y Comunicaciones Integradas de Mercadeo (Universidad Católica Andrés Bello, UCAB). Profesora ordinaria en la Escuela de Ingeniería Industrial de la UCAB y miembro del Comité de Trabajos de Grado. Jefa de Redacción de la Revista *Tekhné* de la Facultad de Ingeniería, UCAB. Consultora en áreas de sostenibilidad, mejora de procesos, cadena de suministros y desarrollo de estrategias de mercadeo.

*** Doctora en Química (Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED, España); Magister en Química, (Universidad Simón Bolívar, USB, Venezuela), Especialista en Finanzas de la Empresa, (Universidad Simón Bolívar, USB, Venezuela). Licenciada en Química, (Universidad Simón Bolívar, USB, Venezuela) Profesora en el Doctorado en Ingeniería (UCAB), Profesora del Diplomado en Tecnología de Alimentos, (Unimet) Profesora de pregrado en Ingeniería industrial, Ingeniería Civil y Educación, mención Biología y Química, UCAB. Profesora de pregrado en Ingeniería en la Unimet. Consultora en el área de tecnología de alimentos y productos farmacéuticos. Directora de la Revista *Tekhné* de la Facultad de Ingeniería, UCAB.



Este artículo y sus anexos se distribuyen por la *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual

RESUMEN

La bioeconomía se ha convertido en un enfoque esencial para abordar algunos de los desafíos más apremiantes del siglo XXI, como el cambio climático, la seguridad alimentaria y la transición hacia una economía sostenible. Este artículo ofrece un análisis exhaustivo de las tendencias globales en bioeconomía, destacando la evolución del concepto desde sus orígenes hasta su actual relevancia en la política y la ciencia. Mediante una metodología de revisión documental y análisis bibliométrico de publicaciones especializadas, este trabajo identifica las principales áreas de investigación y los actores clave. Estados Unidos, Alemania y Brasil emergen como líderes en la producción científica, especialmente en áreas como las energías renovables, la sostenibilidad y la biotecnología. Además, se examinan las iniciativas globales impulsadas por entidades como la Organización de las Naciones Unidas y la Unión Europea, las cuales fomentan el desarrollo de la bioeconomía como estrategia para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y promover una economía más verde y justa. Los resultados revelan la importancia de una cooperación internacional más estrecha y la creación de políticas claras para fomentar un crecimiento económico sostenible y basado en la innovación biotecnológica.

Palabras clave: bioeconomía/ tendencias globales/ biorrecursos/ sostenibilidad.

ABSTRACT

The bioeconomy has become an essential approach to addressing some of the most pressing challenges of the 21st century, such as climate change, food security, and the transition to a sustainable economy. This article provides a comprehensive analysis of global trends in the bioeconomy, highlighting the evolution of the concept from its origins to its current relevance in policy and science. Through a methodology of document review and bibliometric analysis of specialized publications, this work identifies the main research areas and key players. The United States, Germany, and Brazil emerge as leaders in scientific production, particularly in areas such as renewable energy, sustainability, and biotechnology. Furthermore, global initiatives promoted by entities such as the United Nations and the European Union are examined, which encourage the development of the bioeconomy as a strategy to reduce dependence on fossil fuels and promote a greener and fairer economy. The findings highlight the need for closer international cooperation and the establishment of clear policies to foster sustainable and biotechnological innovation-based economic growth.

Keywords: bioeconomy/ global trends/ bioresources/ sustainability.

Código JEL: Q27, Q56

INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales se han ido deteriorando por la actividad humana, lo que ha provocado impactos adversos en el medio ambiente, la biodiversidad, y los recursos de agua y tierra. Por lo tanto, la búsqueda de alternativas para manejar esta situación constituye un deber ético y social. Para lograr las metas de desarrollo sostenible y contribuir a la mejora del planeta, resulta esencial fomentar una transición hacia una economía más sustentable. Para ello, se requieren progresos innovadores en los sectores primarios que generen más tecnologías y métodos eficientes que incrementen la productividad en agricultura, bosques y acuicultura, sin comprometer la capacidad de carga del planeta ni su biodiversidad. Hodson (2018), indica que seguir el mismo esquema de desarrollo no es una alternativa y, por ende, resulta esencial ajustar los patrones económicos y sociales si se busca alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas.

El proceso de transformación de recursos biológicos renovables (insumos) en diferentes materiales, productos químicos y energía (productos) se conoce como «bioeconomía» (Ferraz y Pyka, 2023; Mittra y Zoukas, 2020; Wei *et al.*, 2022). Desde un punto de vista epistemológico, la bioeconomía puede describirse como una disciplina en ascenso e interdisciplinaria que aspira a entender y modelar la compleja interacción entre los sistemas biológicos, los sistemas económicos y los sistemas sociales, enfocándose en la utilización sostenible y eficaz de los recursos biológicos para producir valor.

Zúniga-Gonzalez *et al.* (2022), en un trabajo investigación centrado en estudiar los fundamentos y métodos del conocimiento científico de la bioeconomía, concluyen que el mercado está siendo paulatinamente ajustado por los procesos bioeconómicos, conduciendo a una reconfiguración social, tecnológica y normativa de sus principios y de sus dinámicas hacia espacios sociales y naturales previamente regulados por otros principios o simplemente no regulados. Y en esta reestructuración tecnológica de la bioeconomía, la biomasa residual (microbiana, vegetal o animal) está cristianizando la investigación, la innovación y la tecnología. En esta transformación la academia juega un rol fundamental con sus investigadores, técnicos, especialistas en laboratorios que utilizan, de manera innovadora (exosomática), la biomasa residual para generar productos y servicios amigables con el medio ambiente, manteniendo la eficiencia intacta con un producto útil socialmente (entropía baja). Por lo tanto, la bioeconomía depende de la naturaleza para proporcionar los recursos biológicos o materias primas necesarios. Puede describirse como una relación bidireccional entre la naturaleza y la sociedad, lo cual incluye dos aspectos: uno, la dependencia de

la biodiversidad por parte de las personas, la economía y la sociedad; y otro, los efectos de las acciones humanas sobre la biodiversidad (De Schutter *et al.*, 2019; Ramcilovic-Suominen *et al.*, 2022).

La bioeconomía busca abordar de manera coherente una variedad de desafíos globales, como el cambio climático, la seguridad alimentaria, la salud y la seguridad energética. Al mismo tiempo, se cree que la bioeconomía impulsa la innovación gracias a los avances en ciencias biológicas e ingeniería (FAO, 2019). No obstante, no parece haber consenso sobre el significado exacto de la bioeconomía; algunas fuentes la describen como una nueva vía de progreso, un modelo alternativo a la economía actual basada en el petróleo. Se considera que la bioeconomía es una nueva narrativa maestra que aborda y supera los límites del sistema económico actual.

La bioeconomía se centra en la biomasa o los recursos. El objetivo de la bioeconomía es pasar del uso de combustibles fósiles al uso de recursos biológicos en la producción y el uso de materiales como plásticos, textiles y productos químicos. Esto contribuirá a un desarrollo más sostenible y brindará a los seres humanos una vida diaria «más verde», «más justa» e «más inclusiva» (FAO, 2019).

En este artículo se presenta un panorama sobre la bioeconomía, que incluye sus diferentes definiciones y perspectivas; así como las iniciativas globales que han surgido y las principales tendencias globales tomando en cuenta las publicaciones en revistas y congresos especializados en el área.

ASPECTOS TEÓRICOS SOBRE BIOECONOMÍA

Nicholas Georgescu-Roegen fue el primero en proponer el término bioeconomía (1975, 1977) y enfatizó el origen biológico de los procesos económicos, lo que llevó a destacar los problemas que enfrenta la humanidad al depender de una cantidad limitada de recursos utilizables (como la tierra apta para la agricultura) y que se distribuyen de manera desigual (CEPAL, 2017).

La definición de bioeconomía ha estado en continua expansión desde su surgimiento como concepto (Wei *et al.*, 2022); entre 1998 y 2002, se centró en la gestión de los recursos naturales, específicamente en la pesca; entre 2003 y 2012, se incluyen en las investigaciones temas sobre tasas sostenibles de explotación, protección del medio marino, dinámica de poblaciones y energía renovable; desde 2013 hasta 2017, los investigadores agregaron un enfoque en la transformación de biomasa en productos de base biológica, biotecnología y nuevos sistemas agrícolas y finalmente, desde 2018, las investigaciones han explorado cada vez más la relación entre la bioeconomía y el desarrollo sostenible.

Hay varias definiciones de bioeconomía en la literatura que reflejan este concepto. Por ejemplo, la organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) adoptó una forma temprana del concepto de bioeconomía en 2004, afirmando que una economía de base biológica se define como un concepto que utiliza recursos biológicos renovables, bioprocesos eficientes y clústeres ecoindustriales para producir bioproductos, empleos e ingresos sostenibles (Rodino, 2018). Cinco años después, la misma organización define la bioeconomía como el proceso de transformar el conocimiento de las ciencias de la vida en productos nuevos, sostenibles, ambientalmente eficientes y competitivos (OCDE, 2009). Esta definición apunta al potencial de la innovación para convertir y utilizar los recursos biológicos de manera más eficiente.

No existe una definición estándar de bioeconomía en la literatura. El alcance, el enfoque y la definición de la bioeconomía varían de un país a otro, dependiendo de las capacidades tecnológicas, la base de recursos naturales y las políticas económicas y comerciales del país. Sin embargo, todos los países que cuentan con una definición de bioeconomía la consideran transversal y abarca todos o muchos sectores (por ejemplo, agricultura, textiles, productos químicos, energía y productos farmacéuticos). Las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina (NASEM, por sus siglas en inglés) dividen en tres categorías o visiones las diferencias observadas en cómo los países definen su bioeconomía: (1) visiones tecnológicas, biología, (2) visión de recursos biológicos, y (3) visión ecológica (Academia Nacional de Ciencias, 2020).

En la visión de la biotecnología, las actividades de la bioeconomía se centran en la generación de conocimiento científico a través de la manipulación intencional del ADN y procesos de producción que operan a nivel molecular, con el objetivo de comercializar estos procesos y desarrollar nuevos productos y tecnologías comerciales mediante la producción biológica. Paralelamente, la visión de los biorrecursos implica la conversión de biomasa y materiales biológicos, como cultivos y árboles, en fuentes de energía y/o nuevos productos, incluidos bioplásticos y biocombustibles.

Por su parte, la visión ecológica enfatiza la importancia de los procesos ecológicos para optimizar el uso de energía y nutrientes, promover la biodiversidad y prevenir los monocultivos y la degradación de la tierra. Estas categorías o visiones, aunque distintas, no son mutuamente excluyentes, como se ilustra en la Tabla 1, que presenta algunas definiciones de bioeconomía utilizadas por diversos países y organizaciones internacionales.

Tabla 1
Algunas definiciones sobre bioeconomía

País	Definición
Alemania	El Gobierno Federal de Alemania define la bioeconomía como «la producción, explotación y uso de recursos, procesos y sistemas biológicos para proporcionar productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos en el marco de una economía orientada al futuro» (International Advisory Council on Global Bioeconomy, 2020, p. 102)
Brasil	«La generación de productos y servicios innovadores basados en los recursos naturales y los servicios ecosistémicos del país» (German Bioeconomy Council, 2018, p. 32).
Estados Unidos	En una «Cumbre sobre la bioeconomía de Estados Unidos» de la Casa Blanca de 2019 se afirmó que «la bioeconomía representa la infraestructura, la innovación, los productos, la tecnología y los datos derivados de los procesos y la ciencia relacionados con la biología que impulsan el crecimiento económico, mejoran la salud pública, la agricultura y los beneficios de seguridad» (Office of Science and Technology Policy, 2019, p. 3).
FAO	La FAO utiliza la definición de bioeconomía adoptada en la Cumbre Mundial sobre Bioeconomía de 2018. «La bioeconomía es la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, incluidos los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados, para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos con el objetivo de lograr una economía sostenible» (Gómez, Bogdanski y Dubois, 2019, p. ix)
Italia	La bioeconomía abarca la integración de «la producción sostenible de recursos biológicos renovables y la conversión de estos recursos y flujos de desechos en productos de valor añadido, como alimentos, piensos, productos de base biológica y bioenergía» (International Advisory Council on Global Bioeconomy, 2020, p. 116)
Japón	La bioeconomía es un «concepto que expande una economía y una sociedad circulares sostenibles y renovables mediante el uso de biotecnología y recursos biológicos renovables» (International Advisory Council on Global Bioeconomy, 2020, p. 54)
Suráfrica	La definición sudafricana de bioeconomía se refiere a «actividades que hacen uso de bioinnovaciones, basadas en fuentes, materiales y procesos biológicos para generar un desarrollo económico, social y ambiental sostenible» (International Advisory Council on Global Bioeconomy, 2020, p. 25).
Unión Europea (UE)	«La bioeconomía abarca todos los sectores y sistemas que dependen de recursos biológicos (animales, plantas, microorganismos y biomasa derivada, incluidos los desechos orgánicos), sus funciones y principios. Incluye e interrelaciona: los ecosistemas terrestres y marinos y los servicios que proporcionan; todos los sectores de producción primaria que utilizan y producen recursos biológicos (agricultura, silvicultura, pesca y acuicultura); y todos los sectores económicos e industriales que utilizan recursos y procesos biológicos para producir alimentos, piensos, productos de base biológica, energía y servicios» (European Commission, 2018, p. 4).

METODOLOGÍA

Este estudio se llevó a cabo mediante una investigación documental, complementada con la técnica del análisis de contenido, para entender y analizar críticamente las publicaciones más relevantes en el campo de la bioeconomía. Adicionalmente, se empleó el análisis bibliométrico para evaluar las tendencias de las publicaciones

utilizando la base de datos internacional Lens.org, cuyo alcance es multidisciplinario y abarca más de 200 millones de documentos académicos. Estos incluyen artículos de revistas y congresos especializados, libros, tesis e informes en diversas áreas del conocimiento, además de documentos de patentes. También se recopiló y analizó información relevante publicada por organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la Unión Europea (UE) y el gobierno de Estados Unidos. Para este estudio, solo se consideraron artículos publicados en revistas y congresos. La búsqueda de información se realizó utilizando las siguientes palabras clave: *bioeconomy* OR «*bio-economy*» OR «*bio-based economy*» OR «*biobased economy*», restringidas a los campos de título, resumen, palabras clave y campo de estudio. Luego se revisaron los documentos obtenidos, eliminando duplicados y aquellos no relevantes. El conjunto definitivo de información fue procesado estadísticamente con la herramienta Analysis, una aplicación en línea que ofrece la base de datos Lens.org.

INICIATIVAS GLOBALES EN EL ÁREA DE BIOECONOMÍA

Las iniciativas globales están prestando cada vez más atención a la bioeconomía. Aunque los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) no mencionan explícitamente la bioeconomía, su enfoque integrado es consistente con la teoría y el concepto de bioeconomía y la Agenda. Los ODS han brindado cierto impulso al desarrollo de la bioeconomía en todo el mundo. Además, tres cumbres mundiales de bioeconomía han tenido vínculos fuertes y claros con los Objetivos de Desarrollo Sostenible; el G20 y la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se encuentran entre las organizaciones que han hecho pública la adopción de iniciativas de bioeconomía en los últimos años.

La ONU, como destaca la iniciativa FAO 2023, incluye como estrategia científica la integración de las bioeconomías sostenibles y circulares para transformar los sistemas alimentarios, el cambio climático y la biodiversidad (FAO, 2023). La política de la FAO sostiene que la bioeconomía puede ser una vía importante para transformar los sistemas agrícolas y alimentarios sostenibles para hacerlos más eficientes, inclusivos, resilientes y sostenibles, sin dejar a nadie atrás. Subraya que el trabajo de la FAO en el campo de la bioeconomía está estrechamente vinculado a los objetivos de la estrategia de la Organización y los planes de acción relacionados sobre la integración de la biodiversidad en los sectores agrícolas, el cambio climático, la ciencia y la innovación, y la responsabilidad ambiental de las empresas (International Advisory Council on Bioeconomy, 2024).

El G20 tomó la iniciativa bajo el liderazgo del Gobierno de la India en 2023 y publicó un documento titulado «Bioeconomía circular y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Propuestas para el G20» (Think20, 2023). Bajo la presidencia brasileña del G20 en 2024, el llamado Track Sherpa cuenta con grupos de trabajo (uno para establecer la Alianza Global Contra la Pobreza y otro para movilizarse globalmente contra el cambio climático) y la Iniciativa de Bioeconomía (G20Brasil, 2024). Recientemente se ha establecido la Alianza Global Biofoundry para coordinar actividades en todo el mundo relacionadas con biología sintética (International Advisory Council on Bioeconomy, 2024).

La iniciativa global Think Tank, apoyada por el Consejo Asesor Internacional sobre la Bioeconomía Global (IACGB, por sus siglas en inglés), promueve nuevos avances en la bioeconomía global. El Consejo es una organización asesora independiente de aproximadamente 40 líderes de alto nivel y expertos en bioeconomía de todo el hemisferio, que representan una variedad de orígenes y experiencias.

Aunque los miembros del IACGB se representan a sí mismos, muchos de ellos también asesoran sobre los panoramas bioeconómicos y gubernamentales de los países o regiones con los que interactúan. IACGB inicia, desarrolla y organiza la Cumbre Global de Bioeconomía, la conferencia y plataforma global líder para compartir y discutir los últimos desarrollos en la bioeconomía sostenible y circular en todo el mundo (International Advisory Council on Bioeconomy, 2024).

Las estrategias de bioeconomía, como las implementadas por la Unión Europea y algunos países europeos, recientemente han experimentado actualizaciones significativas. Al mismo tiempo, han surgido innovaciones políticas destacadas en Estados Unidos, China, África y América Latina. Estas innovaciones no ocurren de forma aislada y pueden tener un impacto positivo mutuo; además, son relevantes para las iniciativas globales y multilaterales, especialmente de cara al G20 2024 y más allá, así como en el sistema de las Naciones Unidas en el contexto de la próxima Cumbre de las Naciones Unidas sobre la Alimentación (G20Brasil, 2024).

En Estados Unidos, la ‘Iniciativa de Bioeconomía de Mil Millones de Toneladas: Desafíos y Oportunidades’ se publicó en 2016, describiendo las acciones políticas implementadas por ocho agencias federales para promover el desarrollo de la bioeconomía. Este enfoque refleja un compromiso continuo con la expansión de la bioeconomía a través de políticas y acciones coordinadas (G20Brasil, 2024).

Por otro lado, en 2018, la Unión Europea anunció una nueva Estrategia de Bioeconomía, que incluye tres planes de acción y políticas principales: fortalecer el desarrollo de bioindustrias; establecer una base de inversión para la economía

circular; y promover el desarrollo de nuevas biorrefinerías sostenibles. Esto también incluye la creación de un mecanismo de apoyo a las políticas de bioeconomía de la UE en el marco del programa 'Horizonte 2020' para estimular el desarrollo de políticas regionales y de los Estados miembros (Horizonte 2020).

Además, se están implementando proyectos piloto para desarrollar la bioeconomía en zonas rurales, costeras y urbanas. Estos proyectos están apoyados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y se proyectan hasta el año 2024 (United Nations Environment Programme, 2024).

La Comisión Europea está implementando políticas ecológicas y ambientales, incluido el establecimiento de un sistema de monitoreo y evaluación en toda la UE para seguir el progreso en la bioeconomía circular y sostenible, utilizando plataformas como el Centro de Conocimiento de Bioeconomía para recopilar y acceder a datos e información relevantes, crear conciencia, brindar orientación y ejemplos sobre cómo funcionan los sistemas de bioeconomía dentro de un marco respetuoso con el medio ambiente (United Nations Environment Programme, 2024).

En 2019, la Oficina de Política Científica y Tecnológica de los Estados Unidos organizó la Cumbre de Bioeconomía de los EE.UU., que propuso construir la fuerza laboral de la bioeconomía del futuro mediante la promoción y protección de datos e infraestructura críticos de la bioeconomía, y fortalecer el ecosistema de innovación para priorizar el desarrollo de la bioeconomía en los presupuestos críticos de investigación y desarrollo (United Nations Environment Programme, 2024).

En 2020, las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina de los EE.UU. publicaron el informe «Safeguarding the Bioeconomy» (Cómo proteger la bioeconomía), en el que se describen los riesgos a los que se enfrenta la bioeconomía de los EE.UU. y las medidas estratégicas para mantener su posición de liderazgo. Durante el mismo período, Alemania publicó una nueva «Estrategia Nacional de Bioeconomía», que establece los principios rectores, los objetivos estratégicos y las áreas prioritarias para el futuro desarrollo de la bioeconomía en Alemania. La Figura 1, proporciona una cronología de los aspectos más importantes ocurridos en materia de políticas bioeconómicas (United Nations Environment Programme, 2024).

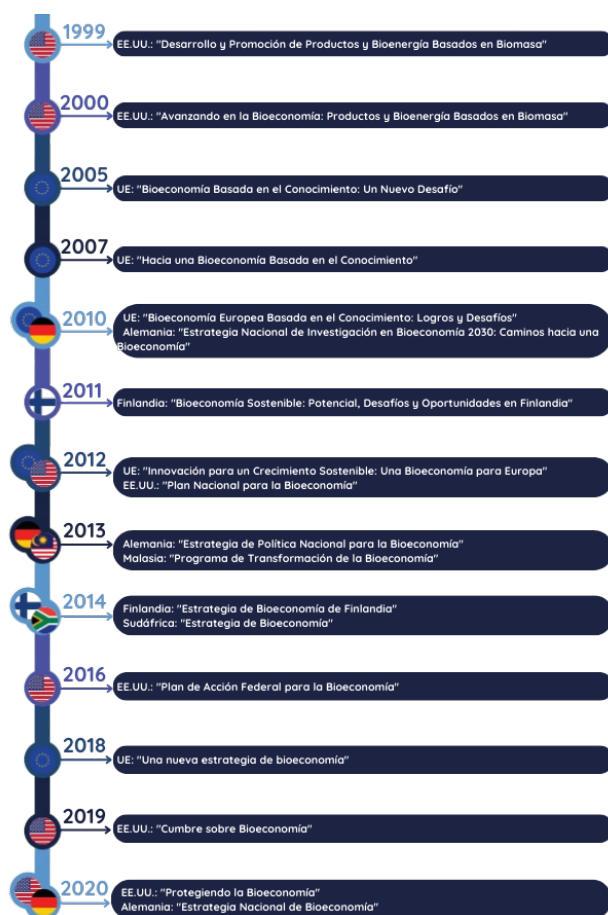
TENDENCIAS Y PRINCIPALES ACTORES EN BIOECONOMÍA

El número total de artículos obtenidos es de 5680, contando sólo los publicados en revistas y congresos especializados en este campo. La frecuencia de publicación de trabajos en el área de bioeconomía se inicia en el año 1993 y 1994 con dos trabajos en cada año y cinco artículos en el 2001; a partir del año 2003 se inicia la

publicación continua de trabajos relacionados con bioeconomía (ver Figura 2), observándose una tendencia de rápido crecimiento a partir de 2016. La continuidad de las publicaciones sobre bioeconomía, que inicia en el 2003, coincide con la importancia que organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) habían comenzado a darle foco al tema de la bioeconomía como lo muestra la publicación de su primer informe en el 2004 y luego en el año 2009; por su parte, la UE lo realiza en el 2005 mientras que EE.UU. había publicado sus primeros informes en 1999-2000.

Figura 1

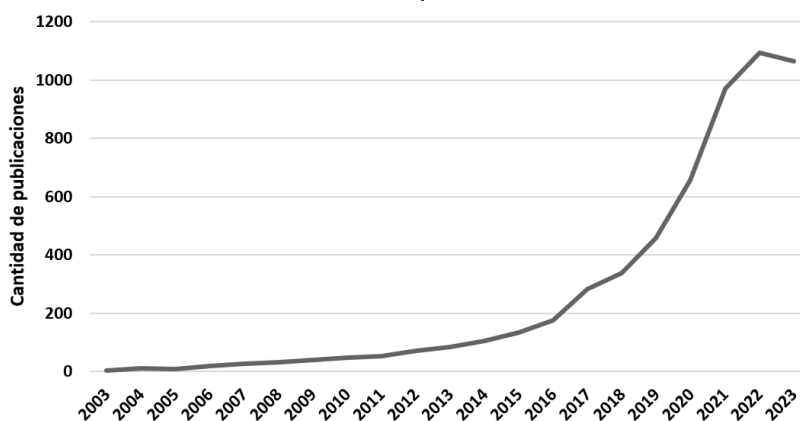
Cronología de las políticas más importantes en materia de bioeconomía



Fuente: United Nations Environment Programme. (2024). Global Bioeconomy Assessment. <http://www.unep-iiemp.org/file/2024/04/24/1713940443921.pdf>

Luego, a partir del año 2016, ha habido una explosión en el número de publicaciones en este campo en los últimos diez años donde se han unido todos los países desarrollados y algunos en desarrollo, en lo que se denomina la era de la bioeconomía, como una vía para lograr un desarrollo sostenible.

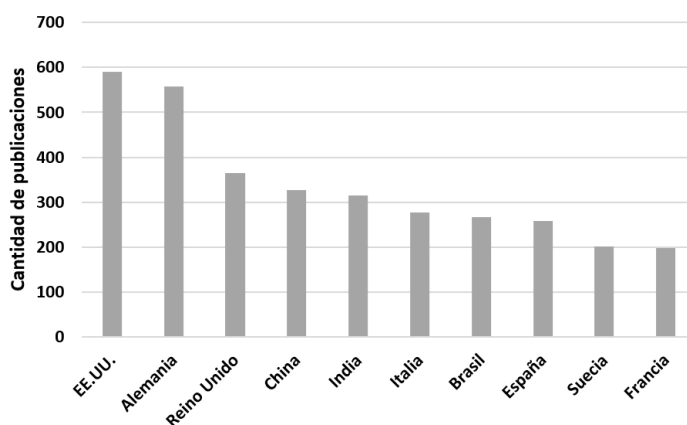
Figura 2
Evolución de las publicaciones



Fuente: Elaboración propia utilizando la base de datos internacional Lens.org

En cuanto al liderazgo por región, se puede observar cómo seis de los principales países con mayor cantidad de publicaciones en el área corresponde a Europa, mientras EE.UU. conserva el liderazgo. Asimismo, se ha de resaltar a Brasil como uno de los países importantes dentro los primeros lugares (ver Figura 3).

Figura 3
Países con mayor cantidad de publicaciones



Fuente: Elaboración propia utilizando la base de datos internacional Lens.org

En cuanto a las principales áreas en las que publican estos países, se puede observar que si se consideran los cinco primeros países, el contenido de sus publicaciones está relacionado con energías renovables, sostenibilidad y medio ambiente; en bioingeniería están Estados Unidos y Reino Unido; China, Gran Bretaña e India muestran interés en la medicina general; y China e India en gestión de residuos, ya que son dos de los países con la producción de residuos más alta en el mundo (ver Tabla 2).

Tabla 2
Principales áreas en bioeconomía por país

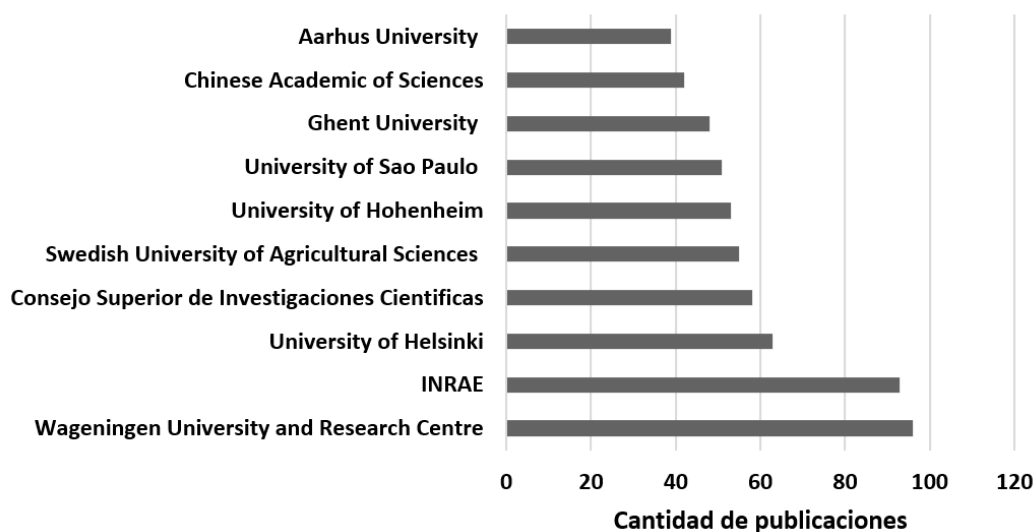
País	Área	Cantidad de publicaciones
Estados Unidos	Energía renovable, sostenibilidad y medio ambiente.	130
	Bioingeniería.	82
	Biotechnología.	77
Alemania	Energía renovable, sostenibilidad y medio ambiente.	159
	Gestión, monitoreo, políticas y leyes.	95
	Biotechnología	94
Reino Unido	Energía renovable, sostenibilidad y medio ambiente.	78
	Medicina general.	47
	Bioingeniería	46
China	Energía renovable, sostenibilidad y medio ambiente.	96
	Medicina general.	59
	Disposición y gestión de desechos.	57
India	Energía renovable, sostenibilidad y medio ambiente.	116
	Disposición y gestión de desechos.	71
	Medicina general.	55

Fuente: Elaboración propia utilizando la base de datos internacional Lens.org

En relación a las organizaciones que están trabajando en el área y que presentan la mayor cantidad de artículos se encuentran, Wageningen University and Research Centre y Research for Agriculture, Food and Environment (INRAE, por sus siglas en inglés) (ver Figura 4). La primera ubicada en Holanda y cuyos temas de

interés están alineados con la energía renovable, sostenibilidad y medio ambiente, agronomía, la ciencia de los cultivos y ciencias ambientales; mientras que el INRAE, está enfocado, principalmente en las áreas de energía renovable, sostenibilidad y medio ambiente, biotecnología y Gestión, monitoreo, políticas y leyes.

Figura 4
Principales organizaciones



Fuente: Elaboración propia utilizando la base de datos internacional Lens.org

En lo tocante a las publicaciones con mayor influencia, tomando en cuenta la cantidad de citas, las dos primeras publicaciones son de investigadores de la Norwegian University of Life Sciences de Noruega (ver Tabla 3), cuyos intereses de investigación se centran en la tecnología enzimática para la conversión de celulosa, el polisacárido más abundante, homogéneo y recalcitrante en la biomasa lignocelulósica; principal materia prima que se considera en la bioeconomía (Vaa-je-Kolstad, *et al.*, 2010; Jarle Horn, *et al.*, 2012). En el caso de la Chinese Academy of Sciences de China, su trabajo más relevante está enfocado en la transformación catalítica de la lignocelulosa (Zang, Song y Han, 2016).

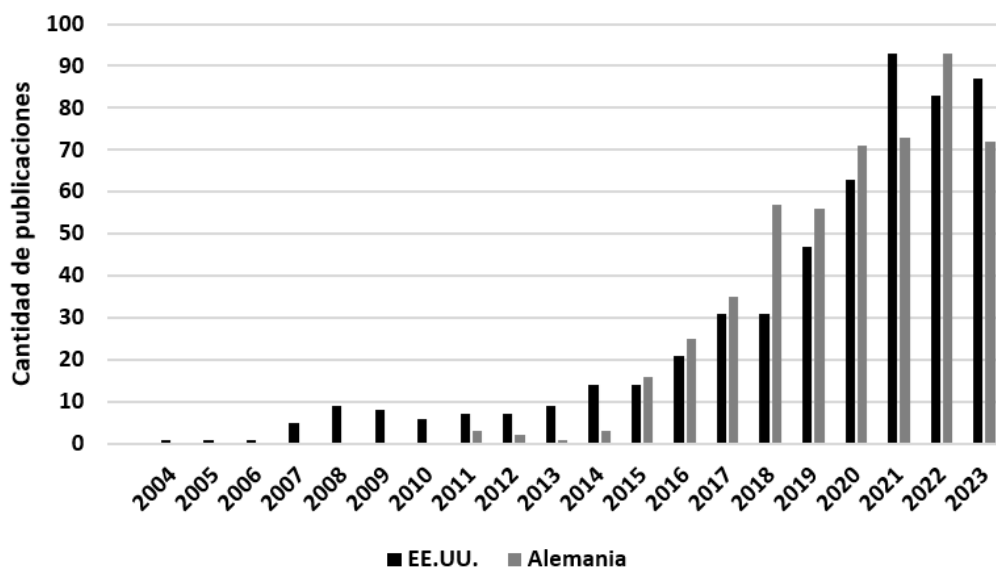
Tabla 3
Artículos más relevantes

Título	Cantidad de citas	Organización/País	Autor
Una enzima oxidativa que estimula la conversión enzimática de polisacáridos recalcitrantes.	1100	Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología	Life Vaaje-Kolstad, <i>et al.</i> (2010)
Nuevas enzimas para la degradación de la celulosa	871	Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología	Life Jarle Horn, <i>et al.</i> (2012)
Transformación catalítica de lignocelulosa en productos químicos y combustibles en líquidos iónicos	751	Academia China de Ciencias China	Zhang , Song & Han (2016)
Bioeconomía verde circular: un análisis comparativo de las vías de sostenibilidad	702	Universidad de Helsinki Noruega Centro Helmholtz de Investigación del Medioambiente Alemania Instituto de Política Ambiental Europea (IEEP) Reino Unido Universidad de Vaasa Finlandia Instituto Forestal Europeo Finlandia	D'amato <i>et al.</i> (2007)
El ácido láctico como sustancia química de base en la economía de base biológica: el papel de la quimiocatálisis	683	Universidad Católica de Lovaina Bélgica	Dusselier <i>et al.</i> (2013)

Fuente: Elaboración propia utilizando la base de datos internacional Lens.org

Los dos países con mayor número de publicaciones en este campo, Estados Unidos y Alemania, muestran tendencias muy similares en el número de publicaciones en esta área, con una tendencia de rápido crecimiento a partir de 2015 (ver Figura 5). En el caso de Estados Unidos, las instituciones con mayor número de publicaciones son: la Universidad de Iowa, el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley y el Laboratorio Nacional Oak Ridge; con respecto a Alemania, se trata de la Universidad de Hohenheim, la Universidad Técnica Renana-Westfaliana de Aquisgrán y la Universidad de Bonn.

Figura 5
Evolución de las publicaciones de los países principales



Fuente: Elaboración propia utilizando la base de datos internacional Lens.org

Este análisis ha delineado un mapeo exhaustivo de las iniciativas y tendencias en bioeconomía, resaltando los avances significativos y los desafíos emergentes dentro del campo. Al sintetizar estas diversas perspectivas y evidencias de los esfuerzos globales, este estudio no solo subraya la naturaleza dinámica de la bioeconomía, sino también clarifica su creciente relevancia para el desarrollo sostenible. Los hallazgos presentados aquí contribuyen a una comprensión refinada de cómo se están reformulando e implementando las estrategias de bioeconomía a nivel mundial, ofreciendo una reflexión crítica sobre su potencial para fomentar un futuro sostenible, inclusivo y eficiente en el uso de recursos. Este enriquecimiento del discurso sobre la bioeconomía prepara el terreno para las observaciones finales que siguen, donde consolidamos estas perspectivas en recomendaciones prácticas para los formuladores de políticas y los actores involucrados en el panorama global de la bioeconomía.

CONCLUSIONES

En este artículo se evaluó la información más relevante relacionada con el tema de bioeconomía considerando, principalmente, la variedad de definiciones que existen para dicho campo, así como las iniciativas más importantes que existen en el

mundo y las tendencias principales que muestran las investigaciones realizadas y publicadas en las fuentes de información representadas en revistas y congresos especializados en el campo de la bioeconomía.

Se constata la importancia que ha venido teniendo el campo de la bioeconomía como una alternativa para alcanzar el desarrollo sostenible mediante el uso y transformación de los recursos biológicos; así como también el interés de los principales organismos internacionales y regionales como la ONU, la OCDE, la UE y Estados Unidos como los entes más importantes y el establecimiento de políticas y normativas con el objetivo de poner en marcha la bioeconomía como una vía para disminuir la dependencia de la economía de los combustibles fósiles.

El interés de la comunidad académica y científica internacional es cada vez mayor ya que la publicación de las investigaciones en el campo de la bioeconomía muestra una tendencia acelerada creciente, con Estados Unidos y Alemania como los países con mayor cantidad de publicaciones, particularmente interesados en el área de energías renovables, sostenibilidad y medio ambiente, en el cual la biomasa y su tratamiento es uno de los recursos más abordados para optimizar los procesos de conversión de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEPAL. (2017). *Bioeconomía en América Latina y el Caribe: Contexto global y regional y perspectivas*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42427-bioeconomia-america-latina-caribe-contexto-global-regional-perspectivas>
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskine, P., Matthies, B., & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bioeconomy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, vol. 168, pp. 716-734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
- Dusselier, M., Van Wouwe, P., Dewaele, A., Makshina, E., & Bert, F. (2013). Lactic acid as a platform chemical in the biobased economy: the role of chemocatalysis. *Energy & Environmental Science*, 6(5), 1415-1442. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
- European Commission. (2018). *A sustainable bioeconomy for Europe – Strengthening the connection between economy, society and the environment – Updated bioeconomy strategy*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/792130>

- FAO. (2019). *Indicators to monitor and evaluate the sustainability of bioeconomy*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/95937318-a0be-40d5-82b2-2277dd98add5/content>
- FAO. (2023). *Programme Committee*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/e875c3e2-fc73-455f-a1ac-6efa5340f9e6/content>
- Ferraz, D., & Pyka, A. (2023). Circular economy, bioeconomy, and sustainable development goals: a systematic literature review. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29632-0>
- G20Brasil. (2024). *SHERPA TRACK: Task Force for a Global Alliance Against Hunger and Poverty*. <https://www.g20.org/en/tracks/sherpa-track/hunger-and-poverty>
- German Bioeconomy Council. (2018). *Bioeconomy Policy (Part III) Update Report of National Strategies around the World*. <https://www.biooekonomierat.de/media/pdf/archiv/international-bioeconomy-policy-part-III.pdf>
- Gomez, M., Bogdanski, A., & Dubois, O. (2019). *Towards Sustainable Bioeconomy: Lessons Learned from Case Studies*. Food and Agriculture Organization, United Nations. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5509d9e4-34f9-47ea-b312-7b40029fd66c/content>
- Hodson de Jaramillo, Elizabeth. (2018). Bioeconomía: el futuro sostenible. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(164), 188-201. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.650>
- International Advisory Council on Global Bioeconomy (2020). *Global Bioeconomy Policy Report (IV): A Decade of Bioeconomy Policy Development around the World*. https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS-2020_Global-Bioeconomy-Policy-Report_IV_web.pdf
- International Advisory Council on Bioeconomy (2024). *Bioeconomy globalization: Recent trends and drivers of national programs and policies*. https://www.iacgb.net/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/52440fb0-f35d-11ee-9ed1-dead53a91d31/current/document/Global_Bioeconomy_-_April_2024_IACGB.pdf
- Jarle Horn, S., Vaaje-Kolstad, G., Westereng, B., & Eijsink, V. (2012). Novel enzymes for the degradation of cellulose. *Biotechnology for Biofuels*, 5(1), 45. <https://doi.org/10.1186/1754-6834-5-45>
- Mittra, J., & Zoukas, G. (2020). Unpacking the Concept of Bioeconomy: Problems of Definition, Measurement, and Value. *Science and Technology Studies*, 33(1), 2–21. <https://doi.org/10.23987/sts.69662>

- National Academies of Sciences. (2020). *Safeguarding the Bioeconomy*. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/25525/safeguarding-the-bioeconomy>
- Office of Science and Technology Policy. (2019). Summary of the 2019 White House Summit on America's Bioeconomy. <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2019/10/Summary-of-White-House-Summit-on-Americas-Bioeconomy-October-2019.pdf>
- Organization for Economic Cooperation and Development. (2009). *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2009/04/the-bioeconomy-to-2030_g1gha07e/9789264056886-en.pdf
- Ramcilovic-Suominen, S., et al. (2022). From pro-growth and planetary limits to degrowth and decoloniality: An emerging bioeconomy policy and research agenda. *Forest Policy and Economics*, 144, 102819. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102819>
- Rodino, S. (2018). Bioeconomy concept: Challenges and perspectives for agriculture. In: *Agrarian Economy and Rural Development - Realities and Perspectives for Romania*. 9th Edition of the International Symposium, November 2018, Bucharest. The Research Institute for Agricultural Economy and Rural Development (ICEADR), Bucharest, pp. 77-81. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/205087/1/ICEADR-2018-p077.pdf>
- Think20. (2023). Circular Bioeconomy and SDGs: Proposals for the G20. <https://t20ind.org/research/circular-bioeconomy-and-sdgs-proposals-for-the-g20/>
- United Nations Environment Programme. (2024). *Global Bioeconomy Assessment*. <http://www.unep-iemp.org/file/2024/04/24/1713940443921.pdf>
- Vaaje-Kolstad, G., Westereng, B., Jarle Horn, S., Liu, Z., Zhai, H., Sørli, M., & Eijsink, V. (2010). An oxidative enzyme boosting the enzymatic conversion of recalcitrant polysaccharides. *Science (New York, N.Y.)*, 330(6001), 219-222. <https://doi.org/10.1126/science.1192231>
- Wei, X., et al. (2022). Knowledge mapping of bioeconomy: A bibliometric analysis. *Journal of Cleaner Production*, 373, 133824. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133824>
- Zhang, Z., Song, J., & Han, B. (2016). Catalytic Transformation of Lignocellulose into Chemicals and Fuel Products in Ionic Liquids. *Chemical Reviews*, 117(10). <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00457>

Zúniga-González, C. A., López, M. R., Icabaceta, J. L., Vivas-Viachica, E. A., & Blanco-Orozco, N. V. (2022). Epistemología de la Bioeconomía. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 8(15), 1786–1796. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v8i15.13986>