



Bioeconomía

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA

Felipe Andrés Romero Perdomo

Víctor Camilo Pulido Blanco

Tatiana Alejandra Rodríguez Quiroz

Actualización 2025

1. Antecedentes

El concepto de bioeconomía tiene sus raíces en los años setenta, cuando el economista Nicholas Georgescu-Roegen habló de los límites que la naturaleza pone al crecimiento económico (Cleveland y Ruth, 1997). Desde comienzos de los 2000, una nueva interpretación del concepto de bioeconomía emergió en sectores políticos para impulsar el uso de recursos biológicos, el desarrollo de nuevas tecnologías y la aplicación de conocimientos y avances científicos de las ciencias de la vida en diferentes sectores económicos. Entre los hitos más relevantes se destacan el informe de la OCDE publicado en 2009, la primera estrategia de bioeconomía adoptada por la Unión Europea en 2012 y el plan nacional impulsado por Estados Unidos en ese mismo año (Patermann y Aguilar, 2018).

Diferentes perspectivas han sido identificadas a lo largo de la evolución del concepto de bioeconomía y su posicionamiento en agendas políticas y académicas, incluyendo su enfoque en sustitución de recursos fósiles, un enfoque en uso de biotecnología y un enfoque sistémico de sostenibilidad y cambio social (Lewandowski, 2018). Por ejemplo, la transición energética hacia el uso de fuentes renovables como la biomasa se enmarca en la perspectiva de sustitución de energías fósiles (Birner, 2018). La transición energética se refiere a los grandes cambios en la forma en que producimos y usamos la energía. El término se hizo conocido en Alemania en los años ochenta con el movimiento Energiewende, que buscaba reemplazar poco a poco los combustibles tradicionales (Carbon Brief, 2016). Más adelante, en 2015, con el Acuerdo de París, esta transición tomó un rumbo más claro hacia la reducción del uso de combustibles fósiles, con el fin de frenar el cambio climático (United Nations Change Change, 2015). En conjunto, la bioeconomía y la transición energética se complementan: la primera promueve innovaciones basadas en la naturaleza y la segunda impulsa el paso a energías limpias para proteger el planeta (Ovalle Másmela et al., 2023).

En medio de las dinámicas y transformaciones globales, el sector agropecuario en Colombia enfrenta retos y oportunidades que requieren fortalecer de manera decidida la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI). En este contexto, la bioeconomía se plantea como un pilar fundamental para guiar la definición de políticas y el diseño de estrategias en el ámbito de la CTI agropecuaria. Como respuesta, el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación Agropecuaria (PECTIA) plantea para su versión 2025 la inclusión del enfoque de CTIA sobre bioeconomía. A continuación, se desarrolla un marco conceptual acompañado de un análisis del contexto político, normativo e institucional, considerando tanto las dinámicas globales como las nacionales. De esta manera, se reconocen las principales demandas, limitaciones y oportunidades del sector agropecuario colombiano, insumos que permiten formular una propuesta de estrategias y líneas de acción orientadas a fortalecer la toma de decisiones y la gestión del sector.

2. Marco conceptual

De acuerdo con la Misión Internacional de Sabios de Colombia, la **bioeconomía** se entiende como *“la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, incluyendo los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados, para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible”* (Gobierno de Colombia, 2019; Global Bioeconomy Summit, 2018). Sin embargo, el concepto anterior de bioeconomía no es único. Al ser un nuevo paradigma productivo con la potencialidad para transformar de manera sostenible la matriz productiva y resolver problemas comunes de este sector en distintos países, el concepto mismo ha tenido una transformación histórica. Las conceptualizaciones a través del tiempo más destacadas se presentan en la Tabla 1. Cabe señalar que el desarrollo conceptual tiene su origen en la Unión Europea, y los países de América Latina y el Caribe han adaptado estos conceptos (Pulido-Blanco, 2020).

Tabla 1. Conceptos de bioeconomía

Autor o evento - año	Concepto
Georgescu-Roegen - 1975	El término [bioeconomía o 'bioeconomics'] <i>"indica las bases biológicas de la actividad y del proceso económico y los límites biofísicos a la idea del crecimiento económico, destacando así la incompatibilidad de un consumo ilimitado ante una limitada cantidad de recursos naturales accesibles, desigualmente ubicados y apropiados"</i>
Unión Europea - 2005	La bioeconomía basada en el conocimiento (KBBE) puede definirse como <i>"la transformación del conocimiento de las ciencias de la vida en productos nuevos, sostenibles, ecoeficientes y competitivos"</i>
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) - 2009	La bioeconomía se refiere <i>"al conjunto de actividades económicas relacionadas con la invención, desarrollo, producción y uso de productos y procesos biológicos"</i>
Arundel y Sawaya - 2009	<i>"Transformar el conocimiento de las ciencias de la vida en productos nuevos, sostenibles, ecoeficientes y competitivos. La aplicación de la biotecnología a la producción primaria, la salud y la industria podría dar lugar a una bioeconomía emergente contribuyendo a la producción económica"</i>
Unión Europea - 2012	La bioeconomía incluye <i>"producción de recursos biológicos renovables y la conversión de estos recursos y flujos de desechos en productos de valor agregado como alimentos, piensos, productos de base biológica y bioenergía"</i>
Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe -2012	<i>"Una economía que utiliza los recursos biológicos de la tierra y del mar, así como los desechos, como insumos para la producción de alimentos y para la producción industrial y energética"</i>
National Bioeconomy Blueprint - 2012	<i>"Una economía basada en el uso de la investigación y la innovación en las ciencias biológicas para crear actividad económica y beneficio público"</i>
Consejo Alemán para la bioeconomía - 2017	El consejo percibe la bioeconomía como <i>"la producción basada en el conocimiento y la utilización de recursos, principios y procesos biológicos, para proveer productos y servicios a todos los sectores del comercio y la industria dentro del contexto de un sistema económico adecuado para el futuro"</i>
IICA - 2019	<i>"La bioeconomía es la utilización intensiva de conocimientos en recursos, procesos, tecnologías y principios biológicos para la producción sostenible de bienes y servicios en todos los sectores de la economía"</i>

Global Bioeconomy Summit - 2024	La bioeconomía es la producción, utilización, conservación y regeneración de recursos biológicos, incluidos los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados, para proporcionar soluciones sostenibles (información, productos, procesos y servicios) dentro y entre todos los sectores económicos y permitir una transformación hacia una economía sostenible.
---------------------------------	--

Fuente: Pulido-Blanco (2020) a partir de Aramendis et al. (2018) y Betancur et al. (2018); Global Bioeconomy Summit (2024).

Es necesario mencionar que la bioeconomía comparte un objetivo común con la economía circular y la economía verde, el cual es conciliar metas económicas, ambientales y sociales para la sostenibilidad, aunque difieren en su enfoque (Pulido-Blanco, 2020). La **economía circular** busca mantener el valor de los recursos a lo largo del tiempo mediante la conservación continua de los ciclos biológicos y técnicos (Carvajalino Umaña et al., 2022). Una **economía verde** es aquella que resulta en una mejora del bienestar humano y la equidad social, al mismo tiempo que reduce significativamente los riesgos ambientales y la escasez ecológica. En términos simples, una economía verde es una economía baja en carbono, eficiente en recursos y socialmente inclusiva (United Nations Environment Programme (UNEP), s.f.). En términos ambientales, la economía verde es más inclusiva, incorporando elementos de la bioeconomía y la economía circular, como la ecoeficiencia y las soluciones basadas en la naturaleza, y reconociendo la totalidad de los procesos dentro del sistema. En contraste, la economía circular y la bioeconomía se concentran principalmente en la gestión de recursos (D'Amato et al., 2017). Respecto a la sostenibilidad social, la economía verde enfatiza los componentes locales (ecoturismo y educación), mientras que la bioeconomía se enfoca más en bioseguridad y políticas rurales. Actualmente, la bioeconomía está estrechamente ligada a la economía circular, ya que la aplicación de conocimientos y productos biológicos crea un enfoque circular que minimiza insumos y residuos, razón por la cual algunos proponen el término "bioeconomía circular" (Pulido-Blanco, 2020). Si bien los tres conceptos tienen limitaciones para cuestionar explícitamente los límites del crecimiento económico, lo que dificulta su escalamiento, la economía verde suele subordinar a la bioeconomía y la

economía circular en aspectos ambientales y sociales, siendo por ello considerada más inclusiva (D'Amato et al., 2017; Pulido-Blanco, 2020).

En el marco de la bioeconomía, se reconoce la importancia de aprovechar integralmente los recursos biológicos producidos de manera sostenible y eficiente no solo para generar alimentos y bioproductos, sino también para producir energía limpia, bioenergía, a partir de biomasa, biocombustibles y otras fuentes renovables (Vargas-Carpintero et al., 2023). La **transición energética** implica reducir progresivamente la dependencia de los combustibles fósiles, promover la eficiencia en la producción y uso de la energía, fortaleciendo el papel de las fuentes renovables. En este sentido, la bioeconomía aporta soluciones que permiten diversificar la matriz energética, disminuir emisiones de gases de efecto invernadero y consolidar sistemas productivos más resilientes (Fytily y Zabaniotou, 2022).

Algunos de los conceptos de uso frecuente asociados a este campo son: **biodiversidad**, que hace referencia a la variedad de vida en todos los niveles (genes, especies y ecosistemas), en su estado silvestre o manejado (Congreso de Colombia, 1994); **bioinsumo**, entendido como cualquier sustancia o mezcla elaborada a partir de insumos de origen biológico (Minciencias, 2021); **biomasa**, la fracción biodegradable de productos, residuos y desechos de origen biológico procedentes de actividades agrarias y agroindustriales (Parlamento Europeo, 2018); **bioproducto**, desarrollo cuyo principio activo proviene de componentes o derivados de fuentes biológicas, biomasa o recursos renovables (Agrosavia, 2021); **bioprospección**, la búsqueda sistemática, clasificación e investigación de nuevas fuentes biológicas de compuestos químicos, genes, proteínas y otros productos con valor económico actual o potencial (Vargas-Carpintero et al., 2023); **biocomercio**, la comercialización sostenible e innovadora de bienes y servicios derivados de la biodiversidad, que impulsa el desarrollo local y el uso eficiente de biomasa; la mientras que la bioprospección es la etapa de investigación y descubrimiento, el biocomercio es la etapa de comercialización y mercado; **biorremediación**, orientada a degradar y desintoxicar sustancias orgánicas en un ambiente mediante microorganismos

(Minciencias, 2021); **biotecnología**, aplicación de la ciencia y la tecnología a organismos vivos (Agrosavia, 2021); **cadena y redes de valor de base biológica**, que abarcan actividades y actores que agregan valor desde la producción de biomasa, su procesamiento en productos de base biológica para múltiples sectores, hasta su comercialización y uso (Vargas-Carpintero R. , 2025).

7

También se destacan conceptos como **bioenergía**, energía producida a partir de biomasa, biogás y biocombustibles, considerada una de las principales alternativas para sustituir combustibles fósiles; **energías renovables**, fuentes de energía como la solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica, que permiten avanzar hacia una matriz energética más sostenible y menos dependiente de recursos no renovables (Agrosavia, 2021); **eficiencia energética**, conjunto de acciones y tecnologías orientadas a optimizar el consumo de energía, reduciendo pérdidas y costos ambientales (IICA, 2024a); **crecimiento verde**, iniciativas que garantizan bienestar económico y social asegurando la conservación del capital natural y la seguridad climática (DNP, 2019); **recursos biológicos**, materiales renovables capaces de regenerarse mediante procesos naturales (IICA, 2024a); **biorrefinerías**, instalación o proceso que integra la conversión de la biomasa (residuos agrícolas, forestales, orgánicos, etc.) en un espectro de productos comerciales y energía (biocombustibles, calor y electricidad) (Zörb et al., 2017); **uso en cascada de la biomasa**, principio de gestión de recursos que prioriza el máximo valor y la mayor duración posible de los materiales derivados de la biomasa antes de destinarlos a la producción de energía (Zörb et al., 2017); y **servicios ecosistémicos**, que son los beneficios económicos, sociales o culturales que los seres humanos obtienen gracias a la biodiversidad y sus ecosistemas (Instituto Humboldt, 2021).

3. Marco político y normativo

- 1991 – Constitución Política de Colombia: reconoce la función social y ecológica de la propiedad (art. 58) y establece la prioridad en el desarrollo integral de las actividades agropecuarias, forestales y agroindustriales, así como en la

investigación y transferencia de tecnología para incrementar la productividad (art. 65).

- 2008 – CONPES 3527: Política Nacional de Competitividad y Productividad, donde se hace énfasis en el aprovechamiento de los recursos genéticos y el desarrollo de la biotecnología.
- 2008 – CONPES 3510: Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia.
- 2011 – CONPES 3697: Política para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología a partir del uso sostenible de la Biodiversidad que está orientada al desarrollo comercial de la biotecnología y el impulso a bioinsumos agrícolas.
- 2012 – Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE): promueve la gestión integral de la biodiversidad como soporte de la bioeconomía.
- 2014 – Ley 1715: regula la integración de energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.
- 2015 – Colombia BIO: es un programa estratégico que busca impulsar el conocimiento, la valoración, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en los territorios colombianos. Su objetivo es sentar las bases de la bioeconomía mediante la ciencia, la tecnología y la innovación. Para lograrlo, el programa trabaja en alianza con instituciones nacionales y departamentales, tanto técnicas como las encargadas de la toma de decisiones.
- 2016 – Resoluciones 1283 y 1312: orientadas a promover la investigación y el desarrollo en energías renovables.
- 2017 – Decreto 1543: crea y regula el Fondo de Energías No Convencionales y de Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE).
- 2018 – CONPES 3934: Política Nacional de Crecimiento Verde que incorpora la bioeconomía como componente central de los negocios verdes y sostenibles, fomentando el crecimiento económico a partir del capital natural.
- 2018 – Ley 1931: establece directrices para la gestión del cambio climático, incluyendo la promoción de investigación en energías sostenibles.

- 2019 – Misión de Sabios: Es un esfuerzo coordinado por un grupo de expertos en diversas áreas para abordar desafíos en el país. La misión propuso un foco estratégico de "Biotecnología, Medio Ambiente y Bioeconomía" y otro de "Energía Sostenible" para impulsar el aprovechamiento de la biodiversidad y la biomasa como pilares de una nueva economía nacional basada en el conocimiento y la descarbonización.
- 2020 – Misión Nacional de Bioeconomía: Busca potenciar el desarrollo socioeconómico regional mediante la gestión eficiente y sostenible de la biodiversidad y la biomasa. Se enfoca en fortalecer las cadenas de valor y la CTel para generar productos y procesos de alto valor agregado (bioproductos).
- 2020 – CONPES 4004: Política de Economía Circular en la Gestión de los Servicios de Agua Potable y Manejo de Aguas Residuales.
- 2020 – CONPES 4021: Política Nacional para el Control de la Deforestación y la Gestión Sostenible de los Bosques.
- 2020 – CONPES 3990: Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030.
- 2020 – Resolución de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) 203: reglamenta aspectos técnicos y operativos relacionados con la integración de energías renovables.
- 2021 – CONPES 4023: Política para la Reactivación, la Repotenciación y el Crecimiento Sostenible e Incluyente que refuerza la bioeconomía mediante mecanismos especializados y proyectos estratégicos; impulsa la creación de un Proyecto de Interés Nacional y Estratégico (PINE) en bioeconomía; articula iniciativas como Colombia BIO, la Misión de Crecimiento Verde y la Estrategia Nacional de Economía Circular.
- 2021 – CONPES 4069: establece la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia, con el objetivo de incrementar la contribución de la CTI al desarrollo sostenible del país entre 2022 y 2031.
- 2021 - Ley 2169: conocida como la Ley de Acción Climática, es un pilar fundamental para la transición energética del país, ya que impulsa a la diversificación de la matriz energética y fomenta la inversión.

- 2022 – CONPES 4084: La Mojana: Territorio Resiliente, Sostenible, Productivo y Competitivo.
- 2022 – CONPES 4075: Política de Transición Energética que fija lineamientos estratégicos para alcanzar reducción del 51 % en emisiones de gases efecto invernadero (GEI) para 2030 y carbono neutralidad en 2050; incluye más de 90 acciones a implementar entre 2022 y 2028, fomentando energías eólicas, geotermia, transporte sostenible, biocombustibles, eficiencia energética y digitalización del sector.
- 2023 – CONPES 4129: Política Nacional de Reindustrialización que establece acciones concretas para desarrollar la bioeconomía en Colombia, y sus líneas estratégicas de transición energética justa y agroindustria y seguridad alimentaria.
- 2024 – Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM): incluyen la Misión "Bioeconomía y Territorio" y la Misión "Transición Energética". La primera busca transformar la economía colombiana mediante el fortalecimiento de cadenas de valor biobasadas (bioproductos, biotecnología, biorefinerías). La segunda persigue garantizar el acceso a energías seguras y sostenibles para todos, desarrollando y adoptando tecnologías para la descarbonización.
- 2024 – Lanzamiento del Mecanismo Intersectorial de Bioeconomía: Presentado durante la COP16 en Cali, este mecanismo involucra ministerios (Comercio, Ciencia, Agricultura, Ambiente, Minas y Energía), el DNP, DANE, iNNpulsa, ProColombia, entre otros, para fomentar el crecimiento verde y la transformación productiva basada en biodiversidad.
- 2024 – Instalación de la Mesa de Transición Energética Justa: mecanismo del Sistema Nacional de Cooperación Internacional para organizar cooperación técnica y financiera internacional con miras a impulsar iniciativas de energía renovable de manera inclusiva y equitativa.
- 2024 – Plan Energético Nacional (PEN) 2024–2054: Define los cuatro pilares para guiar al sector energético hacia un modelo más sostenible: seguridad energética,

sostenibilidad y carbono neutralidad, competitividad con desarrollo económico, e inclusividad y justicia en la transición energética.

4. Institucionalidad

La bioeconomía es impulsada principalmente por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias), encargado de implementar políticas públicas y estrategias para su desarrollo y promoción, mediante, mecanismos como beneficios tributarios, becas, convocatorias orientadas por misiones de bioeconomía, ecosistemas naturales y territorios y energía sostenibles, eficiente y asequible, portafolio BIO, entre otros articuladas con las políticas PIIOM. Entre las entidades que complementan este trabajo destacan ProColombia, AGROSAVIA y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT). Del mismo modo, existen entidades con compromisos puntuales en las distintas áreas estratégicas de la Misión de bioeconomía con agendas interconectadas con el sector agropecuario, como el Instituto Humboldt; el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); el Instituto para la Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima); la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios (UPRA); Parques Nacionales Naturales de Colombia; y la Empresa Colombiana de Productos Veterinarios (VECOL).

Dentro del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) se conformó la Mesa de Bioeconomía, integrada por un grupo interministerial e intersectorial en el que participan, además de MinCiencias, entidades como el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MinAgricultura), el Ministerio de Minas y Energía (MinEnergía), la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), institutos del Sistema Nacional Ambiental (SINA), el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas (IPSE) y otros ministerios. Además de ello, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), desde la Dirección de Ambiente y

Desarrollo Sostenible, lidera otras iniciativas de impacto como la construcción del Observatorio Nacional de Bioeconomía y la elaboración de la Estrategia nacional de soluciones basadas en la naturaleza.

Instituciones como el Banco de Comercio Exterior de Colombia (Bancóldex), el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann (IIAP), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), centros de investigación y la academia también contribuyen al fortalecimiento de la bioeconomía en el país. Estas entidades cumplen un rol fundamental en el financiamiento, la diplomacia científica, la gestión de conocimiento y la formación de talento humano. Para los responsables de orientar la CTI agropecuaria, la interacción con estos actores es estratégica, ya que permite construir redes de colaboración, acceder a fuentes de cooperación internacional y movilizar recursos hacia proyectos innovadores que respondan a las necesidades de productividad, sostenibilidad y adaptación al cambio climático en el sector agropecuario.

Además de la institucionalidad Colombiana, algunas organizaciones internacionales están apoyando fuertemente iniciativas territoriales de bioeconomía. El Global Green Growth Institute (GGGI) es un aliado estratégico de MinCiencias y el Gobierno colombiano, centrándose en la bioeconomía circular, la movilización de finanzas climáticas y el desarrollo de proyectos bancables, incluyendo la aceleración de bioproductos a través de iniciativas como MAPBIO. La agencia alemana GIZ apoya la economía circular y el uso sostenible de recursos naturales en Colombia a través de proyectos como ProUSAR y otros enfocados en la conservación de la biodiversidad y la construcción de paz en áreas rurales. Por su parte, el Fondo Colombia Sostenible destina recursos y aprueba proyectos enfocados en la conservación de la biodiversidad y el desarrollo rural sostenible, promoviendo la inversión verde y la bioeconomía como herramienta clave para la lucha contra la deforestación. En el ámbito de la cooperación Suiza y británica, Swisscontact ejecuta el proyecto 'Frutos del Bosque', que promueve la transición rural justa y la agroforestería sostenible mediante el aprovechamiento de Productos Forestales No

Maderables (PFNM) como el Açaí y el Copoazú, enfocándose en la investigación aplicada y el desarrollo de bioproductos en zonas de alta deforestación (Caquetá, Putumayo y Sucre). A nivel regional, el Stockholm Environment Institute (SEI) apoya la creación del Hub de Innovación en Bioeconomía para Bogotá - Región en alianza con el Instituto Humboldt y otras entidades, buscando promover la gestión sostenible de la biodiversidad. Finalmente, organizaciones como Nature Conservancy (TNC) también son relevantes, concentrando sus esfuerzos en soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación del cambio climático y la protección de ecosistemas estratégicos, lo cual es fundamental para el desarrollo sostenible de la bioeconomía.

La institucionalidad de la bioenergía, componente clave de la bioeconomía y de la transición energética, se articula a través de entidades con roles estratégicos y complementarios. El Ministerio de Minas y Energía lidera la formulación de políticas para el uso sostenible de los recursos energéticos, mientras que la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) asegura la planeación técnica del sector, generando información clave para orientar proyectos de energías renovables, incluida su aplicación en el ámbito agropecuario. La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) garantiza condiciones de acceso eficiente y competitivo a los servicios de electricidad y gas, lo cual resulta esencial para iniciativas de innovación energética en zonas rurales y agroindustriales. En este contexto, Ecopetrol juega un papel clave, ya que ha definido una estrategia de descarbonización y se ha comprometido a invertir en energías renovables para diversificar su negocio y reducir su huella de carbono.

A esta estructura se suman espacios interinstitucionales e internacionales como la Mesa de Transición Energética Justa, que impulsa proyectos inclusivos y regionales en coherencia con el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, y el DNP, que incorpora criterios de descarbonización y eficiencia energética en la planeación nacional, con oportunidades directas para proyectos agroindustriales sostenibles. Desde la academia, el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional fortalece la investigación aplicada mediante el Centro Transnacional TRAJECTS y el Observatorio de

Conflictos Ambientales, herramientas que permiten anticipar impactos territoriales y apoyar decisiones estratégicas en la intersección entre energía, sostenibilidad y producción agropecuaria.

5. Análisis de demandas

Según datos del portal Siembra¹, entre 2017 y 2024, se consolidaron 8.069 demandas de ciencia, tecnología e innovación (CTeI) en el sector agropecuario y agroindustrial de Colombia. De estas, un porcentaje significativo (4.468, equivalentes al 55 %) se identificaron con enfoque en bioeconomía.

5.1. Áreas temáticas, cadenas y territorios

El análisis temático de estas demandas revela una alta concentración en aspectos operativos y de recursos esenciales para la producción. Las áreas con mayor interés son: Manejo del Sistema Productivo (12,3 %), Material de Siembra y Mejoramiento Genético (12,3 %), Manejo de Suelos y Aguas (11,4 %), y Manejo de Cosecha, Poscosecha y Transformación (10,6 %).

Estas prioridades resultan ser altamente estratégicas desde la óptica de la bioeconomía. Por un lado, el mejoramiento genético y la gestión productiva optimizan la disponibilidad de biomasa para usos energéticos y agroindustriales. Por otro lado, la gestión poscosecha y la transformación son cruciales, ya que facilitan la valorización de residuos como insumos para bioproductos y bioenergía. Adicionalmente, el énfasis en manejo ambiental y sostenibilidad, sumado a la transferencia de tecnología e innovación, es vital para consolidar prácticas de economía circular. El objetivo es claro: reducir emisiones, aumentar la eficiencia energética y de insumos, mejorar los factores biofísicos (como el suelo), diversificar la matriz energética rural y promover sistemas productivos más resilientes ante el cambio climático.

¹ <https://www.siembra.co/HomeNew>

Las demandas de I+D+i afines a bioeconomía se encuentran distribuidas en todas las cadenas productivas agrícolas y pecuarias. La principal cadena es frutales, con aproximadamente 7,7 % (345) de las demandas; seguida de las cadenas de acuicultura y pesca con 7,5 % (335), hortalizas con 7,3 % (324) y palma de aceite con 5,6 % (250). Geográficamente, la concentración de las demandas apunta a los departamentos con mayor dinamismo agropecuario: Antioquia (8,5 %), Meta (7,8 %), Cundinamarca (6,4 %), Córdoba (6,2 %) y Valle del Cauca (5,8 %), seguidos de cerca por Sucre (4,5 %), Tolima (4,4 %) y Santander (4,2 %).

5.2. Ejes de la bioeconomía en Colombia

Las demandas identificadas en torno a la bioeconomía circular se agrupan en cinco ejes estratégicos que guían la inversión en CTel:

- i. Aprovechamiento integral de residuos y subproductos agroindustriales: se enfoca en cadenas como plátano, banano, cacao, caña, palma de aceite y arroz. Su meta es generar biofertilizantes, biomateriales, biocombustibles, bioenergía y alimentos funcionales a partir de los subproductos.
- ii. Fortalecimiento de sistemas productivos: busca mejorar prácticas agrícolas, desarrollar productos y consolidar modelos de negocio circulares para cultivos esenciales como yuca, ñame, papa y plantas aromáticas y medicinales.
- iii. Desarrollo de biotecnología, innovación y transformación industrial: promueve la industrialización de la cadena cárnica, el diseño de biorrefinerías y plantas piloto, el desarrollo de tecnologías de estabilización y el uso de empaques biodegradables.
- iv. Gestión ambiental y adaptación al cambio climático: se centra en el manejo sanitario y fitosanitario, la reducción de agroquímicos, la neutralidad de carbono y el uso de insumos biodegradables para fortalecer la resiliencia climática.
- v. Desarrollo territorial y socioeconómico: Este eje promueve la dinamización de las economías regionales, la integración de cadenas de valor y la generación de empleo rural en regiones estratégicas (Orinoquía, Amazonía, Caribe, Andina y Pacífico).

Estos ejes, basados en las demandas de I+D+I, persiguen un objetivo unificado: impulsar la circularidad, eficiencia y resiliencia de los sistemas agroproductivos de Colombia mediante la investigación, la innovación y el aprovechamiento integral, generando así valor agregado, mejorando la competitividad y promoviendo la sostenibilidad.

6. Tendencias en el mundo y en Colombia

6.1. Tendencias recientes en megapolíticas

A nivel global, los responsables de política reconocen cada vez más el potencial de la bioeconomía, y un número creciente de países y regiones formulan visiones estratégicas adaptadas a sus contextos. Esta adopción se materializa en estrategias diversas:

- Unión Europea: Su estrategia, vigente desde 2012 y actualizada en 2018, se centra en la producción y el consumo circulares y sostenibles de recursos biológicos para impulsar la innovación, apoyar la transición verde y aprovechar la revolución biotecnológica. La Comisión Europea trabaja en una nueva versión para finales de 2025.
- Estados Unidos: Su enfoque prioriza el crecimiento económico y la innovación mediante la aplicación de la biotecnología en sectores como la agricultura, la salud y la manufactura, promovida a través de órdenes ejecutivas que incentivan la inversión en infraestructura de biofabricación y la creación de cadenas de suministro de biomasa resilientes.
- África Oriental: La estrategia lanzada en 2022 busca catalizar el crecimiento económico inclusivo y la creación de empleo mediante el uso innovador y sostenible de sus biorrecursos, desarrollando productos en áreas clave como alimentación, salud, productos industriales de origen biológico y bioenergía.
- Países en desarrollo: Estos países están enfocando sus capacidades y tecnologías en condiciones locales para responder a retos sociales y económicos inmediatos, como la generación de empleo.

Paralelamente, la cooperación internacional y multilateral se consolida como un eje central. Organismos como el G20, que priorizó la bioeconomía bajo las presidencias de la India (2023) y Brasil (2024), y la FAO, que la incluyó como una de sus 20 áreas prioritarias en su Marco Estratégico 2022-2031, han incrementado su participación. Un principio común en estas políticas es el giro hacia la manufactura local para gestionar cadenas de suministro, buscando un balance entre la cooperación global y la producción local que consolide una bioeconomía más resiliente, sostenible e innovadora (IICA, 2024b; International Advisory Council on Global Bioeconomy, 2024)

6.2. Tendencias en agendas

Las agendas globales de bioeconomía muestran una transición: ya no se la ve como un nicho estrictamente agrícola o energético, sino como una estrategia de transformación económica, climática y social a gran escala. Las tendencias específicas incluyen:

- **Gobernanza y cooperación:** se busca armonizar políticas internacionales para evitar fragmentación normativa y generar consensos en el acceso y uso de la biodiversidad y los datos biológicos, fomentando estrategias de cooperación Norte-Sur y Sur-Sur.
- **Resiliencia y circularidad:** las nuevas políticas resaltan el papel de la bioeconomía para fortalecer la resiliencia de las cadenas globales de suministro. Para ello, se promueven modelos avanzados de circularidad que priorizan la eficiencia en el uso de recursos, el reciclaje, la valorización de residuos y el aumento de la productividad en agricultura, silvicultura y bioeconomía azul.
- **Seguridad alimentaria y sistemas sostenibles:** la FAO y el G20 incluyen la bioeconomía en sus estrategias para enfrentar el hambre y la resiliencia climática, lo que impulsa agendas como la de bioinsumos agrícolas (biofertilizantes, biopesticidas) y el apoyo a proteínas alternativas.
- **Bioeconomía digital:** se integra la relación con la inteligencia artificial para el diseño computacional de enzimas y el uso de datos ómicos, lo que conlleva una creciente regulación sobre propiedad intelectual de datos biológicos y debates en

la ONU sobre la Información de Secuencias Digitales (DSI) y la repartición justa de beneficios.

- **Inclusión y modelos territoriales:** cobra fuerza una narrativa de bioeconomía inclusiva que considera a campesinos, comunidades indígenas y pequeños productores como protagonistas, promoviendo modelos de bioeconomía territorial adaptados a realidades locales. Ejemplos de esto se observan en las estrategias de África Oriental y Colombia.
- **Fuerza laboral y bioseguridad:** Se otorga especial importancia a la formación de una fuerza laboral capacitada y a políticas de bioseguridad y biocustodia para proteger a las poblaciones y al ambiente de materiales biológicos peligrosos (Gottinger y Proestou, 2025; International Advisory Council on Global Bioeconomy, 2024; IICA, 2024c).

6.3. Enfoque científico creciente y cambiante

El paradigma científico de la bioeconomía está evolucionando rápidamente:

- **Del recurso a la información:** se transita de un enfoque inicial en la biomasa a un paradigma impulsado por la información y el diseño biológico. El valor se desplaza de la materia prima a la información genética y a la capacidad de "programar" la biología usando biología sintética, CRISPR e inteligencia artificial.
- **Sociobiodiversidad:** conceptos como la "bioeconomía de la sociobiodiversidad", prominente en las políticas de Brasil y otros países de América Latina y el Caribe, priorizan la protección de biomas críticos como la Amazonía y el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad para generar beneficios económicos y sociales a las comunidades locales.
- **Cierre de brechas:** varias estrategias reconocen la necesidad de reducir las brechas regionales de biomasa. Mientras China y Estados Unidos priorizan el incremento de la productividad agrícola, la Unión Europea pone mayor énfasis en el fortalecimiento de modelos de circularidad (Proestou et al., 2024; International Advisory Council on Global Bioeconomy, 2024).

6.4. Retos

- Escalabilidad y comercialización: persisten los grandes desafíos para escalar y comercializar soluciones de bioeconomía. La falta de infraestructuras de biofabricación y bioprocesamiento a escala industrial conlleva el riesgo de que solo unos pocos países con alta inversión en I+D concentren la producción. Las estrategias priorizan reducir costos de transacción, armonizar marcos normativos y procesos comerciales, así como promover mecanismos de financiación para el escalamiento y la comercialización efectiva.
- Mecanismos de mercado: promover instrumentos innovadores como estándares de calidad, certificaciones de sostenibilidad, infraestructura para el intercambio de datos y el fortalecimiento de los derechos de propiedad intelectual ha presentado limitaciones en diversos países (International Advisory Council on Global Bioeconomy, 2024).
- Aceptación social y equidad: la aceptación social puede verse afectada por resistencias a tecnologías como los alimentos cultivados en laboratorio o la edición génica, por lo que es crucial la transparencia, la educación científica y la confianza pública. Asimismo, existe el riesgo de que los países megadiversos sean solo proveedores de datos genéticos sin recibir beneficios justos, lo que hace clave el establecimiento de mecanismos de biocomercio justo y acceso abierto controlado para garantizar la equidad.

7. Análisis DOFA

7.1. Debilidades

- a. Disminución de recursos públicos para la ciencia, tecnología e innovación agropecuaria que aumenta las brechas de capacidades, mercado, investigación y desarrollo y dificulta el escalado y comercialización.
- b. Necesidad de alinear el auge de la bioeconomía con los intereses del sector financiero, incluyendo áreas como hacienda y crédito público, para movilizar recursos.

- c. Escasos espacios de participación, co-creación y difusión de resultados de proyectos en Bioeconomía con productores.
- d. Programas de formación en bioeconomía enfocados en pocos actores de la cadena de valor agropecuario.
- e. Limitadas capacidades en el servicio de extensión agropecuaria en bioeconomía para mejorar el acompañamiento técnico a los productores.
- f. Desarticulación entre carteras de ambiente, agricultura, ciencia y comercio para apalancar los emprendimientos que ya están en los territorios.
- g. Poca disponibilidad de estudios de vigilancia tecnológica e inteligencia de mercados que identifiquen tendencias, oportunidades y brechas para guiar la I+D+i de IES, empresas, gremios y cualquier entidad sectorial.
- h. Ausencia de estudios sobre sostenibilidad de procesos de transición energética.
- i. Falta de esfuerzos continuos y consolidación de marcos institucionales y políticos de largo plazo que le permita a Colombia captar inversión internacional, liderar mercados de bioproductos y energías limpias, y posicionarse como referente regional.

7.2. Oportunidades

- a. La demanda global por productos sostenibles, naturales, libres de químicos, neutros en carbono y de comercio justo está en auge. Colombia puede posicionarse como un proveedor premium de bioproductos.
- b. Generar biogás, bioetanol y biodiesel a partir de actividad agropecuaria puede abordar problemas de disposición de residuos, generar energía descentralizada para las fincas y contribuir a la transición energética nacional.
- c. La bioeconomía es un modelo que puede beneficiar a las zonas afectadas por el conflicto, permitiendo desarrollar cadenas de valor legales, sostenibles y rentables; por ejemplo, con productos forestales no maderables, ecoturismo, ingredientes naturales, sustituyendo economías ilícitas y generando arraigo.
- d. La convergencia con la cuarta revolución industrial (big data, inteligencia artificial, internet de las cosas) permite optimizar cadenas productivas, desarrollar bioproductos de precisión y crear plataformas de conexión entre productores y

mercados. Para potenciar la bioeconomía de manera sostenible, esta convergencia debe articularse con la visión de la quinta revolución industrial, priorizando la centralidad del ser humano, su capacidad analítica y el trabajo interdisciplinario. Esto asegura que la tecnología se desarrolle y aplique en función de soluciones social, cultural y ambientalmente responsables.

- e. Acatar las recomendaciones realizadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y las indicadas en los informes del Consejo Privado de Competitividad (CPC) en materia de crecimiento verde. Esto implica acciones como: (i) desarrollar el mercado de finanzas verdes y avanzar en la reforma gradual y socialmente responsable de los subsidios a los combustibles fósiles; y (ii) asignar los recursos presupuestales necesarios para cerrar la brecha de implementación de la Política de Bioeconomía (CONPES 3934) y modernizar el SINA para hacerlo más eficiente.
- f. La cooperación internacional constituye una oportunidad clave para consolidar las capacidades de la bioeconomía en Colombia y consolidarla globalmente. Un ejemplo de ello es la Red Latinoamericana de Bioeconomía del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- g. Los sistemas agroforestales representan una oportunidad clave para restaurar suelos degradados y conectar fragmentos de bosque, mejorando la resiliencia climática. Integrar árboles nativos con cultivos o ganado incrementa la productividad a largo plazo, genera nuevos ingresos por productos maderables y no maderables, y crea sumideros de carbono.
- h. Colombia puede fortalecer la producción y el uso de especies nativas subutilizadas (azaí, copoazú, balú, yacón) con el fin de desarrollar productos únicos (alimentos funcionales, bioinsumos, cosmeceúticos) con alto valor en mercados diferenciados.

7.3. Fortalezas

- a. Colombia es el segundo país más biodiverso del mundo, albergando cerca del 10 % de la biodiversidad del planeta. Este patrimonio incluye más de 63.000 especies, con una

inmensa variedad de ecosistemas. Esta diversidad representa un recurso invaluable para las diversas bioeconomías, siendo fuente de material genético para el desarrollo de nuevos productos, bioinsumos, medicamentos y materiales biodegradables.

- b. El país posee grandes extensiones de tierra, con cerca de 28 millones de hectáreas con aptitud agrícola y 31 millones para silvicultura, de las cuales solo una fracción se utiliza. Esto genera enormes cantidades de biomasa residual, proveniente de bagazo de caña, cáscaras de café, residuos de palma, entre otros. Estos materiales, actualmente subutilizados, pueden ser valorizados en biorrefinerías para producir biocombustibles, bioenergía, biofertilizantes y bioproductos de mayor valor.
- c. Hay universidades y centros de investigación con programas y proyectos en biotecnología, agroindustria, gestión energética renovable y desarrollo de bioproductos.
- d. El sector agropecuario colombiano cuenta con la Agenda de I+D+i en la cual se han priorizado demandas de los sistemas productivos relacionadas con bioeconomía y transición energética.
- e. Tras la implementación de la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), se presentan avances en la valorización de residuos agrícolas que disminuyen la extracción de materiales y el volumen de desechos generados.
- f. Se han dado a conocer casos de modelos de negocio exitosos en bioeconomía y bioproductos colombianos, como el portafolio bio liderado por MinCiencias, que ayudan a atraer inversión y a demostrar su viabilidad económica.
- g. Se han consolidado alianzas internacionales mediante cooperación técnica (CEPAL, Banco Interamericano de Desarrollo, Instituto de Ambiente de Estocolmo, Instituto Global de Crecimiento Verde, IICA, CATIE, entre otros), financiera (Alemania y Reino Unido) y de memorando de entendimiento (China, Corea del Sur, Brasil y India).
- h. La política de bioeconomía integra el conocimiento tradicional y ancestral de comunidades indígenas, afrodescendientes y campesinas, reconociendo su papel en el uso sostenible de la biodiversidad.
- i. Colombia posee un potencial de diversificar su matriz energética con fuentes de energía renovables y no convencionales .

- j. Existen estudios y planes de manejo sobre especies invasoras que permitirían generar alternativas de uso adecuadas. Por ejemplo, planes de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) para la erradicación, eliminación y disposición final de los residuos vegetales tanto de retamo espinoso y liso.

7.4. Amenazas

- a. La persistencia del conflicto armado y el resurgimiento de grupos ilegales imposibilitan el acceso seguro a la biodiversidad y provocan el desplazamiento forzado de comunidades rurales, fracturando las cadenas productivas y la viabilidad de la bioeconomía.
- b. Disminución y pérdida de la biodiversidad con alto potencial para desarrollar la bioeconomía por la deforestación, la minería ilegal, el cambio climático y la expansión de la ganadería extensiva y de monocultivos.
- c. Existe el riesgo de que el progreso en bioeconomía no beneficie a las comunidades locales. Esto puede obedecer a la concentración de inversiones en grandes empresas, la limitada inclusión de pequeños productores en cadenas de valor, la falta de capacidades técnicas en territorios rurales y las brechas en el acceso a financiamiento.
- d. No priorizar la salvaguarda del conocimiento ancestral y el reconocimiento de su valor cultural y territorial.
- e. Riesgos de presión ambiental por extracción o uso de biomasa y manejo inadecuado de especies invasoras que no respeten límites ecológicos; por ejemplo, afectaciones a la biodiversidad
- f. Falta de rigor científico en el cambio de uso del suelo agropecuario para uso de transición energética y desconocimiento frente a alternativas multipropósito.

8. Avances en la implementación

Dado que la versión 2017 del PECTIA no incluyó la bioeconomía como un enfoque de CTIA, no se registran avances de implementación previos. Las estrategias y líneas de acción se proponen en esta nueva versión 2025 y se detallan a continuación.

9. Estrategias y líneas de acción de la actualización 2025

Estrategia 1. Fortalecimiento de capacidades para el desarrollo de la bioeconomía

Líneas de acción	Meta	Indicador	Responsables	Fecha de cumplimiento
A1.1. Fomento de espacios participativos y de cocreación (a nivel nacional y territorial) con productores para la valoración de los recursos naturales terrestres y acuáticos, subproductos agrícola y animal, la biodiversidad, bioenergía, cadenas de valor biobasadas y el papel de la CTI agropecuaria	Generar al menos 15 espacios participativos y de cocreación	Número de espacios participativos y de cocreación	MinAgricultura, MinEducación, SENA, AGROSAVIA, Federaciones de Fondos Parafiscales (Porkcolombia, FEDEGAN, FENAVI, FEDEACUA, etc.), Instituto Humboldt, Ecopetrol, MinMinas, DNP	2027
A1.2. Fortalecimiento de las capacidades en el servicio de extensión agropecuaria en bioeconomía para mejorar el acompañamiento técnico a los productores	10 % de los extensionistas agropecuarios capacitados	Porcentaje de extensionistas agropecuarios capacitados	MinAgricultura, MinEducación, ADR, SENA, EPSEAS, Ecopetrol, MinMinas, con soporte de AGROSAVIA	2029
A1.3. Fortalecimiento y actualización de programas de formación en bioeconomía para diferentes actores de la cadena de valor <i>Nota: esta línea de acción será considerada desde una línea de acción del capítulo de "Fortalecimiento de capacidades"</i>	Al menos 3 programas de formación nuevos o actualizados	Número de programas	MinEducación, SENA, Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación con apoyo de AGROSAVIA	2029

Líneas de acción	Meta	Indicador	Responsables	Fecha de cumplimiento
A1.4. Desarrollo de estudios de vigilancia tecnológica e inteligencia de mercados para identificar tendencias, oportunidades y brechas en bioeconomía	Al menos 1 estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia de mercados desarrollado	Número de estudios	MinAgricultura, MinEducación, SENA, Centros de investigación, Instituciones de Educación Superior, Distritos de CTI, AGROSAVIA	2027
A1.5. Fortalecimiento de la infraestructura de laboratorios de investigación, plantas piloto, biofábricas comunitarias de biomasa, cadenas de valor biobasadas y biorrefinerías de subproductos, para facilitar el desarrollo y escalamiento de nuevos productos. <i>Nota: esta línea de acción puede ser considerada desde una línea de acción del capítulo de "Fortalecimiento de capacidades"</i>	Fortalecimiento de al menos 3 laboratorios, plantas piloto, biofábricas comunitarias, cadenas de valor biobasadas y biorrefinerías de investigación, desarrollo e innovación relacionados con bioeconomía	Número de laboratorios, plantas piloto, biofábricas comunitarias de biomasa, cadenas de valor biobasadas y biorrefinerías de subproductos con equipos especializados	MinCiencias, AGROSAVIA, SENA, Instituciones de Educación Superior	2027
A1.6. Fortalecimiento de los mecanismos de financiación para modelos de negocios, investigación y formación en bioeconomía	Generación de 2 mecanismos de financiación e incentivos para modelos de negocios, investigación y formación en bioeconomías	Número de mecanismos de financiación e incentivos	MinCiencias, FINAGRO, MinAmbiente, MinAgricultura	2027

Líneas de acción	Meta	Indicador	Responsables	Fecha de cumplimiento
A1.7. Fortalecimiento del Mecanismo Intersectorial de Bioeconomía (integrado por los ministerios de Comercio, Industria y Turismo; Ciencia, Tecnología e Innovación; Agricultura y Desarrollo Rural; Ambiente y Minas y Energía) para la generación de un marco regulatorio, estrategias de transferencia de tecnología y coordinación interinstitucional	Promover al menos 3 acciones asociadas a la regulación, transferencia tecnológica y coordinación interinstitucional por parte del Mecanismo Intersectorial de Bioeconomía	Número de acciones	MinCIT, MinCiencias, MinAgricultura, MinAmbiente, MinMinas	2027

Fuente: Elaboración propia con modificaciones de Ovalle Másmela et al. (2023).

Estrategia 2. Desarrollar acciones de CTI enfocadas en la aplicación de la bioeconomía para un sector agropecuario productivo y sostenible

Líneas de acción	Meta	Indicador	Responsables	Fecha de cumplimiento
A2.1. Ejecución de programas, proyectos e iniciativas en bioeconomía (como la bioprospección, biofábricas comunitarias para la valorización de biomasa y subproductos, el desarrollo de bioproductos, generación de bioenergía rural, la circularidad en sistemas, cadenas de valor biobasadas, bioeconomía acuícola, ganadería sostenible, servicios ecosistémicos, restauración ecológica, reforestación productiva, etc.) para su aprovechamiento en la producción agropecuaria	Ejecutar al menos 15 programas, proyectos e iniciativas	Número de programas, proyectos e iniciativas	MinAgricultura, MinCiencias, Gremios agropecuarios, Universidades, Centros de investigación, CGIAR, AGROSAVIA	2027
A2.2. Generación de bioproductos, bioinsumos, biopreparados, tecnologías y servicios innovadores con enfoque bioeconómico	Generar al menos 10 nuevos bioproductos, tecnologías y servicios	Número de bioproductos, tecnologías y servicios desarrollados	MinEnergía, MinAgricultura, MinAmbiente, Centros de investigación, VECOL, Instituciones de Educación Superior, Centros y parques de desarrollo tecnológico, AGROSAVIA	2029
A2.3. Apropiación, transferencia y adopción de bioproductos, bioinsumos, biopreparados, tecnologías y servicios en bioeconomía mediante estrategias demostrativas y participativas con productores y asociaciones rurales	Llevar a cabo al menos 10 demostraciones o espacios a favor de la apropiación y adopción	Número de demostraciones o espacios que impulse la apropiación y adopción	MinEnergía, MinAgricultura, MinAmbiente, Centros de investigación, Instituciones de Educación Superior, Fondos parafiscales, Centros y parques de desarrollo tecnológico, AGROSAVIA	2027

Fuente: Elaboración propia con modificaciones de Ovalle Másmela et al. (2023).

10. Agradecimientos

Los autores de este capítulo expresan su reconocimiento a Ivette Marcela Cabrales Campo, Ariel Rene Carreño Olejua y Jefersson Andrés Rodríguez Blandón del Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), a Daniela Susana Surmay Cordero y Johann Sebastián Niño Moreno del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias), y a Ricardo Vargas Carpintero de la Universidad de Hohenheim, por sus aportes en el proceso de co-construcción. Adicionalmente, a Angélica María Ramírez Beltrán, Ana Maria Jiménez Guzman y Jairo Javier Santana Medina, por su participación en la elaboración de la versión anterior del documento. Sus contribuciones constituyeron un insumo valioso que sirvió de base para la presente actualización. Dicho trabajo previo permitió dar continuidad al proceso, integrar nuevas perspectivas y enriquecer la reflexión sobre los retos y oportunidades del sector.

11. Referencias

- Agrosavia. (2021). *Bioeconomía: lineamientos corporativos*. Recuperado de: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36909>
- Aramendis, R. H., Krieger Merico, L. F., & Rodríguez, A. G. (2018). *Contribuciones a un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe: bioeconomía*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Betancur, C., Moñux, D., Canavie, G., Villanueva, D., García, J., Renza, L., Olaguer, E. (2018). *Estudio sobre la bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia*. Bogotá: BioIntropic.
- Birner, R. (2018). Bioeconomy Concepts. En I. Lewandowski, *Bioeconomy*. Springer, Cham.
- Carbon Brief. (2016). Milestones of the German Energiewende. Recuperado de: <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/milestones-german-energiewende>
- Carvajalino Umaña, J. D., Romero Perdomo, F. A., López González, M., Ardila, N., & González Curbelo, M. Á. (2022). Economía circular en Colombia: panorama y estrategias para acelerar su implementación. En E. Serna, *Ingeniería y Desarrollo En La Nueva Era* (págs. 187- 200). Medellín: Editorial Instituto Antioqueño de Investigación.

- Cleveland, C. J., & Ruth, M. (1997). When, where, and by how much do biophysical limits constrain the economic process?: A survey of Nicholas Georgescu-Roegen's contribution to ecological economics. *Ecological economics*, 203-223; [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00079-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00079-7).
- Congreso de Colombia. (1994). *Ley 165 Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992*. Bogotá.
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168:716-734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
- DNP. (2019). *Documento Conpes 3934. Política de Crecimiento Verde*. Bogotá D.C. Recuperado de: <https://bit.ly/2Y7G2Lk>
- Fytli, D., & Zabaniotou, A. (2022). Organizational, societal, knowledge and skills capacity for a low carbon energy transition in a Circular Waste Bioeconomy (CWBE): Observational evidence of the Thessaly region in Greece. *Science of the Total Environment*, 813, 151870; <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151870>.
- Global Bioeconomy Summit. (2018). *Innovation in the Global Bioeconomy for Sustainable and Inclusive Transformation and Well-being*. Berlin, Germany.
- Global Bioeconomy Summit. (2024). *One Planet – Sustainable Bioeconomy Solutions for Global Challenges*. Nairobi, Kenya.
- Gobierno de Colombia. (2019). *Misión de sabios: Colombia 2019*. (M. i. innovación, Ed.) Colombia. Recuperado de <https://bit.ly/2YKWWw1>
- Gottinger, A., & Proestou, M. (2025). Policy learning and unlearning towards a transition to a sustainable bioeconomy: The case of Germany. *Journal of Environmental Management*, 392, 126607; <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126607>.
- Instituto Humboldt. (2021). *La biodiversidad y los servicios ecosistémicos*. (I. A. Homboldt, Ed.) Recuperado de: <https://bit.ly/3EQGMF3>
- IICA. (2024a). *Senderos de aprovechamiento de la bioeconomía: ejemplos de aplicación en América Latina*. Recuperado de: <https://repositorio.iica.int/items/66bf6179-8040-470b-a17b-4831ec46eb77>

- IICA. (2024b). *Análisis de políticas públicas relacionadas con bioeconomía*. Recuperado de <https://repositorio.iica.int/items/1bc10e99-e068-4554-b74d-58ec9cb5cf76/full>
- IICA. (2024c). *Informe de situación y perspectivas de la bioeconomía en América Latina y el Caribe*. Recuperado de <https://repositorio.iica.int/items/2291ce1d-aa35-4aad-a2a7-c490c2733197>
- International Advisory Council on Global Bioeconomy. (2024). *Bioeconomy globalization: Recent trends and drivers of national programs and policies*. Recuperado de: https://www.iacgb.net/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/52440fb0-f35d-11ee-9ed1-dead53a91d31/current/document/Global_Bioeconomy_-_April_2024_IACGB.pdf
- Lewandowski, I. (2018). *Bioeconomy: Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy*. London, UK: Springer Nature.
- MinCiencias. (2021). *Bioeconomía para Colombia: prioridades y acciones estratégicas 2021-2022*. Presentación realizada el 4 de abril de 2021 al Comité Técnico de Ciencia, Tecnología e Innovación del SNCI, Bogotá, D.C.
- Ovalle Másmela, J., Romero-Perdomo, F., Ramírez-Beltrán, A. M., Moreno-Valderrama M. N., Jiménez-Guzmán A. M., Castillo-Galindo N. T., Santana-Medina J. J., Molano-Bernal L. C., Zambrano Muñoz A. P., Garavito-Arcos H. C., Yepes-Vargas L. A., Zambrano Muñoz A. P., Perdomo-Villamil Y. L., Salazar Alonso F. A., Rincón Novoa R., García González D. M., & Uribe Galvis, C. (2023). *Focos de ciencia, tecnología e innovación para el sector agropecuario colombiano*. Observatorio de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector agropecuario colombiano (OCTIAGRO). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Recuperado de: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/39018>
- Parlamento Europeo. (2018). *Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables*. Recuperado de: <https://www.boe.es/doue/2018/328/L00082-00209.pdf>
- Patermann, C., & Aguilar, A. (2018). The origins of the bioeconomy in the European Union. *New biotechnology*, 20-24; <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126607>.

- Proestou, M., Schulz, N., & Feindt, P. H. (2024). A global analysis of bioeconomy visions in governmental bioeconomy strategies. *Ambio*, 53(3), 376-388; <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01958-6>.
- Pulido-Blanco, V. (2020). *Análisis del potencial de aprovechamiento de la bioeconomía en la cadena de café de la República Dominicana*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (s.f.). *What is an "Inclusive Green Economy"?* Recuperado de <https://www.unep.org/explore-topics/green-economy/why-does-green-economy-matter/what-inclusive-green-economy>
- United Nations Change Change. (2015). Key aspects of the Paris Agreement. Recuperado de: <https://unfccc.int/most-requested/key-aspects-of-the-paris-agreement>
- Vargas-Carpintero, R. (2025). Development of an integrated multi-criteria framework to assess the implementation potential of biobased value chains and webs with a territorial approach. *Industrial Crops and Products*, 223, 120104. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.120104>
- Vargas-Carpintero, R., Romero-Perdomo, F., Martínez, J. F., & Lewandowski, I. (2023). A review of the knowledge base for the development of natural ingredients value chains for a sustainable biobased economy in Colombia. *Discover Sustainability*, 4(1), 33; <https://doi.org/10.1007/s43621-023-00150-w>.
- Zörb, C., Lewandowski, I., Kindervater, R., Göttert, U., & Patzelt, D. (2017). Biobased resources and value chains. En *In Bioeconomy: Shaping the transition to a sustainable, biobased economy* (págs. 75-95). Cham: Springer International Publishing.