	RESOLUCIÓN 1452 DE 2024 03 SEP. 2024	Código: A205PR02MO1
		Versión: 01
		Fecha: 2020-02-19
		Página 1 de 6

"Por la cual se adoptan las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM) 2024-2033 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación"

LA MINISTRA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN


En uso de sus atribuciones legales, en especial las establecidas en las leyes 489 de 1998 y 2162 de 2021, el Decreto 2226 de 2019, y en atención a los siguientes,

CONSIDERANDOS,

Que, mediante la Ley 2162 de 2021, se creó el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación como ente rector de la política de ciencia, tecnología e innovación que genere capacidades, promueva el conocimiento científico y tecnológico, contribuya al desarrollo y crecimiento del país y se anticipe a los retos tecnológicos futuros, siempre buscando el bienestar de los colombianos y consolidar una economía más productiva y competitiva y una sociedad más equitativa.

Que, de acuerdo con lo previsto en el artículo 2 del Decreto 1449 de 2022, corresponde al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, formular la política pública de ciencia, tecnología e innovación del país, establecer estrategias para el avance del conocimiento científico, el desarrollo sostenible, ambiental, social, cultural y la transferencia y apropiación social de la Ciencia, la Tecnología, la Innovación para la consolidación de una sociedad basada en el conocimiento, así como impulsar el desarrollo científico, tecnológico y la innovación de la Nación, programados en la Constitución Política de 1991 y en el Plan Nacional de Desarrollo, de acuerdo con las orientaciones trazadas por el Gobierno Nacional.

Que, mediante la Ley 2294 de 2023, por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "COLOMBIA POTENCIA MUNDIAL DE LA VIDA", en su artículo 226 de las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones se establece que: *"La política de Ciencia, Tecnología e Innovación estará basada principalmente en el enfoque de políticas de investigación e innovación orientadas por misiones, encaminadas a resolver grandes desafíos sociales, económicos y ambientales del país asociados a la transición energética, el derecho humano a la alimentación, la innovación agropecuaria, la salud de la población, el desarrollo de la bioeconomía, la gestión del riesgo de*

	RESOLUCIÓN 1452 DE 2024	Código: A205PR02MO1
		Versión: 01
		Fecha: 2020-02-19
		Página 2 de 6

"Por la cual se adoptan las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM) 2024-2033 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación"


desastres, el reconocimiento de la diversidad natural, cultural y territorial, la paz total, entre otros, que articule las ciencias y los saberes diversos para sustentar una Colombia Potencia Mundial de la Vida. Para su puesta en marcha, el Gobierno nacional liderará e implementará políticas orientadas por misión a partir de articulaciones interinstitucionales".

Que mediante la articulación de tres pilares, seis transformaciones y siete legados del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, se constituye la base fundamental para lograr la Paz Total en el país, dichos pilares son: Justicia Social, Justicia Ambiental y Justicia Económica y las transformaciones son: 1. Ordenamiento del territorio alrededor del agua; 2. Seguridad humana y justicia social, lo que implica garantizar la atención integral, especialmente en temas de inversión histórica en salud y educación; 3. Derecho humano a la alimentación; 4. Transformación productiva, internacionalización y acción climática; y 5. Convergencia regional, finalmente, los ejes transversales son: 1. Paz total; 2. Los actores diferenciales para el cambio; 3. Estabilidad macroeconómica; y 4. Política Exterior con enfoque de género.

Que mediante el Documento CONPES 4069 del 2021, por el cual se expidió la "Política Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación 2022-2031", se presenta la línea de acción quince denominada: "Mejorar la articulación institucional y el marco regulatorio para la CTI", determinando que el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación, optimizará la oferta de instrumentos de política para el fomento de CTI, priorizando recursos y acciones alrededor de los retos, desafíos, y misiones, propuestas por la *Misión Internacional de Sabios*, para ello, se hará uso de la metodología Arco¹. Adicionalmente, dentro de esta acción se incluye el desarrollo de una metodología para la implementación y seguimiento de políticas públicas orientadas por misiones, el periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

Que, desde la *Misión Internacional de Sabios* de 2019, se definieron tres retos, cinco misiones emblemáticas, y ocho áreas estratégicas del conocimiento que buscan impulsar el desarrollo del país a partir del conocimiento y con metas puntuales a 2030, el primer

¹ Metodología de Articulación para la Competitividad (ArCo). La iniciativa busca mejorar la calidad del gasto público coordinando políticas que respondan a las necesidades de empresarios, investigadores y ciudadanos. Identifica y soluciona la duplicidad de esfuerzos y la dispersión de recursos, ofreciendo instrumentos de política pública más focalizados y eficaces para los usuarios del Gobierno Nacional. *Manual de herramientas*. DNP. 2021.

	RESOLUCIÓN 1452 DE 2024	Código: A205PR02MO1
		Versión: 01
		Fecha: 2020-02-19
		Página 3 de 6


"Por la cual se adoptan las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM) 2024-2033 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación"

reto es *Colombia biodiversa* y consta de dos misiones, una enfocada en diversidad, bioeconomía, y economía, y otra enfocada en el agua y el cambio climático.

Que, el segundo reto es *Colombia productiva y sostenible* cuya misión es desarrollar un nuevo modelo productivo, sostenible, y competitivo que transforme la estructura productiva del país hacia industrias y servicios con contenido tecnológico alto y con proyección exportadora, con base en la diversificación tecnológica, el aumento de la productividad, el aprovechamiento de tecnologías convergentes y de las tecnologías de la industria 4.0 y el suministro de productos y servicios sofisticados. Finalmente, el reto *Colombia equitativa* consta de dos misiones, una enfocada en equidad y otra en educación, que busca garantizar el amplio acceso a la educación, la salud, los servicios básicos y el empleo digno, como base del desarrollo.

Que, desde las ocho áreas estratégicas del conocimiento de la *Misión Internacional de Sabios* se busca direccionar esfuerzos en materia de CTI; estas áreas son: (i) biotecnología, bioeconomía y medio ambiente enfocada en el reconocimiento del potencial biológico y ambiental del país; (ii) ciencias básicas y del espacio enfocada en ciencias exactas y base fundamental de los procesos de desarrollo científico y tecnológico e innovación; (iii) ciencias de la vida y de la salud enfocada en desarrollar los conocimientos adecuados para la prevención y erradicación de las enfermedades y el bienestar de las personas; (iv) ciencias sociales, desarrollo humano y equidad enfocada en identificar desafíos para el desarrollo humano, diseño de políticas que reduzcan pobreza y desigualdad, y mejorar el dialogo social; (v) energías sostenibles enfocada en el ODS 7 referente a energía asequible y no contaminante; (vi) industrias creativas y culturales enfocada en las industrias basadas en la creación, la producción, y la comercialización, de contenidos creativos y culturales; (vii) océanos y recursos hidrobiológicos enfocada en identificar, valorar, y proyectar, este recurso natural, y (viii) tecnologías convergentes e industrias 4.0 enfocada en tecnologías convergentes que integran tecnologías fundamentales y emergentes como nanotecnología, biotecnología, TIC, y ciencias cognitivas.

Que, mediante las Políticas Orientadas por Misiones, desde la definición de la OCDE, se presentan como un sistema coordinado de políticas de investigación, innovación y medidas regulatorias diseñadas específicamente para movilizar ciencia, tecnología e innovación. Estas políticas abarcan diferentes etapas del ciclo de innovación, desde la investigación hasta la demostración y el despliegue en el mercado, utilizando una

	RESOLUCIÓN 1452 DE 2024	Código: A205PR02MO1
		Versión: 01
		Fecha: 2020-02-19
		Página 4 de 6

"Por la cual se adoptan las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM) 2024-2033 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación"

combinación de instrumentos para impulsar la oferta y atraer la demanda. Su objetivo principal es abordar desafíos sociales bien definidos dentro de un marco temporal establecido, atravesando varios campos de políticas, sectores y disciplinas.

Que, mediante las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM), se concibe el proceso de innovación como la interacción de múltiples actores en procesos de negociación para identificar rutas alternativas con potencial para generar cambios sistémicos. Estas políticas reconocen la sostenibilidad, la pobreza y la desigualdad en la distribución e ingresos, como parte esencial de las políticas de innovación, es decir, la direccionalidad del desarrollo tecnológico está ligado estrechamente a los problemas de los sistemas sociotécnicos. Por lo tanto, el proceso de innovación tiene que incluir procesos de experimentación sistémica, así como el desarrollo y escalamiento de nichos y pilotos. Estos sistemas reconocen al Estado como un agente generador de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) que puede crear o moldear mercados y, a su vez, habilitan el ecosistema de CTeI y lo direccionan al logro de innovaciones en tecnociencia, en sectores determinados para transformaciones sociales específicas.

Que, las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM) se definen como políticas públicas sistémicas que se basan en conocimiento de frontera para alcanzar objetivos específicos. Este tipo de política reconoce que la innovación tiene un ritmo, pero también una dirección, y, por lo tanto, es un medio para abordar los retos complejos de la sociedad, del ambiente y de la economía. La solución a estos retos requiere ser abordada mediante misiones las cuales son definidas como objetivos concretos dentro de estos retos que actúan como marco y estímulo para la innovación. De este modo, el éxito de estas políticas depende de la coordinación de actores y sectores, así como de su capacidad para permitir la experimentación y el aprendizaje de base con el fin de generar bucles dinámicos de retroalimentación.

Que, las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM) constituyen una oportunidad para fortalecer la diplomacia científica y enfrentar los retos articulados entre diferentes instituciones, por ejemplo, la cooperación internacional es importante para encontrar e implementar soluciones a las misiones y requiere políticas tanto basadas en la oferta como en la demanda. Por lo tanto, esta cooperación alrededor de misiones abre la posibilidad de que la diplomacia científica sea una herramienta clave de cooperación internacional para enfrentar los retos más urgentes de la globalización

	RESOLUCIÓN 1452 DE 2024	Código: A205PR02MO1
		Versión: 01
		Fecha: 2020-02-19
		Página 5 de 6

"Por la cual se adoptan las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM) 2024-2033 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación"

y alcanzar el desarrollo de largo plazo propuesto por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).


Que, en la sesión No. diecisiete (17) del Comité Ministerial del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, realizado el veinticuatro (24) de junio de 2024, el Viceministerio de Talento y Apropiación Social del Conocimiento presentó las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM) 2024-2033, las cuales fueron aprobadas.

Que, en mérito de lo expuesto,

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO. ADOPTAR las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM) 2024-2033 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, las cuales son: 1. Bioeconomía y Territorio; 2. Derecho Humano a la Alimentación; 3. Transición Energética; 4. Soberanía Sanitaria y Bienestar Social; y 5. Ciencia para la Paz. En donde sus objetivos varían dependiendo del reto y misión correspondiente, las cuales se anexan y hace parte integral del presente acto administrativo:

1. *Bioeconomía y Territorio:* impulsar la transformación de la economía colombiana a través del fortalecimiento de las cadenas de valor orientadas a productos y servicios biobasados.
2. *Derecho Humano a la Alimentación:* garantizar el diálogo de saberes, la creación de conocimiento y el desarrollo de tecnología e investigación apropiada alrededor de la agroecología implementada por la ACFEC, con la participación social, con voz y voto, de las comunidades de diferentes regiones, y en articulación con otros actores libres de conflicto de interés (relacionados con el derecho a la alimentación o derechos conexos); de manera que contribuya al logro del derecho humano a la alimentación y el logro de la soberanía alimentaria.
3. *Transición Energética:* garantizar la incorporación de nuevos servicios, modelos de negocio y desarrollos tecnológicos nacionales en los nuevos proyectos energéticos de generación con las fuentes renovables de energía, eficiencia energética y en las

	RESOLUCIÓN 1452 DE 2024	Código: A205PR02MO1
		Versión: 01
		Fecha: 2020-02-19
		Página 6 de 6

"Por la cual se adoptan las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM) 2024-2033 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación"

tecnologías de conversión y usos finales de la energía fabricadas en Colombia para impulsar los procesos de reindustrialización y transición energética.

4. *Soberanía Sanitaria y Bienestar Social:* garantizar la disponibilidad de conocimientos, tecnologías y servicios innovadores para la salud y el bienestar de toda la población colombiana, fortaleciendo las capacidades nacionales científicas, tecnológicas e industriales para desarrollar y producir tecnologías en salud de interés en salud pública, en un período de diez años.

5. *Ciencia para la Paz:* comprender las diversas causas del conflicto como base para construir soluciones que fomenten y fortalezcan la convivencia pacífica en condiciones de equidad y justicia social.

ARTICULO SEGUNDO. Corresponde al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación realizar la implementación, el monitoreo, el seguimiento y la evaluación de las Política de ciencia Tecnología e Innovación 2024-2033.

ARTÍCULO TERCERO. VIGENCIA. La presente resolución rige a partir de la fecha de su publicación.

Dado en Bogotá D.C., a los 03 días del mes de septiembre de 2024.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

03 SEP. 2024

Ángela Yesenia Olaya R.

**ÁNGELA YESENIA OLAYA REQUENE
MINISTRA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**

VoBo: Ricardo Andrés Oviedo León / Secretario General *R. Oviedo*

VoBo: Claudia Consuelo Cepeda Benito / Viceministra (E) de Talento y Apropiación Social del Conocimiento *C. Cepeda*

VoBo: Diego Alejandro Restrepo Ramírez / Jefe de la Oficina Asesora Jurídica *D. Restrepo*

Elaboró: Jennifer Paola Cardona Malaver / Contratista VCIP *J. Cardona*

2024

Documento de Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
N° 2401

POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN ORIENTADAS POR MISIONES (PIIOM)

MISIÓN BIOECONOMÍA Y TERRITORIO

Bogotá D.C., (03 de septiembre de 2024)
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación



Yesenia Olaya Requene
Ministra Ciencia, Tecnología e Innovación

Claudia Consuelo Cepeda Benito
Viceministra de Talento y Apropiación Social del Conocimiento (E)

Ana Lucia Caicedo Laurido
Viceministra de Conocimiento, Innovación y Productividad

Equipo de trabajo / Colaboradores

Johana Regino Vergara - Líder de la Misión Bioeconomía y Territorio / Dirección de Capacidades y Apropiación del Conocimiento

Natalia Comba González - Coordinadora programa Colombia Bio / Dirección de Desarrollo Tecnológico e Innovación

Carlos Cruz Ramírez- Apoyo técnico especializado Misión Bioeconomía y Territorio / Dirección de Desarrollo Tecnológico e Innovación

Karen Tatiana Valencia Rivero- Apoyo técnico especializado Misión Bioeconomía y Territorio / Dirección de Desarrollo Tecnológico e Innovación



RESUMEN EJECUTIVO

Este documento sintetiza la hoja de ruta de la Misión de Bioeconomía y Territorio en el marco de las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones - PIIOM establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 Colombia Potencia Mundial de la Vida y en la Política de Reindustrialización del gobierno nacional. La definición de la política de investigación e innovación orientada por misiones (PIIOM) plantea los lineamientos generales de la política de bioeconomía para Colombia, que busca orientar y coordinar las acciones de los diferentes actores involucrados en el desarrollo de la bioeconomía, y establecer los mecanismos de seguimiento y evaluación de los resultados. La metodología para el desarrollo de esta hoja de ruta contempló 6 etapas y contó con la participación de diversos actores que incluyeron representantes de entidades gubernamentales, institutos del SINA, sector académico, sector privado, entidades internacionales y comunidades locales. Como resultado de estos ejercicios de co-construcción se presenta una propuesta de definición de bioeconomía que considera el enfoque territorial y resalta la importancia de los conocimientos tradicionales y ancestrales de las comunidades locales en el uso sostenible de la biodiversidad.

Adicionalmente empleando análisis sistémico se identificaron, clasificaron y priorizaron problemas para la bioeconomía en Colombia que fueron complementados con los resultados de la Misión de Sabios (Misión de Sabios, 2019), los Diálogos Regionales Vinculantes, las Agendas de la Misión Nacional de Bioeconomía y la iniciativa Task Force de GGCI, entre otros insumos. Este ejercicio permitió identificar como problema central el “Bajo nivel de desarrollo de cadenas de valor basadas en el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y la biomasa en las regiones de Colombia.”

Una vez identificada esta problemática, se definió la visión, la misión, los objetivos, los principios, los ejes estratégicos y las líneas de acción de la política, así como los roles y responsabilidades de las entidades encargadas de su formulación, implementación y gestión. Para este propósito, se desarrollaron siete talleres de co-creación y validación en territorio, como herramienta colaborativa para abordar los retos multidimensionales de la sostenibilidad y el desarrollo de las regiones con enfoque en CTel. Los talleres fueron realizados en San Andrés y Providencia, San José del Guaviare, Cali, Leticia, Santa Marta y Bogotá, además de un taller virtual que agrupó diferentes actores de la Orinoquia, asegurando que la hoja de ruta se adaptará a las condiciones territoriales, respetando las diferencias culturales, sociales y económicas de las regiones.

En paralelo, se reconocieron los sectores de la economía nacional relacionados con actividades bioeconómicas código CIU (industrias manufactureras, servicios y sector agropecuario), así como cinco subsectores (alimentos funcionales y bebidas, agrícola, salud, química y turismo) y ocho aplicaciones priorizadas por la misión (alimentos y bebidas funcionales, bioinsumos agropecuarios, fitofármacos, cosméticos y cosmecéutica, biopolímeros, biorrefinerías, biorremediación y CTel aplicada al turismo de naturaleza) con base en un set multicriterio y multivariado asociado a las dimensiones social, económica y ambiental.

Los objetivos de la misión se definieron en función de las brechas para el aprovechamiento sostenible del recurso biológico (biodiversidad y biomasa residual) continental y

marino-costero. Se identificaron retos relacionados con capacidades territoriales en CTel, reconocimiento y articulación de actores relacionados con bioeconomía, sofisticación y diversificación del mercado nacional, y posicionamiento de productos y servicios BIO en el extranjero bajo la metodología de marco lógico. Concomitantemente, se establecieron aspectos transversales para el alcance de los objetivos como propiedad intelectual, fuentes de financiación, y normatividad y regulación. Este último aspecto fue revisado mediante matrices de impacto en comités multisectoriales. El portafolio de objetivos y aplicaciones priorizadas fue validado con expertos nacionales en biotecnología y bioeconomía del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) y sometido al ejercicio de rutas de innovación mediante matrices de análisis social, tecnológico, ambiental, económico y político (STEEP por sus siglas en inglés), definiendo barreras, impulsores y acciones clave para fortalecer y habilitar sistemas asociados a las aplicaciones priorizadas.

Finalmente, se estableció la ruta de política consistente en la identificación y selección de instrumentos a partir de la plataforma de Articulación para la Competitividad (ArCo) del Departamento Nacional de Planeación, además de instrumentos implementados por Minciencias que condujeran al apalancamiento de los objetivos propuestos y metas, así como a la materialización de mecanismos o programas en bioeconomía. De esta manera, el documento plantea el plan de acción propuesto para la implementación de la hoja de ruta de la misión de bioeconomía y territorio considerando criterios de acción climática, economía circular y regenerativa, equidad de género, industrias 4.0 y economía popular como mandatos del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026: Colombia Potencia Mundial de la Vida. Se espera que los resultados de la implementación de la misión de bioeconomía y territorio impacten los diferentes eslabones de las cadenas de valor, en el marco de un análisis integral orientado a la generación de productos y servicios biobasados e intensivos en conocimiento.

Palabras clave: Hoja de ruta, Misión de Bioeconomía y Territorio, Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM), Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026: Colombia Potencia Mundial de la Vida

JEL: Q57

Abstract:

This document synthesizes the roadmap of the Bioeconomy and Territory Mission within the framework of the Mission-oriented Research and Innovation Policies (PIIOM) established in the National Development Plan 2022–2026: Colombia, Global Power of Life and in the National Government's Reindustrialization Policy. The definition of the mission-oriented research and innovation policy (PIIOM) outlines the general guidelines of the bioeconomy policy for Colombia, aiming to guide and coordinate the actions of the various stakeholders involved in the development of the bioeconomy, and establish mechanisms for monitoring and evaluating results.

The methodology for developing this roadmap involved 6 stages and the participation of various actors, including representatives from government entities, SINA institutes, the academic sector, private sector, international entities, and local communities. As a result of



these co-construction exercises, a proposal for defining bioeconomy is presented, considering a territorial approach and highlighting the importance of traditional and ancestral knowledge of local communities in the sustainable use of biodiversity. Additionally, using systemic analysis, problems for the bioeconomy in Colombia were identified, classified, and prioritized, complemented with inputs from various sources such as the Wise Men Mission (Misión de Sabios, 2019), Linking Regional Dialogues, Agendas of the National Bioeconomy Mission, and the GGGI Task Force initiative, among others.

This exercise identified the central problem as the "Low level of development of value chains based on the sustainable use of biodiversity and biomass in the regions of Colombia." Once this problem was identified, the vision, mission, objectives, principles, strategic axes, and lines of action of the policy were defined, as well as the roles and responsibilities of the entities responsible for its formulation, implementation, and management. For this purpose, seven co-creation and validation workshops were held in different territories as a collaborative tool to address the multidimensional challenges of sustainability and regional development with a focus on STI.

The workshops were conducted in San Andrés and Providencia, San José del Guaviare, Cali, Leticia, Santa Marta, and Bogotá, in addition to a virtual workshop that brought together different actors from the Orinoquia, ensuring that the roadmap would adapt to territorial conditions, respecting cultural, social, and economic differences in the regions. In parallel, sectors of the national economy related to bioeconomic activities were recognized using CIUU codes (manufacturing industries, services, and the agricultural sector), as well as five subsectors and eight prioritized applications for the mission, based on a multicriteria and multivariate set associated with social, economic, and environmental dimensions.

The objectives of the mission were defined based on the gaps for the sustainable use of continental and marine-coastal biological resources (biodiversity and residual biomass). Challenges related to territorial capacities in STI, recognition and coordination of actors related to the bioeconomy, sophistication and diversification of the national market, and positioning of products and services BIO abroad under the logical framework methodology were identified. Simultaneously, transversal aspects were established to achieve the objectives such as intellectual property, sources of financing, and regulation and normativity. This latter aspect was reviewed through impact matrices in multisectoral committees.

The portfolio of objectives and prioritized applications was validated with national experts in biotechnology and bioeconomy of the National System of Science, Technology and Innovation (SNCTI) and subjected to the exercise of innovation routes through matrices of social, technological, environmental, economic, and political analysis (STEEP), defining barriers, drivers, and key actions to strengthen and enable systems associated with prioritized applications. Finally, a policy route was established consisting of the identification and selection of instruments based on the Articulation for Competitiveness (ArCo) platform of the National Planning Department, in addition to instruments implemented by Minciencias that would leverage the proposed objectives and goals, as well as materialize mechanisms or programs in bioeconomy.



In this way, the document proposes the proposed action plan for the implementation of the bioeconomy and territory roadmap, considering criteria of climate action, circular and regenerative economy, gender equity, Industry 4.0, and popular economy as mandates of the National Development Plan 2022-2026: Colombia, Global Power of Life. It is expected that the results of the implementation of the bioeconomy and territory mission will impact the different links of value chains, within a comprehensive analysis aimed at generating bio-based and knowledge-intensive products and services.

Keywords: Roadmap, Bioeconomy and Territory Mission, Mission-oriented Research and Innovation Policies (PIIOM), National Development Plan 2022-2026: Colombia, Global Power of Life.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
2. ANTECEDENTES	14
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. MARCO CONCEPTUAL DE POLÍTICA	20
5. DIAGNÓSTICO	24
6. definición de la política	39
A. Talleres de cocreación:	39
B. Socializaciones territoriales:	40
6.1. Objetivo general	40
6.2. Objetivos específicos	41
6.3. Plan de acción	42
6.3.1 Recomendaciones de los participantes	47
6.4. Indicadores y su proceso de consolidación para la misión	48
6.5 Rutas de innovación	51
6.5.1 Entrevistas con expertos	53
6.5.2 Realización de talleres de cocreación para la construcción de rutas de innovación	54
6.5.3 Línea base de las aplicaciones biobasadas priorizadas	57
6.5.3.1 Vigilancia científica de los grupos y centros de investigación	57
6.5.4 Análisis de cadenas valor sostenibles	60
6.5.5 Aplicación de la matriz STEEP	63
6.5.5.1 Alimentos y bebidas funcionales	64
6.5.5.2 Cosmeceútica y cosmética natural	70
6.5.5.3 Fitofarmacológicos	77
6.5.5.4 Bioinsumos agropecuarios	81
6.5.5.5 Biorremediación	86
6.5.5.6 Biopolímeros	101
6.5.5.7 Biorrefinerías	105
6.5.5.8 Ciencia, tecnología e innovación aplicadas a turismo de naturaleza	111
6.6 Rutas de política	121
6.6.1 Elementos legales para la gestión de la propiedad intelectual en la cadena de valor de la bioeconomía en Colombia.	134
7. Glosario	150
8. Referencias	153
9. Anexos	164
Anexo 1. Socializaciones territoriales Misión Bioeconomía y Territorio	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Potencial de recursos naturales en América Latina para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.	29
Figura 2. Áreas estratégicas y sus retos para generar crecimiento sostenible para una Colombia biodiversa, productiva y equitativa	35
Figura 3. Árbol de problemas establecido por la Misión de Bioeconomía y Territorio	40
Figura 4. Árbol de objetivos establecido por la Misión de Bioeconomía y Territorio	41
Figura 5. Barreras identificadas en el marco regulatorio para el desarrollo de la bioeconomía en el país.	43
Figura 6. Número de grupos de investigación A1 y A que contienen enfoques de investigación en los senderos, sectores y aplicaciones priorizadas.	66
Figura 7. Clasificación de patentes en bioeconomía concedidas en el marco priorizado por la misión.	67
Figura 8. Grupos de investigación identificados con interés en la aplicación de alimentos y bebidas funcionales.	73
Figura 9. Grupos de investigación identificados con interés en la aplicación de fitomedicamentos.	87
Figura 10. Grupos de investigación identificados con interés en la aplicación de bioinsumos agropecuarios.	92
Figura 11. Grupos de investigación identificados con interés en la aplicación de biorremediación.	97
Figura 12. Grupos de investigación identificados con interés en la aplicación de biopolímeros.	115
Figura 13. Grupos de investigación identificados con interés en la aplicación de biorrefinerías.	119
Figura 14. Resultado de la matriz de análisis sistémico con dependencia e impacto y clasificación de las categorías de problemas.	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías de agrupación de acuerdo con las problemáticas identificadas.	37
--	----

Tabla 2. Resultados de la aplicación del análisis sistémico para seleccionar la misión.	37
Tabla 3. Propuesta de indicadores para la hoja de ruta de la misión Bioeconomía y territorio. 55	
Tabla 4. Talleres de cocreación para la consolidación de las rutas de innovación Misión Bioeconomía y Territorio	63
Tabla 5. Sectores y aplicaciones priorizadas Misión Bioeconomía y Territorio	64
Tabla 6. Aplicaciones y expertos entrevistados para el análisis de cadenas de valor.	69
Tabla 7. Matriz STEEP aplicación de alimentos y bebidas funcionales	73
Tabla 8. Matriz STEEP para la aplicación de cosmeceútica y cosmética natural.	79
Tabla 9. Matriz STEEP para la aplicación de fitomedicamentos	87
Tabla 10. Matriz STEEP para la aplicación de bioinsumos agropecuarios	92
Tabla 11. Matriz STEEP aplicado a la biorremediación	98
Tabla 12. Matriz STEEP para la aplicación de biopolímeros	115
Tabla 13. Matriz STEEP para biorrefinerías	120
Tabla 14. Iniciativas de clúster dedicadas al turismo de naturaleza.	126
Tabla 15. Matriz STEEP para CTel aplicado a turismo de naturaleza	128
Tabla 16. Barreras e impulsores identificados a nivel micro	137
Tabla 17. Barreras e impulsores identificados a nivel meso	140
Tabla 18. Acciones críticas en términos regulatorios propuestas para solucionar las problemáticas identificadas (para mayor detalle se recomienda revisar el anexo 2).	147

SIGLAS Y ABREVIACIONES

- ArCo Articulación para la Competitividad.
- BE Bioeconomía.
- BIC Beneficio e Interés Colectivo.
- BPM Buenas Prácticas de Manufactura.
- CAGR Tasa de crecimiento anual compuesta.
- CFP Consentimiento Fundamentado Previo
- CIIU Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas.
- CITES Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres.
- CMA Condiciones Mutuamente Acordadas.
- CPC Consejo Privado de Competitividad.
- CTel Ciencia, Tecnología e Innovación.
- DBBSE Dirección de Bosques Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos.
- I+D+i Investigación, desarrollo e innovación.
- IES Instituciones de Educación Superior.
- GGGI Global Green Growth Institute.
- MIS Misión de Sabios.
- NCBI Centro Nacional para la Información Biotecnológica.
- ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- OMPI Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.
- PIB Producto Interno Bruto.
- PIIOM Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones.
- ROM Gitano por descendencia patrilínea.



- SIC Superintendencia de Industria y Comercio.
- SNCTel Consejo Nacional de Política Económica y Social, Sistema Nacional de Ciencia.
- STEEP matrices de análisis social, tecnológico, ambiental, económico y político.
- SINA Sistema Nacional Ambiental.
- SNCTI Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- TRL Technology Readiness Levels.

1. INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas han venido deteriorando las condiciones de vida ocasionando efectos negativos en el ambiente, la biodiversidad y los recursos como el agua y el suelo. Con el fin de contrarrestar estos efectos, es necesario promover una transición hacia una economía más sostenible; en este sentido, la gran diversidad que alberga Colombia ofrece un enorme potencial para el desarrollo sostenible y el crecimiento verde.

La bioeconomía en Colombia ha sido objeto de múltiples esfuerzos y sinergias durante los últimos años, diversas organizaciones gubernamentales han aunado varias estrategias que permiten aprovechar de manera sostenible la biodiversidad. En ese sentido, este documento presenta una síntesis sobre todas las apuestas que se han gestado en este tema y comparte la hoja de ruta para la Misión Bioeconomía y Territorio que ha sido construida para el 2023, con el ánimo de focalizar y movilizar los aportes técnicos, humanos y financieros de distintos actores para los próximos años.

El problema principal identificado en el marco de esta misión a lo largo de este año y gracias a los valiosos aportes de diversos expertos convocados corresponde al bajo aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y la biomasa en las regiones de Colombia. Sobre este hallazgo, desde el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias) y en colaboración con actores estratégicos tanto nacionales como internacionales, se han desarrollado una serie de mecanismos de apoyo al desarrollo de programas y proyectos que han sentado las bases de articulación y gestión de iniciativas desde la ciencia, la tecnología y la innovación, pero que aún son incipientes y que, considerando su gran potencial a futuro, requieren labores orientadas a evitar la atomización de esfuerzos y a trabajar por objetivos comunes que permitan ejecutar planes de acción específicos más consolidados y que permitan generar resultados con un mayor impacto en los territorios.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea como alternativa de solución el desarrollo de la hoja de ruta para la Misión de Bioeconomía y territorio, la cual se alinea a manera general con el CONPES de Crecimiento Verde 3934 de 2018 y recoge las recomendaciones y nociones que fueron definidas por parte de la Misión de Sabios en el año 2019 (MIS), así como los lineamientos principales del documento publicado en el año 2020, titulado *Bioeconomía para una potencia viva y diversa: hacia una sociedad impulsada por el conocimiento*. Esta hoja de ruta se sustenta de lo definido en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 Colombia Potencia Mundial de la Vida y hace parte de las Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones (PIIOM). Adicionalmente, esta propuesta se alinea con el propósito de la Política de Reindustrialización que busca transitar de una economía extractivista a una economía del conocimiento, productiva y sostenible.

Comprendiendo la trascendencia de una economía circular en la hoja de ruta de la bioeconomía, se enfatiza en la transformación de materiales mediante prácticas de reciclaje y reutilización. La estrategia que se propone no solo realza su relevancia en la conservación de la biodiversidad, sino que también proyecta cómo la misma actúa como una fuente esencial



para el avance de la bioeconomía. Es por ello, que la estrategia destaca ejemplos donde la biodiversidad se convierte en un pilar para innovación que responde a los desafíos que enfrentan los territorios.

De la misma manera, se resalta la importancia de la participación comunitaria en los procesos de toma de decisiones, especialmente en la implementación de la hoja de ruta, lo que refleja una nueva dimensión de gobernanza participativa. Al implicar a los ciudadanos en estas decisiones, se fomenta una responsabilidad compartida y se asegura que las estrategias adoptadas sean reflejo de las necesidades y el conocimiento local.

Además, se extiende la noción de valor público más allá de la mera provisión de infraestructuras o servicios. Se busca activamente involucrar a las comunidades locales para que disfruten directamente de los beneficios, lo que se traduce en una mejora tangible en su calidad de vida, el fortalecimiento de la cohesión social y el fomento del desarrollo económico a nivel local.

Este documento permite enfocar los esfuerzos institucionales en el desarrollo de aplicaciones específicas de la bioeconomía asociadas al desarrollo de las cadenas valor que generan una serie de productos y servicios biobasados, promoviendo la articulación de diversos actores. Adicionalmente, enriquece su definición teniendo en cuenta una interpretación más cercana de lo que ocurre en los territorios, su vocación, sus regiones, su diversidad biológica y cultural única, sus contextos, así como del reconocimiento y visibilización de la gran importancia que tienen los conocimientos tradicionales y ancestrales de las comunidades locales en el uso de los recursos naturales.

El alcance de la hoja de ruta comprende el desarrollo de seis etapas que incluyen: (I) la definición de un reto y alcance, (II) la generación de una línea base, (III) la formulación de una misión junto con una visión y metas, (IV) la estructuración de las rutas de innovación entendidas como el paquete de estrategias, programas y proyectos y (V) las rutas de política entendidas como los instrumentos técnicos, financieros y legales que permitirán dinamizar la Bioeconomía partiendo del desarrollo de las cadenas de valor y de la generación de redes de colaboración entre estas. Finalmente, incluye el planteamiento (VI) del esquema de seguimiento y evaluación sobre la política. Cabe precisar que el éxito en la implementación de dichas rutas solo será posible si se cuenta con la participación y colaboración de los diversos actores a nivel nacional que incluyen el estado, el sector académico y sector privado, así como las comunidades locales.

El objetivo general de la misión es fortalecer el desarrollo de cadenas de valor basadas en el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y la biomasa en el territorio colombiano. Los objetivos específicos incluyen el fortalecimiento de capacidades en ciencia, tecnología e innovación; la articulación de los diversos actores que participan en las cadenas de valor que contribuyen a las aplicaciones priorizadas; el posicionamiento de los productos y servicios biobasados a nivel nacional, y, el incremento de su competitividad y participación en los mercados internacionales.



Los resultados esperados de dichos objetivos contemplan una serie de acciones que impactarán todos los eslabones de las cadenas de valor incluyendo la obtención de los recursos biológicos, así como las etapas de transformación primaria, secundaria y terciaria de la materia prima y su comercialización en el marco de un análisis integral orientado a la generación de productos y servicios biobasados. Se espera que al 2033 las diferentes cadenas de valor que le aportan a ocho aplicaciones de la bioeconomía se consoliden a nivel nacional e internacional.

El presente documento está conformado por cinco secciones principales que incluyen: la revisión de antecedentes frente a los temas de Bioeconomía que se han trabajado a nivel nacional en los últimos cinco años; la justificación, cuya intención es explicar la necesidad de construir e implementar la hoja de ruta para los próximos diez años; el marco conceptual de la política, que se enfoca en desarrollar los términos clave que hacen parte de la misión para su comprensión y apropiación social.

La cuarta sección se relaciona con el diagnóstico, en el que se detallan las principales problemáticas que fueron identificadas durante los talleres y mesas técnicas llevadas a cabo y que contaron con la participación de representantes del sector académico, el Estado y las comunidades locales, las cuales evidencian la necesidad de realizar una intervención en términos de política pública. La última sección plantea la política con su alcance y propósito general, así como una serie de recomendaciones que se espera sean tenidas en cuenta por los actores involucrados en su implementación, con el fin de materializar en el corto, mediano y largo plazo todas las actividades requeridas para que la bioeconomía se siga consolidando como uno de los ejes del desarrollo sostenible en el país.

2. ANTECEDENTES

La política de bioeconomía en Colombia incorpora una variedad de instrumentos relacionados con la biotecnología y el uso sostenible de la biodiversidad. El Programa Nacional de Biotecnología se fundó en el año 1991 para fomentar la industria biotecnológica, la producción de biocombustibles y el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad. Posteriormente, Colombia ratificó la Convención sobre la Diversidad Biológica en el año 1994, y a través de la Política Nacional de Biodiversidad de 1996 se incluyó el desarrollo económico de la biodiversidad como una de las seis prioridades nacionales. También se aprobó una política diseñada para promover el desarrollo de la biotecnología y sus aplicaciones sostenibles en el ámbito de la biodiversidad en el año 2012, y finalmente se introdujo formalmente en 2018 el concepto de bioeconomía con el CONPES de Crecimiento Verde para que en 2019 se estableciera la bioeconomía como uno de los temas principales de la Misión de Sabios.

El marco normativo y regulatorio que enmarca esta misión se describe a continuación:

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Los ODS representan un esfuerzo de consenso diseñado para alcanzar objetivos que aseguren la prosperidad, el bienestar humano y la conservación del medio ambiente. El desafío establecido para la Misión de Bioeconomía y Territorio está vinculado a 'aprovechar el conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, sus bienes y servicios ecosistémicos, enfocado en la protección y el uso responsable de la biodiversidad, resaltando su valor intrínseco y su papel crucial en la sostenibilidad ecológica y social'. Este reto está alineado con los ODS 14 (vida submarina) y 15 (vida de ecosistemas terrestres).

CONPES 3697 de 2011: política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad

Este documento del CONPES establece las bases económicas, técnicas, institucionales y legales necesarias para atraer inversiones tanto públicas como privadas. Su objetivo es fomentar la creación de empresas y productos comerciales que utilicen la biotecnología de manera sostenible, aplicándola a los recursos biológicos, genéticos y derivados de la biodiversidad. Integrando la política del Conpes 3697 de 2011, este plan estratégico apoya un desarrollo comercial sostenible que se alinea con la protección ambiental. Este marco normativo no solo orienta las actividades comerciales hacia la sostenibilidad, sino que también les imprime un sentido de responsabilidad hacia la diversidad biológica. Se impulsa así un desarrollo tecnológico consciente, que valora la importancia de proteger y preservar todas las formas de vida.

CONPES 3934 de 2018: política nacional de crecimiento verde

Este CONPES orienta al país hacia un modelo económico más sostenible, competitivo e inclusivo, proponiendo cinco ejes estratégicos: diversificar la economía con producción sostenible de bienes y servicios; mejorar la eficiencia y productividad en el uso de recursos



naturales para reducir impactos ambientales y sociales; fortalecer el capital humano para enfrentar retos del crecimiento verde; impulsar ciencia, tecnología e innovación para avanzar en sectores productivos con procesos y tecnologías eficientes; y asegurar la coordinación interinstitucional, fortaleciendo capacidades para la toma de decisiones y la financiación de proyectos sostenibles.

CONPES 3990 de 2020: Colombia potencia bioceánica sostenible 2030

El CONPES 3990 busca posicionar a Colombia como una potencia bioceánica para 2030 mediante el uso sostenible de su ubicación estratégica, condiciones oceánicas y recursos naturales, impulsando el crecimiento y desarrollo sostenible. Sus ejes estratégicos incluyen la gobernanza interinstitucional bioceánica, el fomento del conocimiento, la investigación y la cultura marítima, la ordenación y gestión de espacios marinos y costeros, y el desarrollo de actividades marítimas y municipios costeros.

CONPES 4021 de 2020: política nacional para el control de la deforestación y la gestión sostenible de los bosques

Aquí tienes el texto reformulado:

Esta política busca implementar estrategias transectoriales para controlar la deforestación y gestionar los bosques, promoviendo el uso sostenible del capital natural, la economía forestal y el desarrollo comunitario en áreas con alta deforestación.

CONPES 4004 de 2020: economía circular en la gestión de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales

Este CONPES busca fortalecer las capacidades institucionales y de gobernanza, implementar un modelo de economía circular y desarrollar mecanismos de gestión de información en los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales. Su objetivo es asegurar a largo plazo una oferta y cobertura de agua de calidad y continua. Esta política está alineada con la visión del país sobre el aprovechamiento de recursos y la economía circular.

CONPES 4023 de 2021: política para la reactivación, la repotenciación y el crecimiento sostenible e incluyente, nuevo compromiso por el futuro de Colombia

Esta política busca desarrollar capacidades en los hogares, el sector productivo, el marco institucional y los habilitadores digitales para que, a corto plazo, el sistema recupere su ruta de desarrollo interrumpida por el COVID-19 y, a largo plazo, avance hacia un crecimiento más sostenible y resiliente ante futuros choques de gran impacto.

CONPES 4069 de 2021: política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2031

El objetivo de esta política es aumentar la contribución de la CTel al desarrollo social, económico, ambiental y sostenible del país, con un enfoque diferencial, territorial y participativo. Sus ejes estratégicos incluyen el fomento de vocaciones y empleo en CTel, la generación y el uso del conocimiento, y la apropiación del conocimiento.

Misión Internacional de Sabios 2019



El objetivo principal de esta misión fue contribuir a la construcción e implementación de la política pública en Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación, así como a las estrategias nacionales para abordar los desafíos productivos y sociales de manera escalable, replicable y sostenible. Se identificaron áreas prioritarias como la bioeconomía, biotecnología, medio ambiente, ciencias básicas, exploración espacial, ciencias sociales, desarrollo humano equitativo, ciencias de la vida y salud, energías sostenibles, industrias creativas y culturales, océanos, recursos hidrobiológicos, tecnologías convergentes e Industrias 4.0. Además, se recomendó la adopción de políticas orientadas por misiones para enfocar la investigación e innovación en problemas críticos, guiando el desarrollo y la agenda política para maximizar el impacto del conocimiento en la sociedad.

Bioeconomía para una potencia viva y diversa: hacia una sociedad impulsada por el conocimiento 2020

Este plan se enfocó en impulsar el desarrollo socioeconómico del país, priorizando la gestión eficiente y sostenible de la biomasa, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos para la generación de productos y procesos de alto valor agregado mediante la ciencia, la tecnología y la innovación. Se consideraron áreas estratégicas como la biodiversidad y servicios ecosistémicos, Colombia biointeligente, agricultura productiva y sostenible, biomasa y química verde, así como salud y bienestar.

Plan Nacional de Desarrollo

La Misión de Bioeconomía y Territorio se inscribe en el marco del Plan de Desarrollo 2022-2026, titulado “Colombia Potencia Mundial de la Vida”, centrado especialmente en la transformación productiva, la internacionalización y la acción climática. En este contexto, se ha propuesto impulsar la productividad de la economía nacional mediante la reindustrialización y la bioeconomía. Esta estrategia busca transitar hacia una economía sostenible, superando su enfoque extractivista, promoviendo la reindustrialización alineada con la sociedad del conocimiento, es decir, creando riqueza a través de la ciencia y la tecnología, así como desarrollando modelos de bioeconomía basados en el conocimiento y la innovación.

Plan Nacional de Negocios Verdes

El Plan Nacional de Negocios Verdes se centra en tres líneas principales: conservación y uso sostenible de la biodiversidad (bioproductos), descarbonización y acción climática (transición energética), y fortalecimiento del tejido social mediante la creación de empleos verdes e ingresos en diversas regiones. El objetivo para 2030 es fortalecer y verificar 12,630 negocios verdes, con mediciones de impacto ambiental positivo y huella de carbono. Las categorías incluyen bioproductos y servicios sostenibles (como agrosistemas, biocomercio, y turismo sostenible), ecoproductos industriales (como moda sostenible, construcción sostenible, y empaques ecológicos), y productos por calidad ambiental (con tecnologías verdes, negocios de preservación ecológica, y transporte sostenible). Estos negocios se clasifican en emprendimientos, negocios verdes avalados y empresas ancla verde, según su estado de desarrollo y cumplimiento normativo ambiental.



3. JUSTIFICACIÓN

La Misión Internacional de Sabios identificó tres grandes retos para orientar a Colombia hacia una sociedad del conocimiento, mediante la contribución de la ciencia, la tecnología y la innovación en la transformación del modelo de desarrollo: Colombia Biodiversa, Colombia Productiva y Sostenible, y Colombia Equitativa (Misión Internacional de Sabios, 2020). Siguiendo estas recomendaciones, el CONPES 4069 de 2021 subrayó la necesidad de una Política de Ciencia, Tecnología e Innovación para promover la innovación transformadora que impulse el crecimiento económico y aborde desafíos globales.

En este contexto, el Gobierno Nacional ha delineado un Plan de Gobierno fundamentado en tres pilares y seis transformaciones, esenciales para alcanzar la Paz total en el país: Justicia Social, Justicia Ambiental, y Justicia Económica, con transformaciones que incluyen el ordenamiento del territorio en torno al agua, seguridad humana, derecho a la alimentación, internacionalización y transformación productiva para la vida, acción climática, y convergencia regional, junto con estabilidad macroeconómica.

Para impulsar estas transformaciones, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación se enfoca en establecer las condiciones para la implementación de Políticas Orientadas por Misiones (POM), dirigidas a abordar los desafíos nacionales y consolidar la sociedad del conocimiento. Este enfoque de POM se integra estratégicamente con las transformaciones del país en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026: Colombia Potencia Mundial de la Vida. Sumado a esto, la estrategia se alinea con los principios del Objetivo de Desarrollo Sostenible número 9, abogando por una infraestructura innovadora y resiliente. Esta orientación estratégica reafirma la importancia de un crecimiento equilibrado, que apunta a la creación de sistemas y tecnologías que respeten y potencien la capacidad regenerativa de los ecosistemas naturales.

En este contexto, la creación de valor se extiende más allá del ámbito económico para abarcar un impacto social y ambiental significativo. Se exhorta a las empresas a liderar mediante el ejemplo, adoptando estrategias que no solo sean económicamente viables, sino que también promuevan el bienestar de las comunidades y preserven la integridad de nuestro entorno natural. Por lo tanto, la hoja de ruta propone un modelo para el sector empresarial basado en la evaluación de la sostenibilidad y la contribución positiva a la sociedad y al medio ambiente.

Asimismo, la hoja de ruta se compromete a avanzar hacia un futuro en el que se reconoce la biodiversidad como fundamental para la salud global y el bienestar de la humanidad. Este marco estratégico convoca a todas las partes interesadas a colaborar en el desarrollo de un plan de acción que priorice la conservación y el respeto por la diversidad biológica. El objetivo es no solo continuar con las iniciativas de bioeconomía ya propuestas, sino también definir medidas concretas que faciliten la realización de los objetivos definidos por la misión.



Este documento se enriquece con valiosos aportes obtenidos a través de mesas técnicas con académicos y talleres con comunidades en diferentes regiones, reflejando un proceso de diálogo y cooperación de manera incluyente. Estas contribuciones aportan una perspectiva, en la que se resalta la necesidad de generar puentes entre el conocimiento científico, los saberes y expectativas locales para una implementación efectiva y pertinente de la hoja de ruta.

Al integrar estas voces diversas, la hoja de ruta hace énfasis en un enfoque colaborativo que valora tanto la ciencia como las percepciones locales, guiando hacia prácticas que son sostenibles y provechosas para la comunidad y el medio ambiente. Lo anterior, asegura que las estrategias adoptadas sean inclusivas, considerando las necesidades y aspiraciones de una amplia gama de actores, y se basen en principios de sostenibilidad para apoyar un desarrollo que beneficie de manera equitativa a todos los involucrados.

Por otra parte, el presente documento permite fortalecer las iniciativas que han sido planteadas en años anteriores en términos de bioeconomía y plantea acciones concretas para garantizar el desarrollo de actividades que permitan cumplir con los objetivos planteados en el marco de la misión. Adicionalmente, presenta insumos complementarios que han sido recopilados durante los últimos meses como resultado de mesas técnicas desarrolladas con expertos del sector académico y talleres con comunidades locales en diversos territorios.

Por otra parte, esta política permite aunar esfuerzos focalizados en aplicaciones específicas de la bioeconomía en el país por medio de un análisis integral del funcionamiento de las cadenas de valor, la conformación de redes asociadas y la integración de los principios de la economía circular para garantizar que todas las estrategias, programas y proyectos que sean implementados en los próximos años contribuyan al desarrollo sostenible.

En cuanto a las rutas de política, este esquema metodológico permitirá llevar a cabo diversos espacios de revisión y concertación entre actores de Gobierno tomadores de decisiones y expertos e investigadores para resolver las principales problemáticas asociadas a la normativa y la regulación existente para cumplir con la propuesta de la Misión de Sabios, la cual resaltaba la necesidad de racionalizar trámites para lograr dinamizar la bioeconomía en el país.

La política orientada por misiones es un referente significativo para la construcción colectiva y la articulación de esfuerzos hacia objetivos comunes. Es importante reconocer las iniciativas previas que, aunque no estén directamente alineadas bajo este mismo marco, han contribuido al desarrollo y al entendimiento de la bioeconomía y su relación con el territorio. Estas iniciativas están registradas en los diferentes documentos de política como el CONPES 3934 de Crecimiento verde, las agendas territoriales de Bioeconomía, entre otros, que aportan a la consolidación de la Bioeconomía a nivel regional y nacional. Este documento busca no solo dar continuidad sino también ampliar y profundizar en el abordaje de esta temática crítica, marcando un hito en la manera en que concebimos e implementamos



políticas en este ámbito. Finalmente, plantea un esquema de seguimiento y evaluación a la aplicación de la política pública, con el fin de hacer análisis de las lecciones aprendidas de manera permanente y realizar ajustes, mejoras o modificaciones que permitan aplicar los lineamientos de manera más eficiente y garantizando un mayor impacto en los territorios.

4. MARCO CONCEPTUAL DE POLÍTICA

La Política de Investigación e Innovación Orientada por Misiones (PIIOM) se establece como un enfoque innovador en la formulación de políticas públicas, con un impacto significativo en áreas como la bioeconomía y la conservación de la biodiversidad. Esta política se caracteriza por su capacidad para reunir a diversos actores, incluyendo la academia, la industria, los sectores gubernamentales y las comunidades locales, fomentando una colaboración multidisciplinaria y una participación activa de la sociedad en su conjunto. Inspirada en las investigaciones de Miedzinski, Mazzucato y Ekins (2019), la PIIOM destaca por promover un desarrollo que es a la vez equitativo y socialmente inclusivo.

La innovación orientada por misiones, concepto ampliamente respaldado por Mazzucato (2018), impulsa la definición de objetivos estratégicos claros y ambiciosos. Este enfoque facilita la colaboración entre diferentes sectores para abordar desafíos complejos. En el contexto de la bioeconomía, estas misiones están dirigidas a lograr avances en la conservación de la biodiversidad y el desarrollo de prácticas sostenibles. La bioeconomía, entendida como la utilización responsable y ética de los recursos biológicos, busca un equilibrio entre el crecimiento económico y la responsabilidad ecológica.

En el marco del artículo 226 del Plan Nacional de Desarrollo, el Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación adopta un enfoque colaborativo y transdisciplinario en la PIIOM. Este se materializa en la hoja de ruta para la Misión Bioeconomía y Territorio, enfocada en el uso sostenible de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. A través de mesas de trabajo y talleres estratégicos, se promueve un diálogo abierto e interdisciplinario, crucial para identificar y priorizar los retos y oportunidades en el desarrollo de la bioeconomía.

La metodología de la PIIOM resalta la participación activa de una amplia gama de grupos de interés en la planificación y ejecución de estrategias. Este enfoque inclusivo es esencial para recopilar y considerar diversas perspectivas, lo cual es clave para desarrollar políticas técnicamente viables y socialmente responsables, alineadas con las necesidades de las comunidades. Este enfoque colaborativo es crucial para asegurar que las soluciones propuestas sean respetuosas con la biodiversidad y promuevan un equilibrio entre el bienestar humano y la sostenibilidad ecológica.

Un elemento clave en este proceso es la participación de expertos, actores del sector productivo, de la sociedad civil y académicos de diversas áreas, quienes trabajan en conjunto con entidades gubernamentales y organizaciones científicas. La contribución de estos



expertos aporta una profundidad y rigor adicionales al proceso, enriqueciendo las estrategias y decisiones. Su conocimiento especializado y experiencia práctica son fundamentales para formular soluciones innovadoras que sean tanto factibles como efectivas en la promoción de la sostenibilidad y la conservación de la biodiversidad.

Es así como surge la consolidación del Comité Técnico de Codiseño de la hoja de ruta de la Misión de Bioeconomía y Territorio. Este comité está compuesto por profesionales y académicos altamente reputados en áreas relevantes y tiene como principal función asesorar, supervisar y participar activamente en la formulación de estrategias y decisiones.

Este comité cuenta con la colaboración de varias entidades gubernamentales, como el Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Desde el ámbito académico y científico, institutos como SINCHI, Alexander Von Humboldt, y IAP también contribuyen con su riqueza de conocimientos y experiencia. Organizaciones como Agrosavia y el Instituto Global de Crecimiento Verde (GGGI) aportan valiosas perspectivas técnicas y estratégicas. Además, expertos temáticos, como el Dr. Juan Bueno de la Fundación Centro de Investigación de Bioprospección y Biotecnología de la Biodiversidad (Biolabb), añaden un nivel adicional de profundidad y rigor al conjunto de colaboradores.

Asimismo, la hoja de ruta de bioeconomía y territorio promueve la integración de los conocimientos ancestrales de las comunidades locales en la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. Lo anterior se traduce en la implementación de programas específicos que facilitarán la recolección de estos saberes, respetando su origen y aplicándolos en sinergia con prácticas innovadoras de sostenibilidad.

Para lograr esto, se fomentará la implementación de programas y proyectos colaborativos donde las comunidades locales puedan compartir sus prácticas y conocimientos. Las estrategias de apropiación social del conocimiento que promueve la misión no son simplemente espacios de aprendizaje, sino también de reconocimiento y empoderamiento para las comunidades tradicionales, validando su rol como expertos en la gestión de la biodiversidad.

Estos saberes serán documentados con el consentimiento y bajo la guía de estas comunidades, garantizando que su uso en la bioeconomía no constituya una explotación, sino una verdadera integración. La hoja de ruta establece, por tanto, un puente entre la sabiduría ancestral y las iniciativas de bioeconomía, asegurando que la naturaleza sea tratada no como una mera herramienta, sino que garantice la transición hacia futuros más sustentables para todos.

De esta forma, para abordar la rica diversidad del país, se formularán programas y proyectos diferenciados que respeten y se adapten a las singularidades de cada comunidad y región. Estas políticas buscarán ser efectivas y pertinentes, teniendo en cuenta las distintas expresiones culturales y la biodiversidad de cada área. Se promoverá una participación activa de las comunidades locales en el proceso de toma de decisiones, asegurando que las



medidas adoptadas respondan de manera precisa a sus necesidades y aspiraciones. Este enfoque busca un desarrollo que se alinee con los valores y prácticas locales, evitando cualquier enfoque que trate a la naturaleza como un mero recurso a explotar, y priorizando en cambio una relación de respeto y cooperación con el entorno.

En el marco de esta hoja de ruta, la bioeconomía se transforma en un motor clave para impulsar la creación de valor que trasciende los límites tradicionales de la economía. Se busca ir más allá del enfoque convencional centrado exclusivamente en la producción y el crecimiento económico, para dar paso a la configuración de mercados que contribuyan activamente al avance social y a la reducción de desigualdades. Este enfoque innovador se sostiene en la Política de Investigación e Innovación Orientada por Misiones (PIIOM), una iniciativa diseñada para fomentar un modelo económico inclusivo y sostenible que genere beneficios tangibles para toda la comunidad y fomente una convivencia armónica entre las personas y el medio ambiente.

Para materializar esta visión, se implementarán programas específicos que integren los principios de la bioeconomía en todas las esferas de la actividad económica, desde la agricultura hasta la industria y los servicios. Estos programas buscarán incentivar la innovación en productos y servicios que no solo sean económicamente viables, sino que también promuevan la conservación de los recursos naturales y el bienestar social. Se priorizará el desarrollo de plataformas colaborativas que unan a investigadores, empresarios, comunidades locales y entidades gubernamentales en proyectos conjuntos, destinados a explorar nuevas formas de valor económico que sean respetuosas con el entorno y equitativas.

La PIIOM actuará como catalizador de estas iniciativas, proporcionando el marco y los recursos necesarios para experimentar y escalar soluciones bioeconómicas innovadoras. Además, se establecerán mecanismos de seguimiento y evaluación para medir el impacto social y ambiental de estas intervenciones, asegurando que la bioeconomía contribuya efectivamente a los objetivos de desarrollo sostenible y a la construcción de una sociedad más justa.

La bioeconomía se posicionará estratégicamente como una "economía para la vida", esencial en el combate contra las desigualdades de cualquier índole. Para poner en práctica este enfoque, se diseñarán e implementarán iniciativas y programas que aborden directamente las causas y los efectos de las desigualdades, ya sean territoriales, de género, étnicas o socioeconómicas. Estas acciones estarán enfocadas en garantizar un acceso equitativo a los beneficios de la bioeconomía, asegurando que todos los sectores de la sociedad puedan participar y beneficiarse de los avances en este campo. Además, se fomentará la colaboración entre diferentes actores, incluidos Gobiernos locales, organizaciones no gubernamentales, empresas y comunidades locales, para cocrear soluciones que respeten la diversidad cultural y biológica y respondan a las necesidades locales.



El enfoque integral y colaborativo de la PIIOM no solo impulsa la innovación y la sostenibilidad ambiental, sino que también establece un modelo de gobernanza inclusivo y democrático en la toma de decisiones. Este enfoque refuerza la legitimidad y eficacia de las políticas implementadas, generando un impacto significativo en la conservación de la biodiversidad y en la promoción de un desarrollo sostenible y respetuoso con la biodiversidad.

La PIIOM, en el ámbito de la bioeconomía y la conservación de la biodiversidad, demuestra cómo la integración de ciencia, tecnología e innovación, con un enfoque consciente de las necesidades sociales y ambientales puede conducir a un desarrollo equilibrado y ecológicamente responsable. Este marco conceptual sirve como una guía para futuras políticas e investigaciones, enfatizando la importancia de la colaboración intersectorial y la participación ciudadana en la formulación de políticas efectivas y conscientes de la biodiversidad.

Dentro de las definiciones más comúnmente empleadas para bioeconomía se encuentran:

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. (Global Bioeconomy Summit 2018 - Misión de Sabios 2019).

También se define como “la economía que gestiona eficiente y sosteniblemente la biodiversidad y la biomasa para generar nuevos productos y procesos de valor agregado, basados en conocimiento y la innovación” (Conpes 3934: *política Nacional de crecimiento verde*).

Examinando definiciones adoptadas en otros países se presentan las del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicaciones de Brasil y la correspondiente a la Estrategia Española de Bioeconomía:

Brasil: “El conjunto de actividades económicas basadas en la utilización sostenible e innovadora de recursos biológicos renovables (biomasa), en sustitución de las materias primas fósiles, para la producción de alimentos, piensos, materiales, productos químicos, combustibles y energía producidos mediante procesos biológicos, químicos, termoquímicos o físicos, promoviendo la salud, el desarrollo sostenible, el crecimiento nacional y el bienestar de la población” [traducción de los autores]. (MCTIC y CGEE, 2018, p. 14).

España: “El conjunto de las actividades económicas que obtienen productos y servicios, generando valor económico, utilizando, como elementos fundamentales los recursos de origen biológico, de manera eficiente y sostenible. Su objetivo es la producción y comercialización de alimentos, así como productos forestales,



bioproductos y bioenergía, obtenidos mediante transformaciones físicas, químicas, bioquímicas o biológicas de la materia orgánica no destinada al consumo humano o animal y que impliquen procesos respetuosos con el medio, así como el desarrollo de los entornos rurales.” (Gobierno de España, Ministerio de Economía y Competitividad, Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, s. f., p. 21).

De acuerdo con las solicitudes de los actores en los diversos talleres de socialización de la misión, se resaltó en varias oportunidades la necesidad de adoptar una definición de bioeconomía que responda a las características del país. A continuación, se pone a consideración una propuesta que incluye los insumos de las definiciones comúnmente empleadas, así como las sugerencias de los participantes en los diferentes talleres realizados:

Economía que gestiona de manera sostenible la biodiversidad y la biomasa de los ecosistemas continentales, costeros y marinos para la producción y comercialización justa de bienes y servicios de alto valor agregado en todos los sectores económicos, con base en el intercambio del conocimiento tradicional y científico, así como en el desarrollo de actividades de ciencia, tecnología e innovación, que contribuyan al desarrollo de las regiones según sus contextos y respondan a sus necesidades.

Esta definición incluye el término de comercialización como parte de las cadenas de valor; considera, además, la distribución justa de los beneficios para todos los actores implicados en dichas cadenas. Por otra parte, da relevancia a los conocimientos tradicionales y ancestrales de las comunidades locales y reconoce la diversidad de las regiones del país y sus particularidades. Finalmente, incluye la gestión eficiente, que implica respetar los principios de economía circular, además de la gestión sostenible, que contempla estrategias de conservación, además de beneficios sociales, culturales y económicos en pro del bienestar de las comunidades.

5. DIAGNÓSTICO

América Latina destaca por albergar casi el 40 % de la biodiversidad mundial, posicionándose como una de las regiones más diversas del planeta. Seis países de la región (Brasil, Ecuador, Colombia, México, Perú y Venezuela) se cuentan entre los diecisiete países megadiversos del mundo. Sin embargo, enfrenta desafíos significativos como el cambio climático, el crecimiento demográfico y la expansión descontrolada de la frontera agropecuaria, los cuales han incrementado considerablemente la presión sobre los recursos naturales y afectado la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Por ejemplo, en Colombia, la deforestación en la región amazónica ha alcanzado tasas de alrededor del 22 % en los últimos años (Vargas et al., 2023).

Además, en Colombia, el 31,3 % del área de los ecosistemas ha sufrido transformaciones. Entre estos, se destaca que el 24 % de los ecosistemas de agua dulce muestran intervenciones humanas, mientras que en los ecosistemas marinos se han identificado problemas como el blanqueamiento de los arrecifes coralinos. Según WWF-Colombia (2017),

veinte ecosistemas en Colombia, que representan el 25 % del total del país, se encuentran en estado crítico y diecisiete están en peligro.

Estos impactos se reflejan en las cifras de especies amenazadas reportadas en los libros rojos de Colombia, donde aproximadamente el 2,5 % de las especies de los ecosistemas del país se encuentran en categorías de amenaza como peligro crítico, amenazada o vulnerable. Por ejemplo, de las 1,853 especies de plantas, el 36 % (665 especies) están amenazadas de extinción, y entre las 248 especies de animales terrestres, 41 están en peligro crítico y 112 amenazadas. En los ambientes marinos, 97 especies están amenazadas y 72 en estado vulnerable (WWF-Colombia, 2017).

Estos desafíos ambientales son consecuencia directa de los procesos de desarrollo económico que incluyen la extracción de recursos naturales y la transformación de paisajes para implementar sistemas productivos. A pesar de este panorama, Colombia cuenta con una diversidad de recursos que ofrecen la oportunidad de explorar vías alternativas de desarrollo, amigables con la biodiversidad, socialmente justas y económicamente viables (WWF-Colombia, 2017).

En este contexto, las soluciones basadas en la naturaleza se configuran como estrategias esenciales para integrar la biodiversidad en planes globales que ayuden a personas y ecosistemas a adaptarse a los desafíos del Antropoceno. América Latina tiene la oportunidad de liderar proyectos orientados a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, fomentando estrategias vinculadas a mercados emergentes, fortalecimiento de capacidades técnicas, diálogo de saberes y distribución equitativa de los beneficios de la bioeconomía.

Una estimación preliminar de Vargas et al. (2023, p. 35) sobre el papel de la bioeconomía en trece países latinoamericanos, incluido Colombia, muestra que la contribución al valor agregado varía entre el 8.3 % (Panamá) y 20.0 % (Nicaragua). En países como Argentina, Brasil y Colombia, esta contribución es del 12.3 %, 14.7 % y 11.8 % respectivamente (Vargas et al., 2023, p. 35). Además, los productos bioeconómicos representan significativos porcentajes en la producción total, importaciones, exportaciones, impuestos netos sobre productos, consumo intermedio y consumo final en la economía latinoamericana (Vargas et al., 2023, p. 36).

Figura 1. Potencial de recursos naturales en América Latina para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.



Fuente: adaptado de Vargas et al. (2023).

América Latina y el Caribe comprende siete de los países más diversos del planeta, además de la zona más rica en biodiversidad. Estos países cubren casi el 10 % de la superficie de la Tierra y contienen casi el 70 % de los mamíferos, reptiles, anfibios, aves, insectos y plantas del mundo, sin mencionar el endemismo (50 %) de este último grupo biológico. Incluso, el Arrecife Mesoamericano se considera la barrera de coral más grande del hemisferio occidental (CEPAL, 2022). Sin embargo, esta gran biodiversidad se encuentra amenazada por prácticas comunes como la conversión de los bosques en rancherías para producción extensiva de ganado, minería ilegal y expansión de la frontera urbana. Por ejemplo, en los últimos años se han perdido más de 80 millones de hectáreas de bosque, a la vez que ha aumentado la producción de ganado en 60 millones de cabezas (CEPAL, 2022).

Otros aspectos dramáticos en la región se relacionan con la disminución progresiva de productividad de los suelos agrícolas por factores como las quemadas de biomasa residual a campo abierto, la compactación del suelo por labranza intensiva, y el uso indiscriminado de fertilizantes de síntesis química y biocidas para favorecer las demandas nutricionales y regular la presión de plagas y enfermedades en los cultivos, así como la pérdida de hábitat y biodiversidad, la tenencia y uso de la tierra, el aumento de la inequidad y la pobreza, causando un fenómeno de desplazamiento masivo hacia los grandes centros urbanos.

América Latina y Colombia tienen mucho que ofrecer y enseñar al mundo sobre maneras alternativas de relacionarse con la naturaleza y el territorio. No obstante, el hecho de albergar una proporción significativa de la biodiversidad global, no ofrece ventajas competitivas “naturales” en el sector de los bionegocios, que dependen de innovaciones biotecnológicas o nuevos desarrollos en tecnología de la información. Lo que otorga ventaja competitiva en este sector es la capacidad de incentivar y operacionalizar innovaciones de punta, no la biodiversidad de base. La biodiversidad es información, pero transformar esa información en oportunidades de negocios requiere de innovaciones, inversiones y procesos tecnológicos que están concentrados en los países de mayor renta. No obstante, es un hecho que las inversiones de países como Colombia en materia de investigación y desarrollo han sido notablemente inferiores a las correspondientes a dichas naciones. En tal sentido, el Plan de Desarrollo 2022–2026, Colombia Potencia Mundial de la Vida, unifica esfuerzos y propósitos para construir una economía sostenible basada en la sociedad del conocimiento en la que la reindustrialización y la bioeconomía jugarán un papel determinante. Sin duda, el peso dentro del Producto Interno Bruto estará determinado por el grado de sofisticación de productos



como los bioeconómicos, resultantes de cadenas de valor que parten de las ventajas competitivas anotadas.

Incluso, los negocios basados en el desarrollo y comercialización de productos y servicios derivados de la biodiversidad local pueden ofrecer nuevas oportunidades de nichos de mercados, pero tarde o temprano van a enfrentar dilemas entre conservación de los ecosistemas y expansión de la producción. La protección de los ecosistemas con alta biodiversidad no es compatible con las economías de escala, niveles de eficiencia, control y homogeneización del territorio necesarios para la expansión capitalista. A eso se añade el hecho de que esos sistemas de producción, así como el sector agro-exportador, son poco intensivos en mano de obra. En efecto, la bioeconomía no es inherentemente sostenible por el simple hecho de que se basa en recursos naturales; para ser sostenible requiere la integración articulada de una cadena de suministro sostenible, procesos de transformación apropiados y sostenibles, y bioproductos, biomateriales o bioenergía sostenibles de alto valor complementados con sistemas comerciales adecuados.

En resumen, la bioeconomía puede ofrecer nichos interesantes para negocios más amigables con el medio ambiente, pero difícilmente puede convertirse en un motor de desarrollo económico nacional o regional debido a las dificultades y dilemas que enfrenta para lograr una expansión a gran escala y al hecho de que no tiene una gran capacidad de generación de empleos. Sin embargo, la orientación de país correcta puede aportar a la modernización de la industria, y simultáneamente, contribuir a un desarrollo económico colombiano con esquemas más resilientes y sostenibles. En Colombia, por ejemplo, existe un potencial de 5,9 millones de empleos en bioeconomía que podrían aportar 28,9 % del empleo total.

Para potenciar el aprovechamiento y uso sostenible de la biodiversidad se plantea la introducción de innovaciones financieras en el contexto de la bioeconomía como bonos forestales, créditos de biodiversidad, beneficios tributarios, inversión público-privada, entre otros; así como marcos normativos, regulatorios, progresivos que se adapten a las demandas de los mercados y las tendencias tecnológicas, y la adopción de los sistemas de bioeconomía con criterios de economía circular. Las estrategias financieras desempeñan un papel crucial en la promoción y apoyo de estas bioeconomías locales. La colocación de bonos verdes en el mercado internacional emerge como una estrategia innovadora para canalizar fondos hacia proyectos que conservan la biodiversidad y promueven prácticas sostenibles en las comunidades. Estos bonos, al estar vinculados directamente con el impacto ambiental positivo, atraen a inversores interesados en contribuir a la sostenibilidad global. Además, el canje de deuda por servicios ambientales se presenta como una herramienta complementaria, ofreciendo a los países la oportunidad de aliviar cargas financieras a cambio de compromisos concretos con la conservación y la sostenibilidad.

El papel del Gobierno en la promoción activa de estas estrategias en el ámbito internacional es fundamental. A través de la diplomacia y las plataformas internacionales, el Gobierno puede resaltar los esfuerzos de conservación de su país, atrayendo inversión y apoyo global. Este esfuerzo diplomático debe ir acompañado de políticas claras y marcos regulatorios que



aseguren la transparencia, la efectividad y la equidad en la implementación de estas estrategias financieras.

Por lo tanto, la integración de estrategias financieras innovadoras, como la emisión de bonos verdes y los acuerdos de canje de deuda por servicios ambientales, en el contexto de promover bioeconomías locales basadas en la biodiversidad, constituye un enfoque holístico que vincula la salud ecológica con el desarrollo económico y el bienestar social. Este enfoque no sólo enfatiza la importancia de la biodiversidad para las comunidades locales, sino que también ofrece medios concretos y sostenibles para su protección y promoción, alineando los intereses locales con el apoyo y la inversión internacionales.

De la misma forma, en un país megadiverso como Colombia, la bioeconomía requiere una forma totalmente diferente de producir: se trata de sistemas circulares en vez de lineales y el uso intensivo de conocimiento para dar valor agregado a los recursos y los procesos biológicos. Las bioeconomías circulares permiten la gestión sostenible de los recursos y reducen los flujos de residuos a través de su transformación en otros productos secundarios con valor agregado, tales como alimentos, piensos, productos de base biológica, biomateriales y bioenergía.

El modelo productivo con enfoque de bioeconomía circular es un modelo inter y multidisciplinario en el cual se requiere integrar en forma articulada diversos conocimientos de áreas biológicas y naturales, sociales, económicas y cognitivas. La bioeconomía incluye, además de los sectores tradicionales (agricultura, silvicultura, pesca y acuicultura), diversas industrias de procesamiento y servicios derivados, como alimentos, papel, textiles, construcción, química, cosmética y biofarmacéutica.

La convergencia de tecnologías (bio, nano y tecnologías de la información) es crucial para la bioeconomía basada en el conocimiento que aplica procesos y principios de base biológica en aplicaciones industriales para la obtención de bioproductos de valor agregado. Utilizando la ciencia para adicionar valor a los recursos y los procesos biológicos, la bioeconomía adopta los principios de renovabilidad y circularidad, y brinda la oportunidad de crear un sistema basado en el crecimiento económico sostenible, al tiempo que reduce el consumo de recursos y protege y regenera los ecosistemas (IACGB y GBS, 2020). El objetivo de una economía circular y en cascada es aumentar la eficiencia de los recursos, reducir la demanda de materiales frescos y, al incorporar conocimiento y tecnología para transformar y crear nuevo valor industrial, crear empleos y mejorar el bienestar de la comunidad local (Trigo et al., 2021).

Sumado a esto, Colombia enfrenta el desafío de cómo abordar eficazmente la sostenibilidad en un país marcado por una rica diversidad biológica y cultural. La práctica de aplicar enfoques de investigación y planificación uniformes en todo el territorio ha demostrado ser insuficiente para capturar la complejidad y las particularidades de cada región. Esta aproximación generalizada ha llevado, en ocasiones, a intervenciones que no se alinean completamente con las necesidades locales, los ecosistemas específicos o las tradiciones



culturales, lo que puede resultar en oportunidades perdidas para el desarrollo sostenible y la conservación.

Reconociendo esta realidad, surge la necesidad de reforzar la idea de que la investigación y la planificación en bioeconomía deben ser profundamente contextualizadas. Es esencial adoptar un enfoque que sea específico para cada territorio, tomando en cuenta sus condiciones ambientales, socioeconómicas y culturales únicas. Esto implica una transición hacia métodos de investigación más flexibles y adaptativos que puedan integrar el conocimiento local y tradicional con la ciencia moderna, para desarrollar estrategias que sean verdaderamente efectivas y sostenibles.

La adaptación de la investigación y las estrategias a las condiciones específicas de cada región promueve una planificación más inclusiva y representativa, asegurando que las soluciones propuestas sean pertinentes y beneficiosas para las comunidades locales. Tal enfoque permite abordar los retos ambientales, económicos y sociales de manera integral, reconociendo y valorando la diversidad del país como un activo en lugar de un obstáculo.

En este contexto, Colombia se encuentra en un punto de inflexión, donde la necesidad de abrazar la particularidad territorial en la investigación y planificación se ha vuelto más evidente que nunca. Este cambio de paradigma no solo es crucial para alcanzar objetivos de desarrollo sostenible y conservación de la biodiversidad, sino que también representa una oportunidad para fomentar la equidad y el bienestar en todas las regiones del país, asegurando que cada comunidad pueda contribuir y beneficiarse de manera significativa del desarrollo de la bioeconomía.

En el panorama actual, donde la bioeconomía local emerge como un pilar fundamental para el desarrollo sostenible, la interconexión entre la biodiversidad y el bienestar de las comunidades locales adquiere una relevancia sin precedentes. Esta relación hace énfasis en cómo la conservación de la biodiversidad no solo es una cuestión de protección ambiental, sino también un componente esencial para el sustento y la mejora de la calidad de vida de las poblaciones que habitan estos territorios ricos en recursos naturales.

En este sentido, es fundamental el reconocimiento de cómo la biodiversidad ofrece servicios ecosistémicos vitales que sustentan las economías locales, desde la provisión de alimentos, medicinas y materiales hasta la regulación del clima y el mantenimiento de ciclos hidrológicos. Estos servicios, que a menudo son dados por sentados, son fundamentales para la agricultura, la pesca, el turismo y otras actividades económicas que definen las bioeconomías locales y son la base del bienestar comunitario.

Para profundizar en este diagnóstico, es crucial adoptar un enfoque que integre el conocimiento científico con los saberes tradicionales de las comunidades locales. Esto implica llevar a cabo investigaciones participativas que permitan a los habitantes locales coleccionar, compartir y aplicar sus conocimientos sobre la biodiversidad de manera que se alinee con los principios de la bioeconomía. Al hacerlo, se pueden identificar prácticas



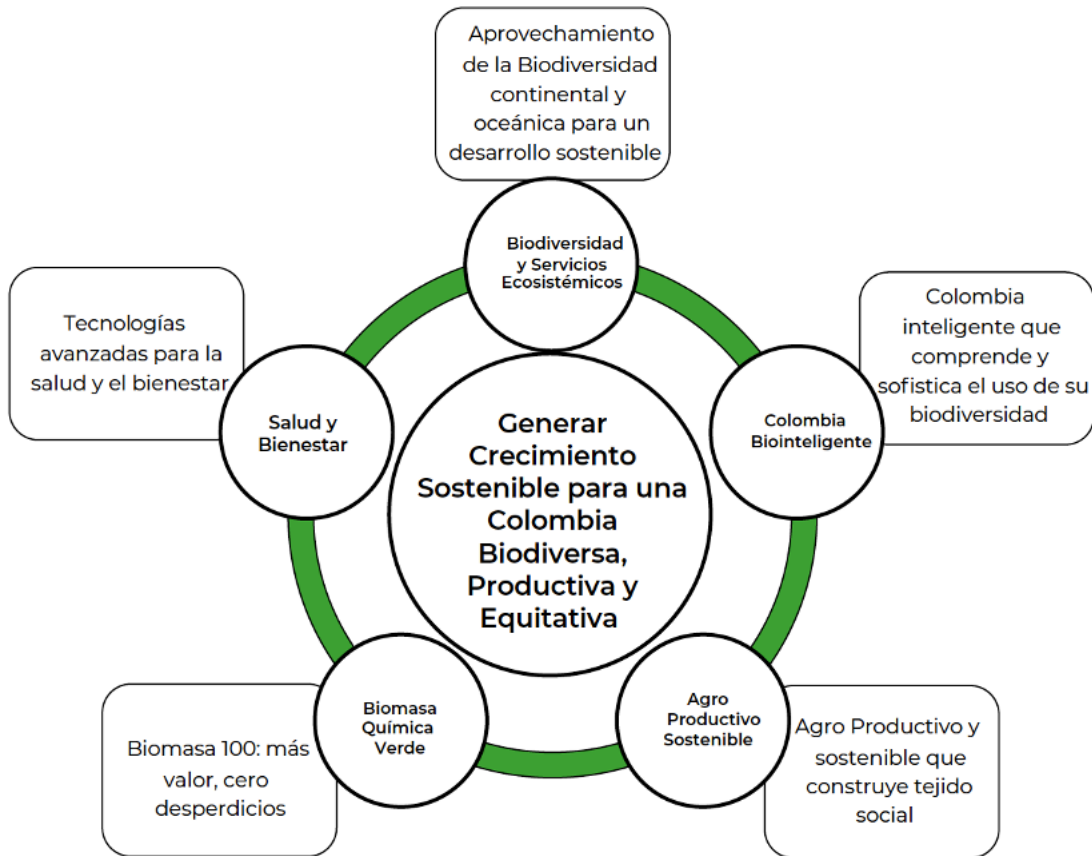
sostenibles que no sólo conserven la biodiversidad, sino que también promuevan el desarrollo económico de manera que respete y enriquezca el tejido social y cultural de las comunidades.

Además, este enfoque holístico hacia el diagnóstico y la planificación en bioeconomías locales debe contemplar cómo la biodiversidad contribuye a la resiliencia comunitaria frente a desafíos globales como el cambio climático y la seguridad alimentaria. Al fortalecer los sistemas locales de producción y consumo basados en la diversidad biológica, las comunidades pueden mejorar su autosuficiencia y capacidad para adaptarse a cambios y perturbaciones, asegurando un bienestar a largo plazo.

Por tanto, comprender la relación entre biodiversidad y bienestar comunitario requiere una perspectiva que valora la biodiversidad como un pilar de la vida y la cultura, no sólo como un recurso a ser explotado. Este enfoque promueve la creación de bioeconomías locales que son sostenibles, justas y adaptadas a las realidades y necesidades de cada comunidad.

Bajo este contexto, la Misión de Bioeconomía y Territorio viene dando continuidad a los esfuerzos nacionales originados por la Misión Internacional de Sabios 2019, la política de Crecimiento Verde (CONPES 3934) e insumos técnicos provistos por consultorías al DNP y BID hacia el 2020 y 2022. Es así como la presente misión retoma las cinco áreas temáticas seleccionadas bajo el programa Bioeconomía para una Colombia Potencia Viva y Diversa: hacia una sociedad impulsada por el conocimiento (figura 2). De esta manera, la propuesta se orienta al desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas biobasadas, así como a la generación de renta, riqueza y calidad de vida para los productores, transformadores y comerciantes insertados en los diferentes eslabones de las cadenas de valor, así como para la sociedad en su conjunto (Lanchman, 2020).

Figura 2. Áreas estratégicas y sus retos para generar crecimiento sostenible para una Colombia biodiversa, productiva y equitativa.



Fuente: tomado de Cano-Restrepo, J. et al. (2023).

5.1 Consolidación del diagnóstico: metodología y resultados obtenidos

El presente diagnóstico constituye una fase crucial en la formulación de políticas públicas, enfocándose en un análisis exhaustivo y objetivo de la situación actual. Este proceso se ha desplegado de manera rigurosa y detallada, utilizando como guías fundamentales el análisis sistémico y marco lógico para la identificación, clasificación y priorización de problemas, oportunidades y desafíos, elementos clave para el establecimiento de una política efectiva y orientada por misiones. El análisis sistémico permitió categorizar las variables en diferentes grupos: activas, críticas, reactivas e indiferentes, proporcionando así una orientación precisa para el diseño estratégico de la misión.

En la etapa preparatoria, se llevaron a cabo diversas mesas de trabajo, tanto a nivel interno como en colaboración entre Minciencias y Minambiente. Estas sesiones resultaron ser cruciales para delinear los desafíos específicos vinculados a la misión, identificando dos crisis principales que requieren una atención inmediata: la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos, y los retos impuestos por el cambio climático. Estas problemáticas presentan



un impacto directo y significativo en la sostenibilidad de los ecosistemas y en el bienestar humano.

De este ejercicio se definió el reto que orienta a la misión, el cual se describe a continuación:

Aprovechar el conocimiento, conservación y uso sostenible de la biodiversidad, sus bienes y servicios ecosistémicos", centrado en la protección y el uso responsable de la biodiversidad, destacando su valor intrínseco y su rol esencial en la sostenibilidad tanto ecológica como social.

Asimismo, se realizaron mesas de trabajo significativas, involucrando una amplia gama de entidades y expertos. Durante el primer taller, realizado el 19 de abril de 2023, se tomaron como base dieciséis problemáticas descritas y socializadas por entidades gubernamentales, como el Departamento Nacional de Planeación; el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística. También, se incluyeron contribuciones de Institutos del SINA, como SINCHI, Instituto Alexander Von Humboldt y el IIAP, así como de actores del SNCTel como Agrosavia y GGGI, y el aporte del experto temático Doctor Juan Bueno de Biolabb.

Estas problemáticas iniciales se complementaron con una revisión realizada por el equipo técnico de la misión, que integró problemas identificados en otras iniciativas relevantes, como la Misión de Sabios, los Diálogos Regionales Vinculantes, las Agendas de la Misión Nacional de Bioeconomía y la iniciativa Task Force de GGGI. Este análisis exhaustivo permitió consolidar un total de ochenta y siete problemas relacionados con la bioeconomía a nivel nacional.

En el marco del segundo taller para la priorización de la problemática, realizado el 29 de mayo de 2023, se construyó una propuesta de seis categorías generales para agrupar estos problemas, las cuales fueron validadas y discutidas colectivamente. Estas categorías incluyen:

Tabla 1. Categorías de agrupación de acuerdo con las problemáticas identificadas.

Categoría	Descripción
1	Bajo nivel de conocimiento e innovación para garantizar la conservación de los ecosistemas y establecer el potencial aprovechamiento sostenible de la biodiversidad de Colombia.
2	Bajo nivel de agregación de valor para el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y sus bienes y servicios a través de la CTel.

3	Bajo impacto (social, económico y ambiental) de los negocios existentes basados en la biodiversidad en las comunidades locales.
4	Bajo nivel de desarrollo de una industria biotecnológica con una fuerte alianza de ciencia, innovación y desarrollo.
5	Baja capacidad del país para armonizar y desarrollar políticas públicas, legislación y regulación habilitante para el desarrollo de la bioeconomía.
6	Baja articulación entre los actores gubernamentales, SNCTel, sector productivo y sociedad civil para implementar una estrategia de bioeconomía nacional.

Fuente: resultados del taller 2: definición de la problemática (primera parte: 29 de mayo 2023).

Siguiendo la metodología diseñada para la hoja de ruta, se realizó un análisis sistémico para seleccionar la problemática a priorizar por la misión. De las encuestas diligenciadas de manera simultánea por todos los participantes, se obtuvo una matriz que mostró que las categorías 4 y 5 fueron representadas como las más activas (es decir, las que presentaron mayor impacto y menor dependencia) por lo cual fueron seleccionadas, como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 2. Resultados de la aplicación del análisis sistémico para seleccionar la misión.

	Activas	Críticas	Reactivas	Amortiguadoras
Categorías	C4: bajo nivel de desarrollo de una industria biotecnológica con una fuerte alianza de ciencia, innovación y desarrollo	C1: bajo nivel de conocimiento e innovación para garantizar la conservación de los ecosistemas y establecer el potencial aprovechamiento sostenible de la biodiversidad de Colombia	C2: bajo nivel de agregación de valor para el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y sus bienes y servicios a través de la CTel	

	C5: baja capacidad del país para armonizar y desarrollar políticas públicas, legislación y regulación habilitante para el desarrollo de la bioeconomía	C6: baja articulación entre los actores gubernamentales, SNCTel, sector productivo y sociedad civil para implementar una estrategia de bioeconomía nacional	C3: bajo impacto (social económico y ambiental) de los negocios existentes basados en la biodiversidad en las comunidades locales	
--	--	---	---	--

Fuente: resultados del taller 2: definición de la problemática (primera parte: 29 de mayo 2023).

Considerando la importancia de establecer criterios de desempate, para esta misión se consideraron aspectos como los siguientes:

- Permite un mejor aprovechamiento de las ventajas estratégicas del país.
- Se trata de una solución basada en el conocimiento.
- Tiene un mayor potencial de generar capacidades locales.

La categoría que emergió como prioritaria a través de este proceso colaborativo fue:

Bajo nivel de desarrollo de una industria biotecnológica con una fuerte alianza de ciencia, innovación y desarrollo.

Esta problemática central resaltaba la necesidad crítica de fortalecer la industria biotecnológica en Colombia, buscando una integración más profunda entre la ciencia, la innovación y el desarrollo de la industria.

Para reforzar y profundizar esta narrativa, se organizaron mesas de trabajo con el Instituto SINCHI y el Instituto Alexander von Humboldt, así como con otros actores relevantes. Estas sesiones se centraron en la retroalimentación de la narrativa de la misión, poniendo especial énfasis en el desarrollo de productos y servicios biobasados (biorecursos). Este enfoque ha sido crucial para asegurar la sostenibilidad de la economía desde una perspectiva territorial, destacando la importancia de los biorecursos como elementos clave en el avance de la bioeconomía.



Además, se ha llevado a cabo un diálogo continuo con expertos en diversas áreas de la bioeconomía y la biotecnología. A través de once talleres realizados a la fecha, se ha efectuado una revisión detallada de la misión desde su experiencia y conocimiento, validando el desarrollo de las cadenas de valor de productos y servicios biobasados en el contexto colombiano.

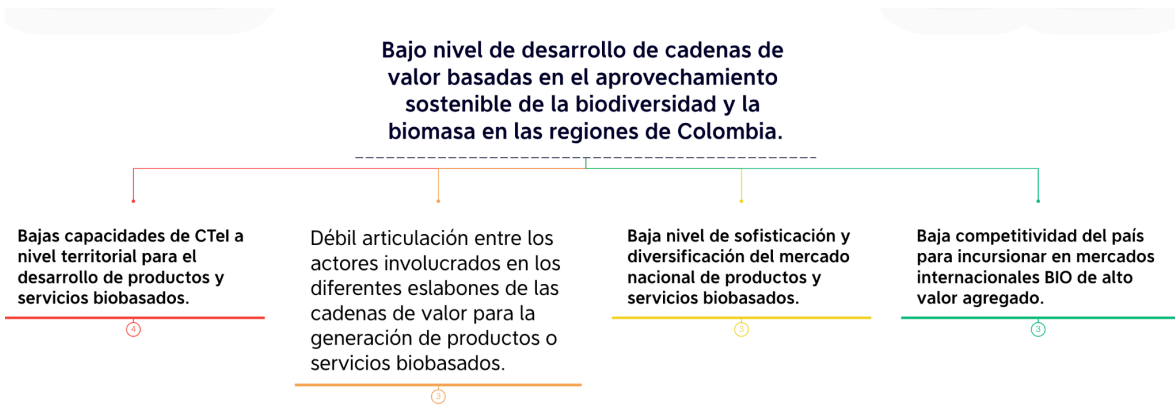
La evolución de la narrativa de la misión, impulsada por la participación activa de estos actores, ha permitido que la Misión de Bioeconomía y Territorio se enfoque no solo en los desafíos actuales, sino también en las oportunidades de desarrollo sostenible y competitividad territorial. La integración de aportes de diferentes disciplinas y sectores ha enriquecido significativamente el alcance y la profundidad de la misión, asegurando que se aborden de manera integral tanto los desafíos como las oportunidades que presenta la bioeconomía en Colombia.

Asimismo, durante el desarrollo de la etapa, se ha dado especial importancia a la inclusión de datos relevantes y evidencia científica y técnica que respalden la descripción de los retos sociales y la problemática asociada. Se ha realizado un exhaustivo análisis de información para respaldar los desafíos identificados, garantizando así una base sólida para el diseño de las hojas de ruta. Se ha utilizado evidencia proveniente de investigaciones científicas, informes técnicos y estadísticas oficiales, asegurando la calidad y validez de la información utilizada.

De manera complementaria al análisis sistémico, se implementó la herramienta de marco lógico para definir los árboles de problemas y objetivos que acompañan la misión (Figuras 3 y 4). Este insumo partió de los hallazgos reportados en el marco de los insumos técnicos generados por el GGCI y el DNP en el año 2020 sobre el estado de la bioeconomía (BE) en Colombia. Los análisis adelantados permitieron identificar una serie de inhibidores para el desarrollo pleno de la BE en el país que deben ser abordados en una estrategia integral. Entre estos inhibidores, cabe mencionar:

- ❖ Baja capacidad en CTel e infraestructuras de soporte para generar productos, procesos y servicios biobasados de cara al mercado.
- ❖ Baja madurez del mercado nacional para el consumo de productos y servicios biobasados.
- ❖ Baja capacidad para acceder al mercado internacional bio de alto valor agregado.
- ❖ Debilidad o ausencia de marcos regulatorios apropiados para la bioeconomía, que sirvan para acelerar su desarrollo.
- ❖ Déficit de instrumentos especializados relacionados con incentivos, fomento, financiación e inversión para cada una de las etapas del ciclo de vida de la bioeconomía.
- ❖ Baja capacidad institucional y de talento humano especializado para liderar la bioeconomía.
- ❖ Debilidad de mecanismos de gobernanza y comunicación de las actividades relacionadas con la bioeconomía, a nivel nacional y regional.

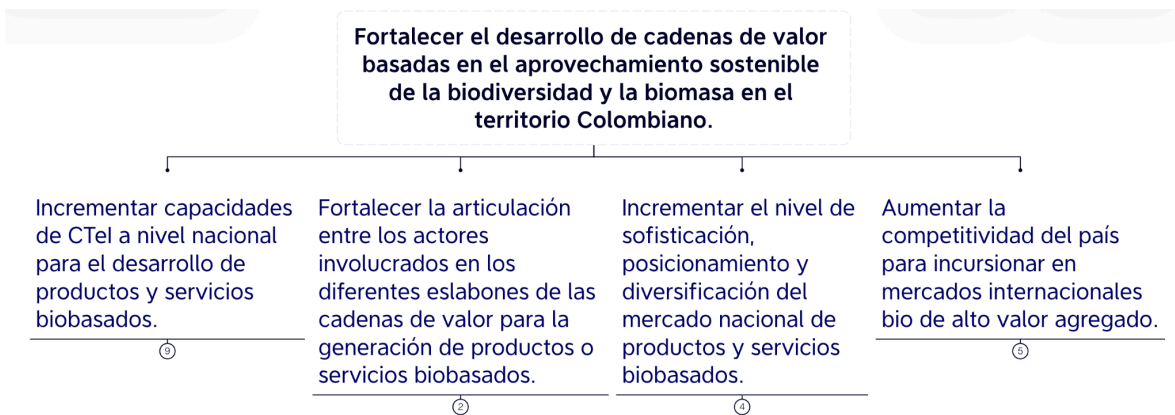
Figura 3. Árbol de problemas establecido por la Misión de Bioeconomía y Territorio.



Fuente: elaboración propia.

Asimismo, se presenta el árbol de objetivos construido de manera conjunta con los actores para la misión de bioeconomía y territorio.

Figura 4. Árbol de objetivos establecido por la de Bioeconomía y Territorio.



Fuente: elaboración propia.

Dentro de la identificación de causas indirectas que alimentan los principales efectores del problema central de la bioeconomía en Colombia: “bajo nivel de desarrollo de cadenas de valor basadas en el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y la biomasa en las regiones de Colombia.”, se identificaron y validaron las siguientes causas, con base en los aportes de expertos versados en la materia:



- 1) Bajas capacidades de CTel a nivel territorial para el desarrollo de productos y servicios biobasados.
 - a) Insuficiente formación e inserción laboral de talento humano especializado o con formación de alto nivel para el desarrollo de productos y servicios biobasados.
 - b) Débil diálogo entre el conocimiento científico y tradicional/ancestral para el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y las biomasas.
 - c) Bajo nivel de innovación de base tecnológica en el marco de la bioeconomía.
 - d) Débil infraestructura de investigación para el desarrollo (TRL 1-5), demostración (TRL 6-7) y producción (TRL 8-9) de nuevas tecnologías y productos biobasados en el país.
- 2) Débil articulación entre los actores involucrados en los diferentes eslabones de las cadenas de valor para la generación de productos o servicios biobasados.
 - a) Insuficiente información de actores involucrados en los diferentes eslabones de las cadenas de valor asociadas al desarrollo, producción y comercialización de productos y servicios biobasados.
 - b) Insuficiente articulación entre academia y sector productivo para el desarrollo de productos y servicios biobasados.
 - c) Baja inclusión de las comunidades locales en los proyectos dirigidos al desarrollo de productos y servicios biobasados a través de la I+D+i.
- 3) Baja nivel de sofisticación y diversificación del mercado nacional de productos y servicios biobasados.
 - a) Insuficiente información sobre la oferta y demanda relacionada con productos y servicios biobasados.
 - b) Insuficiente generación de redes de valor de base BIO a nivel regional y nacional.
 - c) Baja cultura de consumo consciente y responsable de productos y servicios biobasados a nivel nacional.
- 4) Baja competitividad del país para incursionar en mercados internacionales BIO de alto valor agregado.
 - a) Falta de implementación de BPA, BPM, BPC, BPL, de experimentación, ambientales, en materia de desarrollo, producción y comercialización de bienes y servicios basados en el aprovechamiento de la biodiversidad y la biomasa.
 - b) Bajo nivel de conocimiento de la normativa internacional en materia de desarrollo, producción y comercialización de bienes y servicios basados en el aprovechamiento de la biodiversidad y la biomasa.

- c) Bajo nivel de adopción de tecnologías de punta para el cierre de brechas de producción en los sectores productivos basados en el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y biomasa

Finalmente, es importante mencionar que los aspectos de regulación y normatividad, financiación de la CTel, beneficios tributarios y propiedad intelectual asociada a la bioeconomía fueron considerados como transversales por la misión. De manera ilustrativa se muestra el eje regulatorio identificado en el árbol de problemas:

Figura 5. Barreras identificadas en el marco regulatorio para el desarrollo de la bioeconomía en el país.



Fuente: elaboración propia.

6. DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA

En el proceso de la construcción de la hoja ruta para la misión de "Bioeconomía y Territorio", se ha adoptado un enfoque integral que abarca desde el diagnóstico hasta la formulación de objetivos y estrategias, asegurando la coherencia y efectividad en el abordaje de las problemáticas identificadas. Este proceso, fundamentado en un análisis exhaustivo y participativo, el cual ha involucrado a una variedad de actores clave a través de talleres de cocreación y socializaciones territoriales.

En la misión de bioeconomía y territorio se han establecido estrategias que buscan implementar un plan de acción a lo largo de un horizonte temporal definido en corto, mediano y largo plazo. Estas estrategias, que abarcan un periodo de 1 a 3 años para el corto plazo, de 5 a 7 años para el mediano plazo, y de 10 años para el largo plazo, serán ejecutadas de manera colaborativa con los diversos actores involucrados en el proceso. La cooperación entre estos actores es esencial para definir compromisos sólidos y alcanzar los objetivos planteados en cada etapa. La articulación de esfuerzos y la definición de metas claras a lo largo de este horizonte temporal permitirán impulsar el desarrollo de la bioeconomía de manera efectiva y sostenible, maximizando así su impacto en el territorio y en la mejora de la calidad de vida de las comunidades involucradas.

A. Talleres de cocreación:

El esfuerzo colaborativo ha sido crucial para construir una visión compartida que guíe las acciones de la política, asegurando que los objetivos y metas establecidos estén alineados con las necesidades y capacidades del país. Este proceso ha incluido la participación de expertos en biotecnología, entidades gubernamentales, institutos del SINA, actores del SNCTel, grupos focales y las socializaciones territoriales; las cuales han contado con la participación de actores del sector productivo, academia y organizaciones de la sociedad civil, donde todos han contribuido a la formulación de una estrategia sólida y orientada hacia el futuro.

En el marco de este enfoque colaborativo, se realizaron talleres de cocreación, en los que expertos en bioeconomía y biotecnología de diversas regiones del país se reunieron para cocrear una visión y definir objetivos alineados con la misión. Durante estas sesiones, se fomentó un ambiente de colaboración, con la ayuda de herramientas digitales, como documentos compartidos en línea para facilitar la participación y el intercambio de ideas.

La cocreación de la visión en plenaria permitió la consolidación de una visión colectiva, representativa de la diversidad de intereses y experticias presentes. Esta visión colectiva se convierte en el pilar sobre el cual se consolidarán las futuras iniciativas en los campos de la bioeconomía.



En este sentido, la visión definida como resultado de estos ejercicios de construcción es la siguiente:

Al 2033, la bioeconomía contribuirá a la sostenibilidad de la economía colombiana, con base en el fortalecimiento de cadenas de valor para la generación de productos y servicios biobasados en una sociedad del conocimiento fortalecida y orientada a aumentar la productividad y la competitividad de las regiones a nivel nacional e internacional.

B. Socializaciones territoriales:

Las socializaciones territoriales son fundamentales para el éxito de la Misión Bioeconomía y Territorio, ya que facilitan un entendimiento mutuo y la colaboración entre los diferentes actores locales, tales como investigadores, empresarios y gobernantes. Estos encuentros permiten adaptar las estrategias y objetivos de la bioeconomía a las particularidades de cada región. Al incluir voces diversas y reconocer las necesidades específicas de cada territorio, la misión puede promover un desarrollo que sea verdaderamente sostenible, equitativo y en armonía con la biodiversidad y los recursos naturales únicos de cada región. La participación activa de las comunidades en el proceso de planificación y toma de decisiones no solo incrementa la relevancia y la aceptación de los proyectos de bioeconomía, sino que también potencia la posibilidad de crear un impacto positivo y duradero en el bienestar social y económico de las regiones (para mayor detalle de las socializaciones territoriales y sus resultados se recomienda revisar el anexo 1). Lo que se buscaba con estas socializaciones fue, primero, avanzar en la bioeconomía de la región a través del intercambio de experiencias entre Latinoamérica, África del este y Asia, enfocado en promover la sostenibilidad. Segundo, generar iniciativas concretas para fortalecer la economía regional a través de soluciones biobasadas en sectores clave, contribuyendo así al desarrollo local.

6.1. Objetivo general

El siguiente paso en la construcción de la hoja de ruta de la misión fue fundamental al identificar y priorizar objetivos y metas específicos, medibles, alcanzables, relevantes y temporales, siguiendo la metodología SMART. Los participantes usaron estos criterios para proponer un conjunto de objetivos alineados con la visión consensuada. Tras las series de talleres y consultas, los resultados obtenidos reflejan un progreso significativo hacia la unificación de una visión y la construcción de una hoja de ruta sólida para la Misión de Bioeconomía y Territorio. Uno de los logros más destacados fue la formulación de objetivos claros, cada uno acompañado de indicadores específicos y metas medibles.

Este enfoque garantiza que cada objetivo no solo sea una declaración de intenciones, sino una guía de acción con criterios evaluables. Así, se estableció un marco de trabajo robusto y



orientado a resultados, que sirve como fundamento para futuras iniciativas y políticas en el ámbito de la bioeconomía a nivel nacional. Asimismo, la utilización de herramientas digitales, como los documentos compartidos en línea, demostró ser de gran utilidad para impulsar la colaboración y la cocreación entre los participantes.

La hoja de ruta de política tiene como objetivo general lo siguiente:

Impulsar la transformación de la economía colombiana a través del fortalecimiento de las cadenas de valor orientadas a productos y servicios biobasados.

Esto se llevará a cabo en respuesta a las necesidades y demandas sociales identificadas, que buscan una mayor sostenibilidad económica y ambiental, así como una mayor competitividad en el mercado nacional e internacional.

6.2. Objetivos específicos

Para alcanzar este objetivo general, se ha establecido una serie de objetivos específicos, cada uno enfocado en aspectos clave de la bioeconomía en perspectiva territorial para Colombia:

- 1) Incrementar capacidades de CTel a nivel nacional para el desarrollo de productos y servicios biobasados.
- 2) Fortalecer la articulación entre los actores involucrados en los diferentes eslabones de las cadenas de valor para la generación de productos o servicios biobasados.
- 3) Incrementar el nivel de sofisticación, posicionamiento y diversificación del mercado nacional de productos y servicios biobasados.
- 4) Aumentar la competitividad del país para incursionar en mercados internacionales de alto valor agregado.

Para asegurar el éxito en la construcción de metas en la hoja de ruta de esta misión, es fundamental llevar a cabo una revisión exhaustiva de la línea de base de los indicadores propuestos. Esto permitirá establecer un punto de partida sólido para medir el avance con precisión y, al mismo tiempo, identificar áreas de oportunidad y desafíos potenciales. En este contexto, la meta definida para la misión es:

Impulsar ocho aplicaciones de la bioeconomía para productos y servicios biobasados que contribuyan a aumentar la productividad y la competitividad en todas las regiones de Colombia.



La hoja de ruta, respaldada por una visión compartida, objetivos específicos y estrategias concretas, tiene como objetivo principal fomentar la transformación de la economía colombiana hacia un futuro más sostenible y competitivo. La implementación de indicadores sólidos y el compromiso de revisar la línea de base mejorarán aún más las perspectivas de éxito de esta política al proporcionar una base sólida para la medición y la mejora continua.

6.3. Plan de acción

El plan de acción, desarrollado en el marco de la misión, adopta una perspectiva territorial enfocada en reforzar las capacidades de CTel para el desarrollo de productos y servicios biobasados, considerando las particularidades y fortalezas de cada región. Este enfoque territorial reconoce la diversidad geográfica y cultural del país y busca aprovechar estas características únicas para impulsar el desarrollo económico y social de manera equilibrada y sostenible.

Dentro de este marco, el primer objetivo específico, que va encaminado a "Incrementar capacidades de CTel a nivel nacional para el desarrollo de productos y servicios biobasados", se centra en fortalecer el ecosistema de investigación y desarrollo en el ámbito de la bioeconomía y biotecnología. Este objetivo busca aprovechar el potencial de los recursos biológicos y tecnológicos del país para impulsar una economía más sostenible y orientada hacia la innovación. A continuación, se presentan las acciones clave para alcanzar este objetivo:

- Creación del instrumento "Prueba de Concepto": apoyar el fortalecimiento de instrumentos como productos mínimos viables en aplicaciones bio para ajustarlos y llevarlos al mercado.
- Desarrollo de programas académicos en biotecnología y bioeconomía: revisar y potenciar un programa piloto de capacitación en bioeconomía, como el propuesto por BIOTEC.
- Fortalecimiento de programas de becas: ampliar las becas para formación de alto nivel, especialmente aquellas que brindan soluciones a desafíos territoriales, asociándose a convocatorias SGR.
- Fortalecimiento de capacidades técnico-científicas: mejorar las habilidades para el estudio, aprovechamiento y preservación de especímenes biológicos en colecciones nacionales.
- Apoyo a Expediciones Científicas BIO: financiar proyectos de I+D+i que contribuyan a la exploración de nuevos usos potenciales de la biodiversidad, promoviendo el aprovechamiento sostenible y la innovación.
- Financiamiento de proyectos de I+D+i en Biorrefinerías: invertir en proyectos dirigidos a desarrollar biorrefinerías para la producción de bioproductos, enfocados en química verde y biocombustibles.



- Promoción de empresas 'Tractores' con recursos SGR: dirigir recursos de SGR para el desarrollo de empresas líderes que fomenten el fortalecimiento de empresas emergentes, enfocándose en las aplicaciones de la misión.
- Formación de gestores de valorización tecnológica: implementar un programa de capacitación en centros acreditados para fortalecer las habilidades en valorización tecnológica.

Cada una de estas acciones está diseñada para reforzar la infraestructura y las capacidades nacionales en ciencia, tecnología e innovación, fundamentales para el desarrollo de una bioeconomía robusta y sustentable. Esta estrategia integral asegura no solo el avance científico y tecnológico, sino también la generación de valor económico y social a partir de los recursos biológicos, alineando así los esfuerzos de investigación y desarrollo con las necesidades y oportunidades del país en el ámbito de la bioeconomía.

De la misma forma, la democratización de la investigación desde los territorios es una piedra angular en la hoja de ruta de la misión de bioeconomía y territorio, con el objetivo de fomentar un enfoque inclusivo y participativo en el proceso de generación de conocimiento. Este enfoque se basa en la premisa de que la investigación debe ser accesible y relevante para todos los niveles educativos, desde la enseñanza primaria hasta la universitaria, y debe involucrar activamente a las comunidades en su diseño e implementación.

Para integrar esta visión en los sistemas educativos, se propondrán programas curriculares innovadores que introduzcan conceptos de bioeconomía, sostenibilidad y conservación desde los primeros años escolares. Estos programas están diseñados para estimular la curiosidad y el respeto por el medio ambiente, así como para fomentar la comprensión de cómo las comunidades pueden gestionar sus recursos de manera sostenible. En el nivel secundario, se promoverán proyectos de investigación dirigidos por estudiantes que aborden problemas locales utilizando métodos científicos. Estos proyectos no solo proporcionarán una experiencia práctica valiosa, sino que también fortalecerán los lazos entre las escuelas y sus comunidades, permitiendo que los estudiantes contribuyan directamente a la solución de problemas locales a través de la investigación.

A nivel universitario, se alentará la colaboración entre instituciones académicas y comunidades locales para desarrollar proyectos de investigación que se alineen con las necesidades y aspiraciones territoriales. Estas colaboraciones pueden tomar la forma de laboratorios vivos, donde los territorios sirven como sitios de investigación para explorar prácticas sostenibles, innovaciones en bioeconomía y estrategias de conservación.

Este enfoque democratizador busca cerrar la brecha entre la academia y la sociedad, asegurando que la investigación en bioeconomía y territorio sea un proceso colaborativo que beneficie a todas las partes involucradas. Al hacerlo, la hoja de ruta no solo apunta a generar conocimiento científico, sino también a empoderar a las comunidades, mejorar la educación



en todos los niveles y promover un desarrollo sostenible que sea arraigado en el conocimiento y respeto por la diversidad de la vida.

Para lograr este propósito, resulta de especial importancia el reconocimiento y la articulación de actores involucrados en los diferentes eslabones de las cadenas de valor para la generación de productos o servicios biobasados (OE2). En este sentido, se plantean las siguientes acciones:

- Promover o generar alianzas entre actores públicos, privados, nacionales e internacionales y reconocidos del SNCTI, para la ejecución de programas de I+D+i que conduzcan al desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado, logrando dinamización y habilitadores organizacionales en las cadenas de valor en bioeconomía.
- Fomentar la creación de alianzas estratégicas entre universidades, centros de investigación, empresas, y organismos internacionales. Estas alianzas permitirán compartir conocimientos y tecnologías avanzadas, así como experiencias exitosas de implementación de tecnologías biobasadas en diferentes contextos.
- Fortalecer el sistema de reconocimiento de actores del SNCTel considerando su importancia en el ecosistema de innovación y en el desarrollo de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación.
- Promover la articulación de las estancias posdoctorales hacia el desarrollo de proyectos de CTel que respondan a las necesidades del sector productivo de base BIO en el país.
- Promover el financiamiento de la estrategia de retos por la innovación orientada al desarrollo de bioproductos en alianzas público/privadas asociadas con las aplicaciones priorizadas por la misión.
- Favorecer la articulación entre actores involucrados en el marco regulatorio para la formulación de políticas e incentivos que faciliten la transferencia de tecnología hacia los territorios. Esto implica revisar y, si es necesario, modificar la legislación existente para eliminar obstáculos legales y administrativos que dificultan el flujo de tecnologías críticas para el desarrollo de la bioeconomía.
- Promover y apoyar programas de capacitación y formación dirigidos a investigadores, emprendedores y funcionarios públicos en temas relacionados con la transferencia de tecnología. Estos programas deberán incluir aspectos legales, comerciales y técnicos para optimizar el aprovechamiento de las tecnologías disponibles.
- Promover el acceso a tecnologías en el dominio público mediante la creación de plataformas digitales que centralicen la información y faciliten su aplicación en el desarrollo de nuevos productos y servicios biobasados. Estas plataformas deberían ofrecer recursos educativos, manuales técnicos y estudios de caso que inspiren y guíen la innovación local.
- Incentivar la innovación abierta y la colaboración internacional para traer al país tecnologías de vanguardia y conocimientos especializados que puedan adaptarse y



aplicarse en el contexto local. Esto incluye participar activamente en redes internacionales de investigación e innovación relacionadas con la bioeconomía.

La hoja de ruta plantea, además, impactar el nivel de sofisticación, posicionamiento y diversificación del mercado nacional de productos y servicios biobasados (OE3), bien por la comercialización directa a través de un *spin off*, o bien por un proceso de transferencia o codesarrollos con empresas. Algunas acciones propuestas para el cumplimiento de este objetivo son:

- Promover la aceleración de bioproductos que se encuentren en TRLs entre 5 y 9 a través de instrumentos como Mapbio liderado por el Instituto Global de Crecimiento Verde (GGGI), el cual brinda asistencia técnica en términos de análisis de laboratorio o estudios técnicos especializados; estudios de mercado; soporte para obtención de permisos o licencias; estudios ambientales y sociales; análisis financiero o económico, además de análisis legal, aduanero y tributario.
- Estimular el registro de empresas de base BIO como sociedades BIC en el marco del decreto 2046 de 2019.
- Incentivar la inclusión en el programa de compras públicas sostenibles con el ambiente y compras públicas innovadoras de los productos derivados de la bioeconomía.
- Proponer un programa de sustitución gradual de importaciones con productos biobasados nacionales en las aplicaciones de mayor desarrollo tecnológico y sofisticación.
- Impulso de alianzas para las pruebas de validación y escalamiento, incubación y aceleración de empresas biotecnológicas y productos biobasados.

Para el objetivo cuatro relacionado con aumentar la competitividad del país para incursionar en mercados internacionales BIO del alto valor agregado se plantea el desarrollo de una marca país BIO que acoja los diferentes sectores de la bioeconomía que cumplan con ciertos criterios y estrategias de comunicación y sensibilización.

Por otra parte, se identificaron acciones transversales para todos los objetivos propuestos dentro de las cuales se encuentran:

- Revisar y actualizar la normativa relacionada con aplicaciones biotecnológicas y productos biobasados que estimulen el desarrollo de nuevos productos, procesos y servicios de alto valor agregado a nivel nacional.
- Desarrollar mesas técnicas especializadas en temas regulatorios con participación de actores claves y establecimiento de mecanismos de difusión.
- Promover un sistema que integre datos de diversas fuentes de registro de patentes, incluyendo la SIC y la OMPI. Este sistema permitirá un acceso más amplio y detallado a las innovaciones tecnológicas registradas a nivel nacional e internacional, facilitando

la identificación de tendencias, oportunidades y potenciales colaboraciones en el campo de la bioeconomía.

- Promover acuerdos de cooperación con comunidades indígenas y portadores de conocimientos tradicionales para la protección de sus innovaciones. Estas colaboraciones buscarán garantizar que cualquier proceso de patente respete los derechos, y deseos de las comunidades, garantizando confidencialidad, buena fe y respeto por sus conocimientos y expresiones culturales, fomentando un modelo de bioeconomía inclusivo y justo.
- Difundir protocolos y guías de acceso a recursos genéticos y de distribución justa y equitativa de los beneficios.
- Crear una línea de inversión en etapa temprana en bioeconomía en el marco del instrumento de fondo de fondos de Bancoldex.
- Construir y gestionar un portafolio de inversión de nuevos negocios de bioeconomía.
- Favorecer proyectos dinamizadores de la bioeconomía con orientación a retos nacionales.
- Promover proyectos de CTel que potencien las cadenas de valor priorizadas por aplicación.
- Estimular los clústeres regionales para el fomento de la bioeconomía en los territorios.
- Apoyar a Programas de I+D+i tipo ecosistema de Investigación e Innovación que permitan validar productos y procesos de alto valor agregado en el mercado, basados en la gestión eficiente de la biomasa y el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, enfocados en las aplicaciones priorizadas por la Misión de Bioeconomía y Territorio.
- Apoyar por medio de beneficios tributarios dirigidos a pequeñas y medianas empresas a nivel territorial para ayudar financieramente a empresas e instituciones que invierten en actividades de investigación, desarrollo e innovación, con el fin de mejorar la competitividad y el crecimiento económico, así como promover el avance tecnológico y la solución de problemas nacionales mediante la aplicación de conocimientos científicos.
- Favorecer el desarrollo de sistemas de información que promuevan la ciencia abierta y que incorporen información relacionada con registros de especímenes y usos potenciales de la biodiversidad colombiana. Un ejemplo es la Plataforma Bio 3.0 - Plataforma Biointeligente para la gestión de información y la generación de análisis cuantitativos, la cual integra información del Sistema de Información sobre Biodiversidad SiB; el Centro Nacional para información Biotecnológica NCBI y los sistemas administrados por Minciencias Pubindex, GrupLAC y CvLAC.
- Promover instrumentos para la protección y transferencia de invenciones e innovaciones tales como "Sácale Jugo a tu patente" que tiene como propósito apoyar la gestión de la propiedad intelectual de invenciones con potencial de transferencia, mediante el alistamiento de tecnologías y la gestión comercial de las mismas, para posteriormente apoyar el proceso de transferencia y el mecanismo "Crearlos no es

suficiente" que busca fomentar la protección por patente de resultados I+D+I que promueven la potenciación económica del sector empresarial.

- Establecer un marco de propiedad intelectual que proteja las innovaciones desarrolladas en las diferentes aplicaciones priorizadas en la misión y que reconozca los saberes tradicionales, el uso de los recursos locales y las prácticas tradicionales.
- Implementar análisis y estudios prospectivos para entender las tendencias futuras en las aplicaciones priorizadas en la misión, incluyendo el impacto de nuevas tecnologías y las necesidades del mercado.
- Fortalecer el sistema de reconocimiento de actores del SNCTel considerando su importancia en el ecosistema de innovación y en el desarrollo de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación.
- Ampliar la participación del financiamiento por parte de la banca en negocios de la bioeconomía por su alto impacto económico, social y ambiental, así como por la generación de valor agregado en los territorios.
- Incorporar estrategias que promuevan el entendimiento en términos de sostenibilidad y alcance de los negocios de la bioeconomía en las entidades financieras,
- Articular acciones para la definición de la cuenta satélite en bioeconomía para el país, así como en la depuración/complementación de actividades económicas CIIU y productos CPC completamente bioeconómicos, parcialmente bioeconómicos y no bioeconómicos.
- Diseñar y poner en marcha una campaña de apropiación y divulgación de la bioeconomía dirigida a los diferentes actores (sociedad civil, entidades públicas y privadas, sector académico).

6.3.1 Recomendaciones de los participantes

En los talleres y espacios de discusión realizados en el marco de esta misión, se recibieron de manera recurrente algunas recomendaciones por parte de los actores participantes las cuales se resumen a continuación:

- El uso de los bancos de elegibles de las diferentes convocatorias de Minciencias, considerando que estos proyectos cumplen con los criterios requeridos para ser financiados.
- El establecimiento de la Agencia Nacional de Bioeconomía, la cual se constituye como una instancia de coordinación para la implementación de la política de bioeconomía.
- La articulación entre los diferentes actores involucrados en la regulación, que permitan solucionar las problemáticas identificadas en el marco regulatorio de la bioeconomía en Colombia.
- La elaboración de políticas públicas de apoyo e innovación para la transferencia de conocimiento.



- La articulación entre los diferentes actores involucrados en la regulación, que permitan solucionar las problemáticas identificadas en el marco regulatorio de la bioeconomía en Colombia.
- La elaboración de políticas públicas de apoyo e innovación para la transferencia de conocimiento.

6.4. Indicadores y su proceso de consolidación para la misión

En el marco de la Misión de Bioeconomía y Territorio se está llevando a cabo un proceso detallado y colaborativo para establecer y refinar los indicadores clave. Este proceso es esencial para garantizar que los objetivos de la misión se midan de manera efectiva y estén en consonancia con las metas nacionales de desarrollo sostenible y avance bioeconómico. Este proceso se ha desarrollado a través de diferentes etapas, las cuales se describen a continuación:

- Selección inicial de indicadores: la base del proceso es identificar indicadores potenciales que reflejen fielmente los avances hacia los objetivos de la misión. Se realiza un análisis exhaustivo para determinar qué indicadores son más pertinentes para la bioeconomía colombiana y su impacto territorial.
- El trabajo de depuración de indicadores de la Misión de Bioeconomía y Territorio inició con la lista de 40 indicadores agrupados en 4 objetivos estratégicos propuestos por un grupo de aproximadamente 20 expertos del sector de la bioeconomía en tres sesiones de trabajo. Este conjunto se contrastó y complementó con la batería de 38 indicadores propuesta por Suricata en 2019, con las iniciativas y las metas propuestas por la Misión Internacional de Sabios en 2019 y con los indicadores del Plan de Acción de seguimiento a la implementación del CONPES 3934 de 2018, Política de Crecimiento Verde. Los indicadores seleccionados se enriquecieron con la revisión de experiencias internacionales, especialmente la experiencia de la Unión Europea.
- Interacción con expertos a través de entrevistas: se han organizado diferentes entrevistas con expertos en diversas áreas relacionadas con la bioeconomía, para recoger opiniones y conocimientos variados. Estos encuentros contribuyen significativamente a la mejora y validación de los indicadores propuestos.
- Colaboración estratégica con el DANE: paralelamente, se ha venido trabajando con articulación con el DANE en la validación de indicadores para específicos para bioeconomía. Esta alianza es crucial para alinear los indicadores con estándares nacionales e internacionales.
- Depuración y evaluación continua: en mesas de trabajo, se evalúan algunas propuestas iniciales, como el gasto en I+D+i en bioeconomía y la contribución de la

bioeconomía al PIB. Este proceso iterativo incorpora retroalimentación continua, perfeccionando cada indicador.

- Presentación de la propuesta: tras la revisión y depuración, se elaborará una propuesta de indicadores ajustada. Esta recogerá el consenso de los participantes y proporcionará un marco claro para monitorear y evaluar la bioeconomía en Colombia.

Este enfoque riguroso y participativo asegura que los indicadores finales sean no solo medibles y relevantes, sino también representativos de las dinámicas únicas de la bioeconomía en Colombia. La contribución del DANE y la colaboración con expertos subrayan la solidez del proceso, enfocándose en indicadores realistas, alcanzables y alineados con las metas de desarrollo sostenible del país. A continuación, se relaciona la propuesta de indicadores:

Tabla 3. Propuesta de indicadores para la hoja de ruta de la misión Bioeconomía y territorio.

Objetivos de la misión	Nombre del indicador
1) Incrementar las capacidades de CTel a nivel nacional en investigación básica y aplicada para el desarrollo de productos y servicios biobasados.	Tasa de transferencia de patentes otorgadas a nivel nacional en las aplicaciones priorizadas en la misión.
	Número de Grupos de Investigación trabajando en las aplicaciones priorizadas por la misión.
	Cantidad de estancias postdoctorales realizadas de acuerdo con las aplicaciones priorizadas por la misión.
	Tasa de empleabilidad de doctores en las aplicaciones priorizadas por la misión.
	Número de mecanismos ofertados por el ministerio para la financiación de programas o proyectos relacionados con las aplicaciones priorizadas por la misión.

2) Fortalecer la articulación entre los actores involucrados en los diferentes eslabones de las cadenas de valor para la generación de productos o servicios biobasados.	Número de actores (comunidades, academia, sector productivo, actores gubernamentales) implicados en el desarrollo de los proyectos relacionados con las aplicaciones priorizadas.
	Número de empresas involucradas en eslabones de la cadena de valor de las aplicaciones priorizadas.
3) Incrementar el nivel de sofisticación y diversificación del mercado nacional de productos y servicios biobasados.	Número de productos y servicios biobasados a nivel nacional relacionados con las aplicaciones priorizadas por la Misión de Bioeconomía y Territorio.
	Número total de <i>spin-off</i> y <i>start-up</i> relacionadas con las aplicaciones priorizadas por la Misión de Bioeconomía y Territorio/Total de <i>spin-off</i> y <i>start-up</i> en el país.
	Número de programas e instrumentos de desarrollo empresarial que apalancan la bioeconomía.
4) Aumentar la competitividad del país para incursionar en mercados internacionales BIO del alto valor agregado.	Número de incubadoras, o aceleradoras de empresas de base BIO.

Fuente: elaboración propia.

6.4.1. Consideraciones metodológicas en el seguimiento de indicadores para la misión de bioeconomía y territorio

Para asegurar la eficacia del seguimiento de indicadores en la misión de bioeconomía y territorio, es fundamental algunas consideraciones metodológicas que garanticen la integridad y utilidad de los datos recopilados, de acuerdo con los aportes realizados por el DANE y los diferentes expertos. Estas son:

- Acceso, disponibilidad y calidad de la información: se debe priorizar el acceso abierto a los datos y la disponibilidad continua de la información. Es imperativo que los indicadores provengan de fuentes confiables y estén sujetos a rigurosos estándares



de calidad para asegurar la precisión y fiabilidad de la información que se utiliza para tomar decisiones estratégicas.

- Involucramiento de productores de información y periodicidad: la colaboración activa con los productores de la información para los indicadores es crucial. Esto incluye definir roles claros y responsabilidades para la recopilación de datos, así como establecer una periodicidad de seguimiento que permita un análisis de tendencias y la realización de ajustes oportunos en las políticas y programas de bioeconomía.
- Superación de desafíos de fuentes externas y validación de datos: se reconoce el desafío que representa la recopilación de datos de fuentes externas, incluyendo la heterogeneidad de estos y los problemas potenciales en su validación. Para superar esto, es necesario desarrollar mecanismos de colaboración interinstitucional y protocolos estandarizados que permitan la verificación y el cruce de información, asegurando así la consistencia y comparabilidad de los datos.

La implementación de estas consideraciones metodológicas es esencial para construir un sistema de monitoreo robusto que apoye la toma de decisiones informadas y promueva el avance de la bioeconomía en un marco de desarrollo sostenible y competitivo. La capacidad de tomar decisiones informadas se ve fortalecida cuando se dispone de datos precisos y actualizados, obtenidos a través de un monitoreo riguroso de las actividades bioeconómicas. Este enfoque permite evaluar de manera adecuada el progreso, identificar áreas de mejora y anticipar posibles desafíos, lo que resulta fundamental para orientar las políticas y estrategias hacia resultados óptimos. Además, la evaluación continua de los impactos ambientales, económicos y sociales de la bioeconomía garantiza que el desarrollo de esta industria se realice de manera responsable y equitativa, maximizando los beneficios y minimizando los riesgos para todas las partes interesadas. En última instancia, una sólida estructura de monitoreo y evaluación no solo facilita la toma de decisiones basadas en evidencia, sino que también contribuye a la creación de un entorno propicio para la innovación y el crecimiento sostenible en el ámbito de la bioeconomía.

6.5 Rutas de innovación

En el marco de la Misión de Bioeconomía y Territorio, las rutas de innovación adquieren una importancia estratégica, ya que se convierten en el vehículo para alcanzar los objetivos y metas propuestas. Estas rutas no solo considerarán innovaciones tecnológicas, sino también enfoques no tecnológicos, modelos empresariales emergentes y áreas de investigación aún no explotadas que requieren mayor inversión. Al identificar y priorizar estas áreas, las rutas de innovación pueden actuar como catalizadores para el desarrollo sostenible, el uso sostenible de los recursos biológicos y la creación de valor en los territorios.



Estas innovaciones con potencial transformador se convierten en la esencia de las rutas, permitiendo que las estrategias y políticas implementadas sean efectivamente disruptivas y orientadas a cumplir las metas de la misión. La metodología que se ha utilizado para el diseño de rutas de innovación en el contexto de la Misión de Bioeconomía y Territorio se centra en varios ejes temáticos y pasos concretos.

El camino hacia la definición de rutas de innovación en Colombia ha estado marcado por el reconocimiento de oportunidades únicas que el país ostenta en el sector de la biotecnología y bioeconomía. Estas rutas se han trazado considerando la riqueza de biodiversidad y recursos genéticos del país, muchos de los cuales aún no han sido plenamente explorados y que representan un potencial significativo para el desarrollo de productos y servicios biobasados con potencial de comercialización tanto a nivel regional, nacional como internacional.

Para fomentar el desarrollo de las rutas de innovación en el contexto de la Misión de Bioeconomía y Territorio en Colombia, se han implementado varias actividades fundamentales que han sido cruciales en la conformación de una estrategia integral y efectiva para el avance de la bioeconomía en la nación. Entre estas actividades, destacan las entrevistas a expertos, la realización de talleres de cocreación y la aplicación de la matriz STEEP.

Las entrevistas a expertos han desempeñado un papel central en este proceso, brindando valiosos y profundos aportes sobre el estado actual y las posibilidades de la bioeconomía colombiana. Estos diálogos con profesionales destacados en el campo, como los representantes de BioIntropic, Susana Fiorentino y otras figuras clave, han permitido identificar no solo los retos y obstáculos que enfrenta el sector, sino también oportunidades y estrategias potenciales para superarlos. Las recomendaciones y perspectivas obtenidas de estas entrevistas han proporcionado una base sólida para el diseño de políticas y prácticas más efectivas y coherentes con las necesidades de la bioeconomía a nivel nacional.

Adicionalmente, los talleres organizados en este marco han sido esenciales para la colaboración y el intercambio de ideas entre distintos actores y *stakeholders*. Estos talleres han facilitado un espacio para la discusión colectiva y la cocreación de estrategias, permitiendo que diferentes perspectivas y experiencias se integren en el proceso de diseño de las rutas de innovación. A través de estas sesiones interactivas, se han podido explorar diversas áreas temáticas y abordar cuestiones clave de manera más dinámica y participativa.

Por último, la implementación de la matriz STEEP ha aportado un marco analítico estructurado para evaluar y comprender los factores externos que influyen en la bioeconomía. Esta herramienta ha permitido un análisis detallado y multidimensional, considerando no sólo los aspectos tecnológicos y económicos, sino también los factores sociales, ecológicos, políticos y legales que pueden impactar en el desarrollo y la implementación de innovaciones en este campo. La matriz STEEP ha sido fundamental para identificar tanto las barreras como los impulsores, ayudando a formular estrategias que

sean realistas, sostenibles y alineadas con el entorno global y local.

En conjunto, estas actividades han conformado una metodología integral y robusta, contribuyendo significativamente a la construcción de un enfoque estratégico y práctico que impulsa efectivamente la bioeconomía en Colombia. Han proporcionado una comprensión más robusta, sobre la cual se pueden desarrollar e implementar iniciativas innovadoras y sostenibles en el ámbito de la bioeconomía.

6.5.1 Entrevistas con expertos

Las entrevistas con Claudia Betancourt y Diego Alejandro Beltrán de BioIntropic han sido un componente crucial en el mapeo de la bioeconomía colombiana. Estos expertos, con su vasta experiencia en bioeconomía, brindaron una visión detallada de los desafíos y oportunidades en el sector. Resaltaron la falta de coordinación interinstitucional como un obstáculo significativo, sugiriendo que este desafío limita la capacidad del país para desarrollar una bioeconomía con mayor cohesión. Además, propusieron la creación de un Observatorio de Bioeconomía, conceptualizado no solo como un centro de análisis de datos, sino también como una plataforma para monitorear y dirigir el progreso sectorial. Este observatorio tendría el potencial de servir de guía para las políticas públicas y decisiones estratégicas. Además, señalaron la necesidad de una agencia estable para la bioeconomía, que funcione de manera consistente más allá de los ciclos políticos, asegurando así la continuidad de las iniciativas y proyectos. Estos expertos también reconocieron la importancia crítica del sector privado en la evolución de la bioeconomía, abogando por la formación de redes y clústeres industriales que puedan fomentar una colaboración eficaz y el intercambio de conocimiento, fortaleciendo el ecosistema de innovación en el país.

Por su parte, la contribución de Susana Fiorentino aportó una dimensión adicional al análisis de la bioeconomía colombiana. A través de su entrevista, Fiorentino hizo énfasis en la importancia de combinar la identificación de sectores prioritarios con la implementación de políticas públicas efectivas para fortalecer la Investigación y Desarrollo (I+D) en la bioeconomía. Asimismo, señala la necesidad de un análisis exhaustivo y cualitativo de los grupos de investigación y centros de innovación en Colombia, argumentando que la calidad y efectividad de estas entidades son tan importantes como su número. Su propuesta de aplicar un enfoque de ingeniería inversa en la cadena de valor de la bioeconomía es particularmente innovadora.

Este enfoque busca identificar y solucionar los retos que enfrentan los productos y servicios biobasados desde su conceptualización hasta su llegada al mercado. Fiorentino sugirió que este método podría ser clave para superar los cuellos de botella en la producción y el desarrollo de productos, facilitando así un camino más fluido hacia la comercialización y el éxito en el mercado. Su visión integral evidencia la necesidad de una estrategia articulada que aborde tanto los aspectos técnicos como los administrativos y de política para avanzar efectivamente en la bioeconomía a nivel país.

Rafael Aramendis, un experto reconocido en análisis y propuestas relacionados con el

desarrollo de la bioeconomía expresó en las entrevistas varios puntos de vista y criterios que la formulación de políticas debería considerar. En los últimos años, la conceptualización de la bioeconomía y los desarrollos de política están cambiando de forma acelerada en el mundo. Es un terreno muy amplio y, por lo tanto, se requiere escoger un foco y, dentro de él, proceder a priorizar y plantear apuestas estratégicas. Para elegir el foco debe preguntarse, en primera instancia, en dónde se encuentran las ventajas comparativas del país. Dado el relativo bajo presupuesto que se destina a las actividades de CTel, hay que evitar la dispersión en un número grande de proyectos.

Para este experto, la Amazonía es un ejemplo de una gran apuesta de país. Primero, por lo que significa para el mundo, como pulmón del planeta. Segundo, porque se puede trabajar en un contexto panamazónico con naciones como Perú, Brasil, Bolivia. Tercero, y por una apuesta muy práctica, porque hay recursos cuantiosos de importantes fuentes en el mundo que tienen puestos los ojos en la bioeconomía, en la Amazonía. El Instituto SINCHI en Colombia ha hecho muchísimas cosas al respecto. La Amazonía son nueve departamentos, seis zonas biogeográficas del país. En cuanto a los actores que deben sentarse a la mesa a la definición de políticas de bioeconomía deben estar los tradicionales: la academia, el Estado, el sector privado. Sin embargo, hay otros factores que deben ser contemplados en relación con los territorios.

En el territorio juegan otros intereses y otros actores. Al referirse al sector privado debe incluirse a la Asociación Nacional de Industriales, la ANDI, que debe estar sentada en la mesa, con todas sus cámaras, que son 12 (de alimentos, de aseo, de salud, farmacéutica, etc.). Otro actor importante son las cámaras de comercio de las grandes ciudades de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla. La Cámara de Comercio de Bogotá tiene un clúster de cosméticos muy interesante. La Cámara de Comercio de Medellín tiene también otros clústeres. La Cámara de la Costa, otros, dependiendo de las características regionales. En síntesis, ANDI, cámaras de comercio, clústeres regionales de competitividad, deben ser parte de los equipos que contribuyen a la formulación de políticas de bioeconomía.

Se recomienda una actualización muy grande a las políticas para incluir elementos fundamentales. El primero, el de las tecnologías convergentes, que deben ser un elemento de corte transversal a todos los temas que Minciencias priorizó. específicamente, se hace referencia a Agricultura 4.0, Inteligencia Artificial, Deep Learning y Machine Learning y, en general, todo el set de tecnologías convergentes de la cuarta revolución industrial. El impacto sobre cada uno de los eslabones de las cadenas de valor cambiará la productividad, los esquemas colaborativos, acelerará los tiempos entre los procesos de I+D y la llegada a los mercados que hoy se tasan en décadas.

En conjunto, estas entrevistas han proporcionado una comprensión más profunda y matizada de la bioeconomía, identificando no solo los desafíos y barreras existentes, sino también proponiendo soluciones innovadoras y prácticas para superarlos. Estos diálogos han sido fundamentales para formular un marco estratégico que pueda impulsar efectivamente la sostenibilidad en este sector tan importante para el país.

6.5.2 Realización de talleres de cocreación para la construcción de rutas de innovación

Los talleres organizados para la construcción de rutas de innovación en el marco de la Misión de Bioeconomía y Territorio en Colombia han sido esenciales para desarrollar una metodología efectiva y detallada. Estos talleres, caracterizados por su enfoque participativo y colaborativo, han abarcado diversos aspectos fundamentales para impulsar la bioeconomía, integrando conceptos clave como las innovaciones transformadoras, la articulación entre los diferentes actores, las condiciones habilitantes y los cuellos de botella.

- **Identificación de innovaciones transformadoras:** se enfocó en identificar aquellas innovaciones con el potencial de transformar significativamente el sector, incluyendo tecnologías emergentes y modelos de gestión sostenibles. Estas innovaciones fueron seleccionadas por su capacidad para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los procesos bioeconómicos.
- **Análisis de la capacidad institucional:** se realizó un análisis de la capacidad institucional existente para apoyar la bioeconomía. Este análisis fue clave para identificar barreras técnicas, regulatorias y administrativas y proponer reformas necesarias para facilitar la adopción de nuevas tecnologías y prácticas.
- **Análisis de las necesidades de capital humano y financiamiento:** se estudiaron las necesidades de capital humano especializado y se exploraron diversas fuentes de financiamiento, asegurando que los recursos necesarios estuvieran disponibles para soportar las innovaciones identificadas.
- **Fomento de articulaciones para la colaboración:** un componente crucial de estos talleres fue el fomento de articulaciones efectivas entre universidades, empresas, comunidades y entidades gubernamentales. Estas articulaciones son fundamentales para el intercambio de recursos y conocimientos, y para facilitar un enfoque integrado hacia la bioeconomía.
- **Abordaje de condiciones habilitantes:** se puso especial atención en las condiciones que permiten la implementación exitosa de innovaciones en bioeconomía, como el marco regulatorio adecuado, la disponibilidad de financiamiento, la capacidad de investigación y desarrollo, y la infraestructura necesaria.

A continuación, se presentan los talleres realizados de manera participativa, así como su finalidad.

Tabla 4. Talleres de cocreación para la consolidación de las rutas de innovación Misión Bioeconomía y Territorio.

Fecha	Taller	Finalidad	Expertos invitados
-------	--------	-----------	--------------------

6 de octubre	Priorización de sectores y aplicaciones	Enfocarse en los sectores y aplicaciones con mayor potencial de impacto y viabilidad en la bioeconomía.	Bernardo Camacho Rodríguez (INS), Jaime Andres Cano (CIB), Patricia Del Portillo (CORPOGEN), Myriam Sanchez Mejia (Biotec), Mónica Cala (Metcore I), Marcela Guevara (Gencore I), Susana Fiorentino (Universidad Pontificia Javeriana), Lucia Atehortua (Grupo Biotecnología), Juliana Sarmiento (Actybac - Biocultivos), Elena Stashenko (Centro de Investigación de Excelencia CENIVAM)
20 de octubre	Selección de sectores y aplicaciones	Definir los sectores y aplicaciones seleccionados, basándose en su impacto potencial y viabilidad.	
3 de noviembre	Definición de cadenas de valor y presentación de resultados	Establecer las cadenas de valor priorizadas y consolidar los resultados del taller para estrategias concretas.	






Fuente: elaboración propia.

La participación activa de una amplia gama de expertos fue clave para abordar efectivamente tanto las condiciones habilitantes como los cuellos de botella, asegurando así el éxito y la viabilidad a largo plazo de las iniciativas de bioeconomía.

De lo anterior, en cooperación con los expertos mencionados y el apoyo de insumos de DNP y el Global Green Growth Institute (GGGI), se ha avanzado en la identificación de innovaciones cruciales con potencial transformador dentro de la bioeconomía. Las rutas específicas de innovación que surgen de este proceso son el producto de esta colaboración y análisis meticuloso.

De esta manera, se han determinado los "senderos" y "sectores" para centrar la inversión pública, dentro del marco de la Misión de Bioeconomía y Territorio. Los senderos prioritarios identificados son la valorización y uso sostenible de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, el aprovechamiento de la biomasa para química y energía verde, sistemas agroalimentarios eficientes y regenerativos, y salud avanzada para el bienestar humano, animal y ambiental. Los sectores destacados incluyen agricultura y ganadería, alimentos y bebidas, química, energía, salud y turismo. Los resultados pueden verse reflejados en la tabla 5 del documento, donde se cruzan los sectores y senderos priorizados con las aplicaciones inicialmente seleccionadas por el equipo de la misión.

Tabla 5. Sectores y aplicaciones priorizadas Misión Bioeconomía y Territorio.

	EMPLEO # personas empleadas a 2020	TEJIDO EMPRESARIAL # sociedades 2015/2019	TAMANO DE MERCADO Tasa proyectada mercado bio anual	
 Alimentos procesados y bebidas	264.374	41.984	7,9%	Alimentos y bebidas funcionales
 Agrícola y pecuario	2.409.562	29.526	14,1%	Bioinsumos agropecuarios
 Química	83.440	7193	12% 8,9%	Biopolímeros biorrefinerías
 Salud	42.161	26.631	8,59% 12%	Fitomedicamentos Cosmética (cosmética natural y cosmecéutica)
 Servicios	319.898	133.443	14% 7%	CTel aplicado al turismo de naturaleza Biorremediación

Fuente: adaptado de insumos técnicos Estrategia Nacional de Bioeconomía DNP-GGCI.

Las aplicaciones biobasadas que se priorizaron fueron: bioinsumos agropecuarios, biorremediación, alimentos y bebidas funcionales, fitomedicamentos, biopolímeros, biorrefinerías, cosmeceútica y cosmética natural y CTel aplicado a turismo de naturaleza, fueron seleccionadas por su potencial para impulsar el desarrollo sostenible y mejorar la competitividad y productividad en todas las regiones de Colombia.

6.5.3 Línea base de las aplicaciones biobasadas priorizadas

6.5.3.1 Vigilancia científica de los grupos y centros de investigación

En el contexto del desarrollo de la Misión de Bioeconomía y Territorio en Colombia, es esencial comprender las capacidades de investigación existentes y cómo estas se alinean con las prioridades y estrategias nacionales. Para esta etapa se ha llevado a cabo un análisis para establecer una línea de base en términos de capacidades de investigación en bioeconomía en Colombia. Este análisis se fundamentó en la información existente dentro de la plataforma Scienti-Colombia, una base de datos que registra grupos de investigación, investigadores y revistas reconocidas por el Ministerio de Ciencias. Esta base de datos oficial contiene los actores avalados por la autoridad nacional que componen en primera instancia el Ecosistema Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación en Bioeconomía (Scienti, 2023).

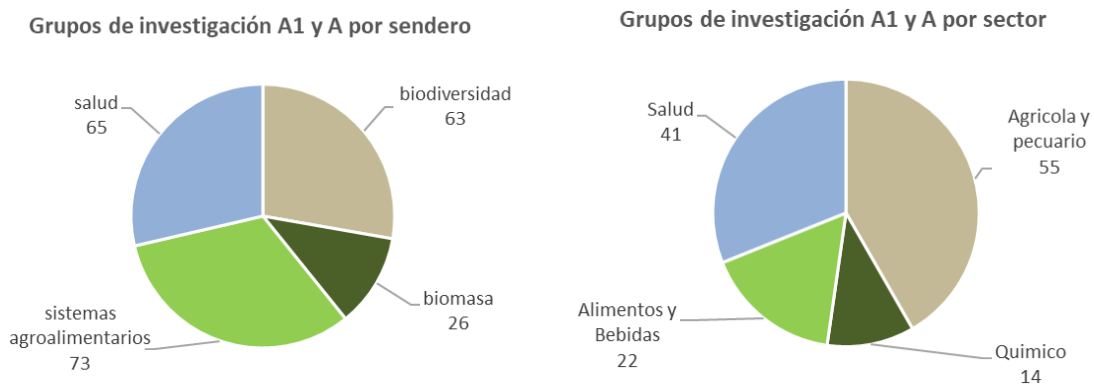
La plataforma Scienti, que registra 2611 grupos de investigación, 5321 investigadores y 38 revistas acreditadas por el ministerio, fue depurada utilizando criterios específicos para identificar grupos enfocados en bioeconomía. Se utilizaron palabras clave como bioeconomía, biomasa, bioinsumos agrícolas, biotecnología, biorremediación, biopolímeros, ciencias ómicas, biorrefinerías, agricultura 4.0, cosmeceútica, fitomedicamentos, medicamentos biológicos y cosmética natural, para filtrar la búsqueda. Esto resultó en 435 grupos de investigación relevantes, con 390 de instituciones de educación superior y 45 de

otras entidades. Además, se identificaron 159 instituciones avaladoras, incluyendo 97 de educación superior y 62 de otros sectores como empresas y ONGs. Dentro de estos grupos, 186 fueron clasificados en las categorías A1 y A, y se identificaron 775 investigadores especializados en áreas relacionadas con la bioeconomía. Estos datos sirvieron de base para la vigilancia que se presenta a continuación.

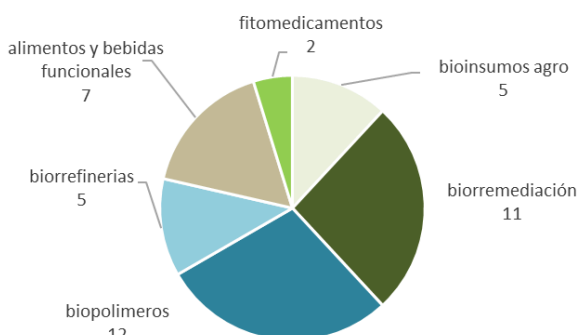
Se realizó un análisis detallado de los 186 grupos de investigación categoría A1 y A enfocados en bioeconomía, clasificándolos dentro de los senderos, sectores y aplicaciones priorizados por la misión. La vigilancia consistió en verificar la alineación del énfasis investigativo de cada grupo con las áreas estratégicas, sectores productivos y aplicaciones seleccionadas. Se consideró que algunos grupos podrían estar involucrados en múltiples áreas de investigación, permitiendo su clasificación en varias categorías. Este análisis proporciona una visión clara de cómo la investigación en bioeconomía en Colombia se alinea con las prioridades nacionales, sirviendo como base para apoyar futuros programas y proyectos en las comunidades. De esta manera el ejercicio realizado revela un fundamento científico sólido para las estrategias futuras que contribuirán al desarrollo tecnológico y la innovación de la bioeconomía colombiana.

Figura 6. Número de grupos de investigación A1 y A que contienen enfoques de investigación en los senderos, sectores y aplicaciones priorizadas.

Fuente: elaboración propia. Información recopilada de la Plataforma SCIENTI Minciencias.



Grupos de investigación A1 y A por Aplicación Priorizada

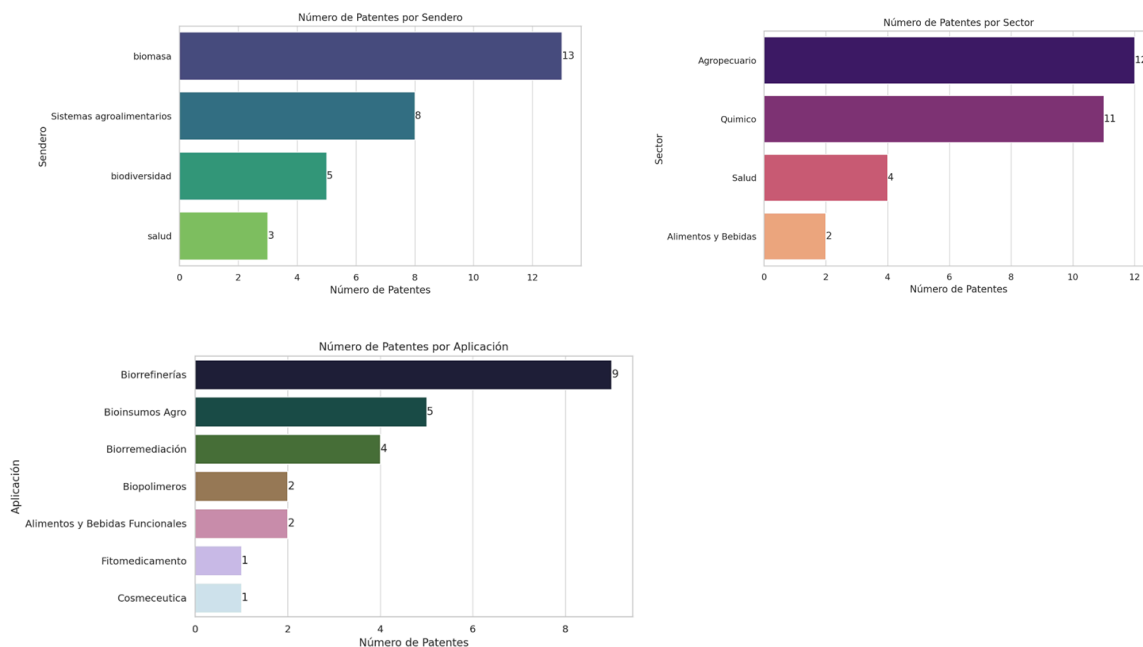


El análisis centrado en los senderos, sectores y aplicaciones de la bioeconomía en Colombia, utilizando la base de datos Scienti, muestra una alineación significativa entre los 186 grupos de investigación categoría A1 y A y las áreas estratégicas seleccionadas. De estos, 149 grupos se clasificaron en al menos uno de los senderos definidos, con 65 grupos involucrados en múltiples senderos. En cuanto a sectores económicos, 105 grupos se alinearon con los cinco sectores priorizados, aunque se notó una ausencia de grupos en el sector de servicios turísticos. Sin embargo, al desagregar el análisis a las aplicaciones específicas, solo 39 grupos se asociaron con alguna de las 8 aplicaciones priorizadas. Esto evidencia que la especificidad en las líneas de investigación declaradas por los grupos en sus fichas técnicas pocas veces alcanza para identificar énfasis en las aplicaciones concretas, como en el caso de las aplicaciones de Cosmecéutica y de Ciencia y Tecnología aplicada al turismo de naturaleza. Esta limitación subraya el desafío de caracterizar con precisión las capacidades científicas existentes para impulsar iniciativas en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) dentro de las aplicaciones de bioeconomía priorizadas. La información a detalle de los grupos de investigación identificados se encuentra más adelante en la sección de cada aplicación priorizada.

6.5.3.2 Vigilancia tecnológica de patentes

Como parte del ejercicio de vigilancia tecnológica, se realizó un análisis y clasificación de las patentes relacionadas con productos BIO que han sido apoyadas bajo el mecanismo "Sácale Jugo a tu Patente", impulsado por Minciencias. El análisis presentado se centró en las patentes clasificadas como BIO que son los productos o servicios relacionados con la bioeconomía. De las 300 patentes radicadas en el mecanismo, 48 se clasificaron en el ámbito de la bioeconomía, de las cuales 37 fueron concedidas y 11 estaban en trámite en el momento de la consulta. Se realizó un análisis de las patentes concedidas considerando los senderos (áreas estratégicas), sectores y aplicaciones priorizadas por el equipo de la misión. De las 37 patentes en bioeconomía concedidas, fue posible clasificar 29 dentro de alguno de los senderos y sectores priorizados y 24 en alguna aplicación priorizada.

Figura 7. Clasificación de patentes en bioeconomía concedidas en el marco priorizado por la misión.



Fuente: elaboración propia

El análisis de los gráficos sobre senderos, sectores y aplicaciones en el ámbito de las patentes de bioeconomía revela tendencias y focos de interés significativos. En los senderos, Biomasa emerge como el área con mayor número de patentes concedidas dentro de este mecanismo, destacando su relevancia estratégica en la bioeconomía colombiana, seguido por sistemas agroalimentarios y biodiversidad. Respecto a los sectores, Agropecuario y Químico lideran en términos de cantidad de patentes, reflejando una inclinación del espectro de innovación hacia estos sectores productivos en la innovación bioeconómica. Finalmente, en las aplicaciones, Biorrefinerías domina claramente, lo cual subraya su importancia como área de aplicación de la bioeconomía, seguido por Bioinsumos agropecuarios y Biorremediación, entre otros. Estos resultados subrayan no sólo las áreas prioritarias de investigación y desarrollo en Colombia sino también posibles direcciones para futuras innovaciones y políticas en el sector de la bioeconomía.

6.5.4 Análisis de cadenas valor sostenibles

El análisis de las cadenas de valor sostenibles en la Misión de Bioeconomía y Territorio en Colombia, realizado bajo la metodología del programa "Colombia más competitiva", ha sido una parte integral del esfuerzo para comprender la bioeconomía del país. Este análisis detallado abarcó cada etapa de la cadena de valor, desde la fuente de los recursos hasta su comercialización, integrándose con un estudio exhaustivo de las condiciones habilitantes y los desafíos para la implementación de innovaciones en estas cadenas.

En cada fase de la cadena de valor, desde la transformación primaria hasta la terciaria de los recursos, se puso un énfasis especial en cómo fortalecer cada etapa para mejorar la eficiencia y sostenibilidad. Adicionalmente, se incluyó la Ciencia, Tecnología e Innovación aplicada al turismo de naturaleza, valorando su contribución a la conservación ambiental y el desarrollo económico sostenible. Se analizaron factores, como la infraestructura tecnológica, la capacidad de innovación y las políticas, que pueden facilitar o limitar la implementación efectiva de estas innovaciones.

La adopción de esta metodología permitió un enfoque integral en la bioeconomía y facilitó la identificación de oportunidades y desafíos, asegurando que las estrategias y políticas de bioeconomía estén alineadas con las necesidades y potencialidades del país. La participación de expertos de diversos campos aseguró que las estrategias y políticas sean acorde con las realidades y potencialidades de Colombia, apuntando hacia el desarrollo de una bioeconomía innovadora, sostenible y competitiva a nivel global.

Este análisis se complementa con un ejercicio de preguntas detalladas a los expertos en cada aplicación específica, abarcando temas como el potencial innovador en el corto, mediano y largo plazo, la integración con cadenas productivas regionales, la infraestructura y los aspectos de mejora, la formación e inserción laboral de investigadores, y los instrumentos de inversión y financiamiento necesarios para fortalecer la I+D+i en cada área. Este enfoque permitió obtener una visión más completa y matizada de cada eslabón, identificando no solo los desafíos y oportunidades sino también las estrategias específicas y las áreas de mejora necesarias para el desarrollo de cada sector.

A continuación se presentan los expertos entrevistados por aplicación para el análisis de las cadenas de valor en el contexto de la Misión de Bioeconomía y Territorio.

Tabla 6. Aplicaciones y expertos entrevistados para el análisis de cadenas de valor.

Aplicación	Expertos entrevistados
Bioinsumos agropecuarios	Daniel Uribe Vélez, Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia Paola Emilia Cuartas Otalora, Directora Departamento de Bioinsumos, Agrosavia.
Biorremediación	Erika García, Investigadora del Instituto Humboldt. Howard Hunca, Director Fundación Microbiomas.
Alimentos y bebidas funcionales	Myriam Sánchez M, Directora Corporacion Biotec. Lucia Atehortúa, Profesora e Investigadora, Universidad de Antioquia.



Fitomedicamentos	<p>Susana Fiorentino, Profesor Titular, Director Grupo Inmunobiología en Pontificia Universidad Javeriana, CEO de DreemBio.</p> <p>Lucia Atehortúa, Profesora e Investigadora, Universidad de Antioquia.</p>
Biopolímeros	<p>Héctor Samuel Villada, Profesor e investigador, Universidad del Cauca</p>
Biorrefinerías	<p>Carlos Alberto Guerrero Fajardo, Profesor Titular D.E / Full Professor Departamento de Química, Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia.</p> <p>Natalia Andrea Herrera Loaiza, Profesora Asociada, Universidad de Antioquia.</p>
Cosmeceútica y cosmética natural	<p>Claudia Betancur, Directora Ejecutiva de Biointropic.</p> <p>Lucia Atehortúa, Profesora e Investigadora, Universidad de Antioquia.</p>

<p>Ciencia, Tecnología e Innovación en turismo de naturaleza</p>	<p>Camila Cristina Bernal Mattos, Investigador Adjunto, Centro Economía y Finanzas de la Biodiversidad, Dirección de Conocimiento, Instituto Humboldt.</p> <p>Felipe García, Gerente-Centro Economía y Finanzas de la Biodiversidad, Dirección de Conocimiento, Instituto Humboldt.</p> <p>Luis Pardo, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.</p> <p>Héctor Rojas, Profesor Investigador Universidad Externado de Colombia.</p> <p>María Clemencia Castellanos, Global Green Growth Institute.</p> <p>Ricardo Ariza, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, área turismo de naturaleza.</p> <p>Juan Fernando Martínez, Departamento Nacional de Planeación, Crecimiento Verde.</p> <p>Merly Pacheco, Parques Nacionales Naturales.</p> <p>Carolina Cubillos Ortiz, Parques Nacionales Naturales.</p> <p>Mónica Trujillo, Instituto de Ambiente de Estocolmo (SEI).</p>
--	---

Fuente: elaboración propia.

6.5.5 Aplicación de la matriz STEEP

La matriz STEEP desarrollada en el contexto de la Misión de Bioeconomía y Territorio en Colombia, se construyó con aportes específicos de expertos para cada aplicación biobasada. Este enfoque detallado aseguró que cada aspecto de la matriz refleja con precisión el conocimiento especializado y las circunstancias particulares que impactan en la bioeconomía.

Los insumos para la matriz STEEP se obtuvieron a través de entrevistas individuales con expertos en diversas áreas como bioinsumos agropecuarios, biorremediación, alimentos y bebidas funcionales, fitomedicamentos, biopolímeros, biorrefinerías, cosmeceútica, cosmética natural y Ciencia, Tecnología e Innovación aplicado al turismo de naturaleza. Estas entrevistas proporcionaron información valiosa que enriqueció las diferentes categorías de la matriz:

- Aspectos socioculturales: se analizaron las dinámicas sociales y culturales relacionadas con cada aplicación, incluyendo la percepción pública, las actitudes, y

los valores culturales, lo que permitió identificar los factores que pueden facilitar o limitar la adopción y el éxito de las iniciativas bioeconómicas.

- Evaluación de factores técnicos y tecnológicos: se identificaron las innovaciones tecnológicas necesarias y se destacaron los desafíos existentes en el desarrollo y aplicación de cada área, enfatizando en la capacidad tecnológica y los obstáculos que deben superarse.
- Consideraciones económicas: se realizó un análisis del impacto económico, explorando las oportunidades de mercado y las barreras financieras que influyen en cada aplicación, lo que permitió entender el potencial económico y los desafíos financieros asociados.
- Aspectos ecológicos: se evaluó el impacto ambiental y la sostenibilidad de las aplicaciones, identificando tanto los retos como las oportunidades para promover una bioeconomía que sea sostenible.
- Entorno político y legal: se discutió cómo las políticas y regulaciones actuales pueden apoyar o dificultar el avance de cada aplicación biobasada, considerando el marco normativo y su influencia en el desarrollo de estas iniciativas.

Este análisis integral proporcionó una comprensión detallada y contextualizada de los factores que influyen en cada aplicación priorizada, asegurando que las estrategias y políticas resultantes estuvieran alineadas con las particularidades y capacidades en perspectiva territorial.

A continuación, se presentan consideraciones clave del contexto de cada aplicación junto al ejercicio de matriz STEEP realizado por cada una.

6.5.5.1 Alimentos y bebidas funcionales

Los alimentos y bebidas funcionales son productos que, además de su valor nutricional básico, contienen componentes bioactivos que tienen incidencia en la salud humana bien por su carácter preventivo o curativo. Entre los componentes bioactivos más comunes se encuentran los antioxidantes, fitoquímicos, probióticos, prebióticos, ácidos grasos (omega-3), fibras dietéticas, fitosteroles, proteínas y péptidos bioactivos. El mercado global de alimentos y bebidas funcionales, valorado en 183 mil millones de dólares en 2022, se encuentra en una fase de crecimiento sostenido, proyectando una expansión anual del 5.90% de 2023 a 2028. Este dinamismo se atribuye a factores como la creciente demanda de consumo saludable, la evolución tecnológica y la prevalencia de enfermedades crónicas ligadas a la alimentación. Simultáneamente, el mercado de ingredientes para estos productos presenta una trayectoria ascendente, con una proyección de crecimiento desde 98.9 mil millones de dólares en 2021 a 137.1 mil millones en 2026, abarcando segmentos como probióticos y prebióticos, proteínas, fitoquímicos y vitaminas.

Colombia se enfrenta a una oportunidad doble: la de innovar y sofisticar su oferta de

productos alimenticios funcionales para el mercado interno y la de insertarse en los mercados internacionales de exportación, mejorando así su balanza comercial y posicionándose en la vanguardia de la industria alimentaria funcional. La rica biodiversidad del país representa un vasto terreno para la innovación en ingredientes funcionales, los cuales pueden comercializarse en diversas modalidades, desde materias primas hasta productos finales integrados en suplementos o alimentos y bebidas enriquecidos. Esta diversidad de aplicaciones subraya la dinámica y el potencial de crecimiento de las cadenas de valor colombianas en el sector de la alimentación funcional, preparando el terreno para liderar en innovación y sofisticación (DNP, GGGI, 20120).

La vigilancia científica de los grupos de investigación avalados por el Ministerio de Ciencias ha identificado siete grupos de investigación de categoría A1 y A con intereses alineados al desarrollo de alimentos y bebidas funcionales (ver figura 8). Adicionalmente se identificaron cuatro grupos en categoría B y siete grupos en categoría C. En el contexto de la vigilancia tecnológica, se identificaron 14 patentes radicadas (actualmente en trámite), registradas bajo el Mecanismo Crearlo no es suficiente, que son pertinentes para el desarrollo de esta aplicación. Estas patentes se destacan por su aprovechamiento sostenible de la biodiversidad colombiana y métodos innovadores para mejorar la calidad nutricional de los alimentos sin recurrir a tratamientos térmicos o químicos. Además, subrayan la tendencia hacia la bioprospección y la creación de productos biobasados que potencian la salud y el bienestar, con un enfoque en la naturalidad y beneficios funcionales adicionales.

Entre las patentes concedidas en el marco del programa Sácale Jugo a tu Patente, dos innovaciones son notables: una para caramelos de alto contenido proteico, que abordan la malnutrición infantil, y otra que transforma desechos de queso en un aderezo lácteo fermentado, manteniendo sus cualidades nutricionales y organolépticas intactas. Estos grupos de investigación y estas patentes relacionadas con la aplicación son un testimonio de la innovación en la industria de alimentos funcionales de Colombia, reflejando el compromiso con la generación de valor a través de la ciencia y la tecnología.

Figura 8. Grupos de investigación identificados con interés en la aplicación de alimentos y bebidas funcionales.

Grupos A1 y A con interés en Alimentos y Bebidas Funcionales

Aplicación	Nombre del Grupo	Institución(ones) Avaladora(s)	Nombre del Líder	Municipio
alimentos y bebidas ...	Alimentos y Agroindustria	UNIVERSIDAD DE CALDAS	OSCAR JULIAN SANCHEZ TORO	MANIZALES
alimentos y bebidas ...	Biotecnología, Calidad Medioambiental y Seguridad Agroalimentaria (BICAMSA)	UNIVERSIDAD DEL CAUCA	MAITE DEL PILAR RADA MENDOZA	POPAYÁN
alimentos y bebidas ...	Ciencia y Tecnología de Alimentos - CYTA	UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO	MAGDA IVONE PINZON FANDINO	ARMENIA
alimentos y bebidas ...	GIPAB (Grupo de Investigación en Ingeniería de los Procesos Agroalimentarios y Biotecnológicos)	UNIVERSIDAD DEL VALLE	LAURA SOFIA TORRES VALENZUELA	CALI
alimentos y bebidas ...	Grupo de Investigaciones en Procesos Agroindustriales (GIPAG)	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	RICARDO ANDRADE PIZARRO	MONTERÍA
alimentos y bebidas ...	Grupo de Nutrición y Tecnología de Alimentos	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	JOSE EDGAR ZAPATA MONTOYA	MEDELLÍN
alimentos y bebidas ...	Procesos y Agro Industrias de Vegetales (GIPAVE)	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	GUILLERMO SEGUNDO ARRAZOL...	MONTERÍA

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Matriz STEEP aplicación de alimentos y bebidas funcionales.

Factores STEEP	Barreras		Impulsores		Acciones clave para fortalecer y habilitar sistemas
	Local	Global	Local	Global	
Social cultural y	Retos culturales y de conocimiento en la adopción de prácticas sostenibles en el cultivo de hongos comestibles y medicinales.	Diferencias culturales en la aceptación de productos alimenticios de frutas tropicales.	Creciente interés en alimentos y bebidas funcionales, y la valorización de productos naturales como hongos medicinales.	Demanda global creciente por productos naturales y alimentos funcionales.	Programas educativos y de capacitación enfocados en prácticas agrícolas sostenibles y producción de alimentos funcionales.
Técnico tecnológico y	Desafíos tecnológicos en la producción y procesamiento de bioproductos, como en el caso de la	Brechas tecnológicas en la estandarización de productos para el mercado internacional.	Avances en biotecnología y procesos de fermentación para el desarrollo de alimentos funcionales e innovadores.	Colaboraciones internacionales en I+D para el desarrollo de alimentos y bebidas funcionales.	Inversión en I+D para tecnologías de procesamiento y desarrollo de alimentos y bebidas funcionales.

	fermentación sólida de hongos.				
Económico y financiero	Limitaciones financieras para pequeñas empresas y emprendedores en el sector de alimentos funcionales.	Competitividad y barreras comerciales en los mercados globales de alimentos y bebidas funcionales.	Potencial de mercado para productos innovadores como alimentos funcionales y suplementos dietarios derivados de hongos y frutales tropicales.	Expansión de mercados internacionales para productos alimenticios innovadores.	Financiamiento y subsidios para pequeñas empresas en la industria de alimentos funcionales basados en la biodiversidad.
Ambiental	Impactos ambientales del cultivo intensivo y la necesidad de prácticas sostenibles en regiones de alta biodiversidad.	Desafíos ambientales globales que afectan la producción de frutales tropicales.	Tendencia hacia prácticas agrícolas sostenibles y conservación de la biodiversidad en la producción de alimentos funcionales.	Tendencias globales hacia la sostenibilidad en la producción de alimentos.	Promoción de prácticas de cultivo ecológico y uso sostenible de la biodiversidad en la producción de alimentos funcionales.

Político	Falta de políticas específicas para promover la industria de alimentos funcionales basada en la biodiversidad tropical.	Diferencias en regulaciones y políticas internacionales sobre alimentos funcionales.	Desarrollo de iniciativas políticas para apoyar la investigación y comercialización en la industria alimentaria funcional.	Esquemas de armonización de políticas y regulaciones a nivel internacional.	Desarrollo de políticas específicas para fomentar la investigación y comercialización en la industria de alimentos funcionales.
Legal	Desafíos en la normativa para la aprobación y regulación de productos funcionales derivados de hongos y frutales tropicales.	Barreras legales y normativas en la comercialización internacional de productos alimenticios.	Esquemas emergentes para clarificar y simplificar la legislación relacionada con alimentos funcionales y suplementos dietarios.	Movimientos hacia la armonización de normativas alimentarias internacionales.	Revisión y actualización de la legislación para facilitar la comercialización de nuevos alimentos y bebidas funcionales.

Fuente: elaboración propia.



El mapeo de impulsores a nivel global apunta a un crecimiento de la demanda de alimentos funcionales basado en un cambio en las preferencias de los consumidores hacia productos naturales que, a su vez, ha estado acompañado de procesos de investigación e innovación que han facilitado el desarrollo de nuevos productos. Las políticas y las regulaciones, asociadas con la sostenibilidad ambiental, convergen con la orientación de tales impulsores, tienden a armonizarse con los movimientos del mercado. Por su parte, las barreras, tanto del orden local como del global, resultantes de brechas tecnológicas, diferencias culturales, vacíos regulatorios y de política, plantean desafíos que las políticas deben enfrentar.

En el desarrollo de alimentos y bebidas funcionales en Colombia, múltiples actores desempeñan roles clave, abarcando desde la producción hasta la investigación y la comercialización. Entidades como la Corporación Biotec juegan un papel central en la innovación y producción de hongos comestibles y medicinales, proporcionando "Spawn" a emprendedores locales y desarrollando técnicas de cultivo en fermentación sólida. Esta corporación no solo apoya el desarrollo de productos nutracéuticos y alimentos veganos, sino que también se involucra en el tratamiento de aguas residuales y la producción de enzimas y terpenos.

Las regiones colombianas, como el Pacífico colombiano, ricas en biodiversidad y con comunidades que poseen conocimientos ancestrales, contribuyen significativamente al acervo de recursos naturales y prácticas de gestión sostenible. Estas regiones son fundamentales para el suministro de materiales y el conocimiento necesario para la innovación en alimentos y bebidas funcionales.

Los programas de financiación y alianzas impulsados por entidades como Minciencias, proporcionan apoyo económico y estructural para la modernización de la industria y los laboratorios de I+D+i. Estos programas son cruciales para fomentar la innovación en alimentos y bebidas funcionales y para competir en los mercados globales. Estos programas incluyen esfuerzos para integrar sistemas agroalimentarios que abarcan desde la producción hasta el consumo, y para impulsar empresas innovadoras en alimentos y bebidas funcionales que puedan competir en los mercados globales. También se enfocan en el cultivo sostenible y la biorrefinería, con el objetivo de transformar biomasa en productos biobasados y apoyar el desarrollo de empresas lideradas por mujeres y jóvenes.

La integración de las comunidades en la cadena de valor de los alimentos y bebidas funcionales en Colombia es un pilar esencial que fomenta la innovación y añade valor desde el conocimiento ancestral y la sostenibilidad. Regiones como el Pacífico colombiano, con su rica biodiversidad y prácticas de gestión sostenible, son claves para proporcionar tanto materiales como sabiduría tradicional en el desarrollo de estos productos. Empresas de base tecnológica colaboran con las comunidades rurales para democratizar la producción de hongos comestibles y medicinales, utilizando desechos agrícolas y mejorando la calidad mediante infraestructura proporcionada por programas estatales. Este enfoque colaborativo y multifacético resalta la importancia de una alianza entre la tecnología, las tradiciones y el estado para fortalecer el ecosistema de alimentos y bebidas funcionales y su potencial de crecimiento en Colombia. Cada uno de estos actores contribuye de manera importante al



ecosistema de alimentos y bebidas funcionales en Colombia, demostrando la importancia de la colaboración y la innovación en este sector.

6.5.5.2 Cosmeceútica y cosmética natural

El mercado de la cosmeceútica y la cosmética natural, clave en la bioeconomía colombiana, presenta un notable potencial y un crecimiento robusto a nivel global. Colombia, con su rica biodiversidad de 28.000 especies de plantas y líquenes, se posiciona de manera ventajosa en el desarrollo de ingredientes activos para las industrias farmacéutica, cosmética y cosmeceútica. Esta biodiversidad ofrece un amplio abanico de compuestos fenólicos naturales presentes en especies como el borjón, cacao, papaya, guadua, *Vismia cauliflora*, tallos de rosas y la orquídea *Grammatophyllum speciosum*, los cuales se utilizan como bioconservantes en cosméticos naturales y ofrecen beneficios como protección contra la radiación, mejoras en la apariencia de la piel y propiedades terapéuticas. Asimismo, frutas tropicales como el mango, la piña, el aguacate, la papaya, la chirimoya, la guayaba, el maracuyá y el lychee se destacan por su riqueza en compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes. El desarrollo de bioproductos en cosmeceútica y cosméticos naturales representa una excelente oportunidad para valorizar la biodiversidad colombiana (Bravo & Pereañez, 2016). Esto no solo maximiza el uso de recursos naturales del país, sino que también promueve prácticas sostenibles y una economía circular, alineándose con las tendencias globales hacia productos más saludables y ecológicos.

Para la vigilancia tecnológica de esta aplicación se realizó un análisis de las patentes radicadas y concedidas a cargo del Ministerio de Ciencias e identificadas como productos o servicios con relación a la bioeconomía clasificándolas en el marco de los senderos, sectores y aplicaciones priorizadas por el equipo de la misión. En el marco del Mecanismo Crearlo no es Suficiente, se han radicado 7 patentes de cosmeceútica o cosméticos naturales en Colombia, actualmente en trámite. Estos productos se distinguen por su enfoque en ingredientes naturales y orgánicos, respondiendo a la creciente demanda de productos sostenibles. Específicamente, se enfocan en necesidades capilares como nutrición y prevención de caída, evidenciando una tendencia de especialización en productos para el cabello. Además, se observa una innovación en ingredientes, utilizando elementos no convencionales como cebolla, noni, guáximo y café. Por otro lado, el programa Sácale Jugo a tu Patente ha recopilado patentes BIO apoyadas por el Ministerio de Ciencias. De las 37 patentes bio concedidas, se otorgó una patente a una innovación para la aplicación de cosmética natural. La patente ofrece una metodología *in vitro* alternativa para estimar el factor de protección solar en productos cosméticos y farmacéuticos, basada en una sustancia sensible a la radiación de la piel humana.

Para la vigilancia tecnológica de esta aplicación se realizó un análisis de las patentes radicadas y concedidas a cargo del Ministerio de Ciencias e identificadas como productos o servicios con relación a la bioeconomía clasificándolas en el marco de los senderos, sectores y aplicaciones priorizadas por el equipo de la misión. En el marco del Mecanismo Crearlo no es Suficiente, se han radicado 7 patentes de cosmeceútica o cosméticos naturales en Colombia, actualmente en trámite. Estos productos se distinguen por su enfoque en

ingredientes naturales y orgánicos, respondiendo a la creciente demanda de productos sostenibles. Específicamente, se enfocan en necesidades capilares como nutrición y prevención de caída, evidenciando una tendencia de especialización en productos para el cabello. Además, se observa una innovación en ingredientes, utilizando elementos no convencionales como cebolla, noni, guáximo y café. Por otro lado, el programa Sácale Jugo a tu Patente ha recopilado patentes BIO apoyadas por el Ministerio de Ciencias. De las 37 patentes bio concedidas, se otorgó una patente a una innovación para la aplicación de cosmética natural. La patente ofrece una metodología in vitro alternativa para estimar el factor de protección solar en productos cosméticos y farmacéuticos, basada en una sustancia sensible a la radiación de la piel humana.

Tabla 8. Matriz STEEP para la aplicación de cosmeceútica y cosmética natural.

Factores steep	Barreras		Impulsores		Acciones clave para fortalecer y habilitar sistemas
	Local	Global	Local	Global	
Social y cultural	Existe una resistencia cultural en algunas comunidades locales respecto a la adopción de cosméticos innovados basados en microalgas como Porphyridium cruentum, debido a la falta de conocimiento	A nivel global, hay dificultades en el reconocimiento y aceptación de cosméticos como los derivados de microalgas. Esto se debe en parte a la falta de conciencia y educación sobre los beneficios y la eficacia de estos ingredientes naturales avanzados en la cosmética.	Creciente interés de los consumidores locales en productos cosméticos naturales y orgánicos, impulsado por una mayor conciencia sobre salud y sostenibilidad. Aumento de la valoración de ingredientes naturales tradicionales y su aplicación en	Tendencia global hacia la cosmética natural y orgánica, con una creciente demanda de productos cosméticos éticos y sostenibles. Reconocimiento internacional de los beneficios de ingredientes naturales ancestrales.	1. Implementar programas de concienciación y educación sobre los beneficios y la eficacia de los cosméticos naturales y cosmeceúticos. 2. Fomentar iniciativas que resalten la importancia de ingredientes naturales tradicionales y su aplicación en productos cosméticos modernos.

	sobre sus beneficios y eficacia en comparación con los productos cosméticos tradicionales.		productos cosméticos modernos.		
Técnico y tecnológico	A nivel local, se enfrentan limitaciones en la infraestructura tecnológica necesaria para la extracción eficiente y el procesamiento de ficobiliproteínas y polisacáridos derivados de microalgas. Esto incluye desafíos en la formulación de	Los retos en la estandarización y certificación internacional de productos cosméticos que contienen ingredientes naturales avanzados como los derivados de microalgas representan una barrera significativa. Estas dificultades incluyen cumplir con diversas normativas internacionales y asegurar la calidad y seguridad de estos	Avances en investigación y desarrollo tecnológico a nivel local, incluyendo la biotecnología y nanotecnología, que facilitan la innovación y producción de cosméticos naturales y cosmeceúticos.	Colaboraciones internacionales y transferencia de tecnología que promueven el desarrollo de nuevas técnicas y procesos en la industria cosmética, con un enfoque en ingredientes naturales y sostenibilidad.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Invertir en infraestructura tecnológica y en formación para el personal en técnicas avanzadas de producción y formulación de cosméticos naturales. 2. Establecer centros de investigación y desarrollo enfocados en la biotecnología y nanotecnología aplicada a la cosmética. 3. Fomentar colaboraciones y asociaciones internacionales para compartir conocimientos, tecnologías y mejores prácticas en la industria cosmética.

	cosméticos que integren estos ingredientes de manera efectiva y segura.	productos en diferentes mercados.			
Económico y financiero	Limitaciones en el financiamiento y recursos económicos para empresas locales que buscan innovar en la producción de cosméticos naturales y cosmeceúticos, especialmente en el desarrollo de productos basados en ingredientes avanzados	Desafíos en la competitividad de los productos cosméticos naturales en el mercado global, donde enfrentan la fuerte presencia de marcas establecidas y la necesidad de invertir significativamente en marketing y distribución.	Crecimiento del mercado local para cosméticos naturales y orgánicos, con un aumento en la inversión y el interés empresarial en este sector.	Expansión de mercados internacionales para cosméticos naturales, con oportunidades crecientes para la exportación y el comercio global de estos productos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crear incentivos financieros y fiscales para empresas que desarrollen e innoven en la producción de cosméticos naturales y cosmeceúticos. 2. Facilitar el acceso a financiamiento y créditos para pequeñas y medianas empresas en este sector. 3. Establecer alianzas comerciales internacionales y acuerdos de exportación que favorezcan la entrada de cosméticos naturales en nuevos mercados.

Ambiental	Impacto ambiental derivado de la producción intensiva de ingredientes naturales, incluyendo o el uso de recursos hídricos y terrestres, y las preocupaciones sobre la sostenibilidad de las prácticas de extracción de ingredientes como las microalgas.	Desafíos en la gestión ambiental a nivel global, incluyendo la huella de carbono de la producción y distribución de cosméticos naturales, y la necesidad de prácticas de producción más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.	Movimientos hacia la sostenibilidad y prácticas de producción ecológica en la industria cosmética local, impulsando el uso de ingredientes naturales y procesos respetuosos con el medio ambiente.	Presión y demanda globales para reducir el impacto ambiental de la industria cosmética, incentivando la adopción de prácticas sostenibles y el uso de ingredientes naturales y biodegradables.	1. Promover prácticas de producción sostenibles y ecológicas en la industria cosmética, como el uso eficiente de recursos y la minimización de residuos. 2. Implementar certificaciones ambientales para productos cosméticos naturales. 3. Participar en iniciativas y acuerdos internacionales que promuevan la sostenibilidad en la industria cosmética, incluyendo el desarrollo de estándares y certificaciones ambientales globales.
Político	Falta de políticas de apoyo específicas y de incentivos gubernamentales para fomentar	Diferencias en las políticas y regulaciones internacionales que pueden dificultar la entrada y aceptación de productos	Desarrollo de políticas y programas gubernamentales que apoyan la investigación, desarrollo y comercializ	Iniciativas y acuerdos internacionales que fomentan la sostenibilidad y la innovación en la industria cosmética, con un enfoque en ingredientes naturales y	1. Desarrollar políticas y programas gubernamentales que apoyen la investigación, desarrollo y comercialización de cosméticos naturales. 2. Establecer marcos regulatorios que faciliten la innovación

	la investigación, desarrollo y comercialización de productos cosméticos naturales y cosmeceúticos en el mercado local.	cosméticos naturales innovadores en diferentes mercados.	acción de productos cosméticos naturales y cosmeceúticos.	prácticas éticas.	en este sector. 3. Contribuir en la formulación de políticas y regulaciones internacionales que favorezcan el desarrollo y la comercialización de cosméticos naturales y cosmeceúticos.
Legal	Complejidades en la regulación y certificación de cosméticos naturales y cosmeceúticos en el mercado local, incluyendo desafíos en la protección de la propiedad intelectual y patentes	Dificultades en la armonización de normativas y estándares internacionales para cosméticos naturales, lo que puede resultar en barreras para la comercialización y exportación de estos productos a diferentes países.	Esfuerzos para simplificar y aclarar la legislación local, facilitando el desarrollo y la comercialización de cosméticos naturales y cosmeceúticos.	Algunas acciones que están siendo llevadas a cabo hacia la armonización de normativas y estándares internacionales que favorecen la comercialización y el reconocimiento de cosméticos naturales en diferentes mercados.	1. Simplificar y aclarar la legislación local para facilitar el desarrollo, la certificación y la comercialización de cosméticos naturales. 2. Proteger la propiedad intelectual y las patentes de innovaciones en este campo. 3. Trabajar hacia la armonización de normativas y estándares internacionales que faciliten la comercialización de cosméticos naturales en diversos mercados y aseguren la protección de los derechos de propiedad intelectual a nivel global.

	para ingredientes innovadores.				
--	--------------------------------------	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia.

En el ámbito de la cosmética y cosmeceútica, especialmente en el contexto de la utilización de ingredientes innovadores, diversos actores juegan roles cruciales en la cadena de valor. Estos actores y sus roles se pueden describir de la siguiente manera:

- Investigadores y científicos: los expertos en biotecnología son fundamentales. Estos profesionales trabajan en la identificación y extracción de compuestos bioactivos útiles, como ficobiliproteínas y polisacáridos, que tienen aplicaciones en productos cosméticos y terapéuticos. Sus investigaciones no solo se centran en el potencial antienvjecimiento de estos compuestos, sino también en su utilidad en medicina regenerativa.
- Empresas de biocosmética y cosmeceútica: estas empresas son clave en la transformación de los hallazgos de investigación en productos comerciales. Utilizan los ingredientes activos extraídos por los científicos para desarrollar y comercializar una gama de productos orientados a la cosmética natural y cosmeceúticos. Su rol incluye no solo la producción sino también la comercialización y distribución de estos productos innovadores.
- Comunidades locales y proveedores de ingredientes: en regiones de Colombia ricas en biodiversidad, las comunidades locales y proveedores desempeñan un papel vital. Poseen conocimientos ancestrales sobre la gestión de la biodiversidad y pueden contribuir significativamente al suministro sostenible de ingredientes naturales. Su colaboración es esencial para asegurar una cadena de suministro ética y sostenible.
- Entidades reguladoras y certificadoras: organismos como el Invima en Colombia y otras entidades internacionales son responsables de regular y certificar productos de cosmética natural y cosmeceúticos. Aseguran que los productos cumplan con los estándares de seguridad y eficacia antes de llegar al mercado.
- Instituciones académicas y centros de investigación: universidades y centros de investigación juegan un rol fundamental en la investigación y desarrollo en el campo de la cosmeceútica. Contribuyen con estudios científicos, formación de nuevos profesionales y el desarrollo de tecnologías innovadoras.
- Inversores y financiadores: entidades como bancos multilaterales, fundaciones medioambientales y otros inversores proporcionan el capital necesario para la investigación, desarrollo y comercialización de productos cosméticos naturales y

cosmeceúticos. Su apoyo financiero es crucial para llevar las innovaciones desde el laboratorio hasta el mercado.

- Consumidores: finalmente, los consumidores son un actor clave en el ecosistema de la cosmética natural y cosmeceútica. Su creciente demanda de productos naturales, orgánicos y éticamente producidos impulsa la innovación y el crecimiento en este sector. Su conciencia y elección de productos influyen directamente en las tendencias del mercado y las decisiones de las empresas.

Cada uno de estos actores desempeña un papel vital en el desarrollo de la industria cosmética (cosmética natural y cosmeceútica) desde la investigación y extracción de ingredientes naturales hasta la comercialización y regulación de productos innovadores. Su colaboración e interacción son fundamentales para el crecimiento y la sostenibilidad de esta aplicación.

6.5.5.3 Fitomedicamentos

Los fitomedicamentos, que comprenden productos farmacéuticos naturales elaborados a partir de extractos vegetales y aceites esenciales, representan una aplicación farmacéutica con potencial de crecimiento en Colombia, dado su vasto catálogo de 6,000 plantas medicinales (Jiménez, 2023). Con menos del 1% de la producción nacional actualmente exportada, Colombia se posiciona estratégicamente para ampliar su presencia en el mercado internacional de la salud natural (Franco Acero, 2021). Este potencial está respaldado por más de 90 laboratorios naturistas y 84 fitoproductos desarrollados localmente (CONPES 3930 de 2019), junto con 26 preparaciones farmacéuticas y 139 productos fitoterapéuticos reconocidos por el Invima a febrero de 2023. A pesar de los retos que suponen las necesarias inversiones en I+D y la realización de estudios toxicológicos y ensayos clínicos, la rica biodiversidad colombiana y el conocimiento ancestral de las plantas medicinales brindan una oportunidad única para impulsar un sector de fitomedicamentos robusto, tanto para el consumo interno como para el ámbito exportador.

La vigilancia científica de los grupos de investigación avalados por el Ministerio de Ciencias ha identificado dos grupos de investigación de categoría A1 y A con intereses alineados al desarrollo de fitomedicamentos (ver figura 9) y siete grupos de investigación en las categorías B, C y Reconocido. En el contexto de la vigilancia tecnológica, se identificaron 6 patentes radicadas, registradas bajo el Mecanismo Crearlo no es Suficiente, que son pertinentes para el desarrollo de esta aplicación. Estos productos se distinguen por su uso de ingredientes naturales y probióticos para beneficios de salud como la inhibición de procesos fisiológicos no deseados, el mejoramiento de la circulación sanguínea y la función cardíaca, así como la desintoxicación hepática. Estas innovaciones reflejan una tendencia hacia la valorización de la biodiversidad y la bioprospección, comparten una utilización de ingredientes naturales y una diversidad de aplicaciones centradas en la salud preventiva. Dentro del programa Sácale Jugo a tu Patente impulsado por el Ministerio de Ciencias se otorgó una patente a un desarrollo clave para la aplicación bioeconómica de

fitomedicamentos. La patente en cuestión se refiere a un método avanzado y equipos asociados (Scent-X) para la extracción eficiente de componentes activos de plantas, como terpenos y otros compuestos de interés farmacológico o industrial dado su amplio campo de aplicación.

Figura 9. Grupos de investigación identificados con interés en la aplicación de fitomedicamentos.

Grupos A1 y A con interés en Fitomedicamentos

Aplicación	Nombre del Grupo	Institución(ones) Avaldora(s)	Nombre del Líder	Municipio
fitomedicamentos	Grupo de Investigación en Medicina Transfusional, Tisular y Celular (GIMTTYC)	INSTITUTO DISTRITAL DE CIENCIA BIOTECNOLOGIA E ...	BERNARDO CAMACHO RODRIGUEZ	BOGOTÁ, D.C.
fitomedicamentos	Inmunobiología y Biología Celular	PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	SUSANA FIORENTINO GOMEZ	BOGOTÁ, D.C.

Colombia tiene un potencial significativo para la articulación con comunidades en el desarrollo del sector de fitomedicamentos. Las plantas medicinales y aromáticas ya forman parte de varios programas de desarrollo rural comunitario y proyectos impulsados por entidades estatales, privadas y ONGs. No obstante, existen limitaciones en la cadena productiva que requieren ser abordadas. Es importante reconocer que transformar a las comunidades rurales, que se dedican a la recolección o cultivo de estas plantas, en comercializadores no es viable debido a la falta de capacidades técnicas. Una solución viable es fomentar la creación de alianzas que promuevan la especialización de los distintos actores involucrados, con el objetivo de consolidar una cadena de valor eficiente que permita acceder a los mercados con productos de calidad y en cantidades adecuadas. Además, el desarrollo del inicio de la cadena de valor de los fitomedicamentos puede favorecer la formalización de los productores, muchos de los cuales actualmente no cumplen con los requisitos del Invima, como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPMs). Esta formalización no solo mejoraría la calidad y seguridad de los productos, sino que también impulsaría el crecimiento económico y el bienestar en las comunidades rurales involucradas.

Tabla 3. Matriz STEEP para la aplicación de fitomedicamentos

Factores steep	Barreras		Impulsores		Acciones clave para fortalecer y habilitar sistemas
	Local	Global	Local	Global	
Social y cultural	Resistencia al cambio en prácticas agrícolas para diferentes especies.	Diferencias culturales y educativas que afectan la aceptación global de los fitomedicamentos.	Creciente interés en la medicina alternativa, especialmente en extractos de <i>Annona muricata</i> y <i>Lipia alba</i> .	Creciente demanda global de productos naturales y fitomedicamentos para la salud y el bienestar.	Educación y capacitación en prácticas de cultivo y uso de fitomedicamentos, aplicables a diferentes especies.

Técnico tecnológico	Falta de tecnología avanzada para el procesamiento y estandarización de extractos de especies.	Desafíos en estandarización y aceptación de fitomedicamentos en el mercado internacional.	Avances en procesos de extracción y purificación, como en el proyecto de <i>Caesalpinia spinosa</i> .	Colaboraciones internacionales en I+D para el desarrollo de fitomedicamentos.	Inversión en I+D para tecnologías de procesamiento, crucial para algunas especies como por ejemplo <i>Kalanchoe sp.</i>
Económico financiero	Limitaciones de financiamiento evidenciadas en la dependencia de fondos externos para proyectos.	Barreras comerciales y de competitividad en el mercado global de fitomedicamentos.	Potencial de mercado para fitomedicamentos, como evidenciado en estudios sobre <i>Petiveria alliacea</i> .	Oportunidades de expansión en mercados internacionales para fitomedicamentos.	Programas de financiamiento y subsidios, como los utilizados en la investigación de <i>Caesalpinia spinosa</i> .
Ambiental	Impacto ambiental del cultivo intensivo, relevante para especies como la <i>Cannabis sativa</i> .	Impactos del cambio climático en la producción sostenible de materias primas para fitomedicamentos.	Movimientos hacia prácticas agrícolas sostenibles.	Tendencias globales hacia la sostenibilidad y conservación en la producción de materias primas.	Promoción de prácticas de cultivo ecológico, importante para el cultivo sostenible de especies como <i>Annona muricata</i> .
Político	Ausencia de políticas específicas para promover la investigación y comercialización en proyectos como el desarrollo	Diferencias en regulaciones internacionales que afectan el comercio de fitomedicamentos.	Iniciativas políticas para apoyar la investigación y desarrollo, como en el caso de los fitofármacos antitumorales	Esquemas de armonización de políticas y regulaciones a nivel internacional.	Desarrollo de políticas para el fomento de la investigación en fitomedicamentos, como se observa en proyectos relacionados con <i>Petiveria alliacea</i> .

	de fitofármacos antitumorales.		es.		
Legal	Complejidad en la legislación local para la aprobación y regulación de fitomedicamentos; se presentan algunos vacíos legales en la normativa actual.	Desafíos en la armonización de estándares legales y regulatorios a nivel internacional para fitomedicamentos.	Iniciativas para actualizar y clarificar la legislación local sobre fitomedicamentos; esfuerzos para cerrar algunos vacíos legales.	Movimientos hacia la armonización de normativas internacionales en el campo de fitomedicamentos.	Revisión y actualización de la legislación para facilitar el desarrollo y comercialización de fitomedicamentos.

Fuente: elaboración propia.

En el contexto de la producción y desarrollo de fitomedicamentos en Colombia, diversos actores desempeñan roles cruciales. Los productores locales, como los cultivadores de *Caesalpinia spinosa*, *Petiveria alliacea*, *Tillandsia usneoides*, y *Piper nigrum*, son fundamentales para el suministro de materias primas de calidad. Adicionalmente, la emergente industria del Cannabis sativa y el uso tradicional de plantas como *Physalis peruviana* reflejan la diversidad de la biodiversidad colombiana utilizada en fitomedicamentos.

Las entidades reguladoras, tales como el Invima, juegan un papel vital en la supervisión y aprobación de fitomedicamentos, asegurando que cumplan con los estándares de seguridad y eficacia. Esta función reguladora es crucial para mantener la calidad y la confianza en los productos derivados de especies como *Kalanchoe pinata* y *Annona muricata*, que también muestran promesa en la investigación médica.

Los investigadores en biotecnología y las universidades y colaboraciones financiadas por Minciencias y el Banco Mundial, están en el corazón de la innovación y el desarrollo. Estas entidades académicas y de investigación exploran nuevas aplicaciones terapéuticas y mejoran los procesos de extracción y purificación, contribuyendo significativamente al avance del conocimiento en el campo de los fitomedicamentos.

Las empresas de cosméticos y farmacéuticas, incluyendo pequeñas y medianas empresas apoyadas por programas de inversión y financiamiento, se involucran en la transformación



de estos extractos en productos comercializables. Su trabajo es esencial para convertir el potencial de plantas como *Lipia alba* y *Bidens pillosa* en soluciones terapéuticas reales.

Los distribuidores y minoristas juegan un rol clave en la cadena de valor, asegurando que los fitomedicamentos lleguen eficientemente al mercado. Esta conexión entre la producción y el consumidor final es vital para el éxito comercial de los fitomedicamentos.

Finalmente, los actores internacionales, incluidos inversores y organismos de investigación, amplían el alcance de los fitomedicamentos colombianos. Su participación promueve la inserción de estos productos en mercados globales y contribuye al desarrollo de investigaciones transfronterizas. La colaboración internacional es especialmente relevante en el creciente interés por el potencial médico de especies como *Guadua sp.* y *Kalanchoe sp.*, abriendo nuevas oportunidades para el uso sostenible y la valorización de la biodiversidad colombiana en el ámbito global de la salud.

6.5.5.4 Bioinsumos agropecuarios

Los bioinsumos agropecuarios son productos derivados de organismos vivos utilizados en la agricultura y ganadería para mejorar la productividad y salud de los cultivos, así como para favorecer la salud del suelo y controlar plagas y enfermedades de manera sostenible. Este grupo de productos incluye biofertilizantes, biopesticidas, bioestimulantes, composta y extractos de plantas. La aplicación de estos bioinsumos ha resultado en la creación de sistemas agrícolas sostenibles que minimizan el impacto negativo de las actividades agropecuarias en el ambiente. Por ejemplo, el uso de insecticidas, fungicidas, bactericidas, nematocidas y fertilizantes ha contribuido significativamente al incremento de la producción agrícola, mejorando tanto el rendimiento como la calidad de los cultivos y aumentando los ingresos del sector agrícola, especialmente en países desarrollados (DNP, GGGI, 2020).

El mercado colombiano de bioinsumos y bioproductos agropecuarios se encuentra en una fase de crecimiento prometedor, representando un segmento clave de la bioeconomía con un potencial considerable aún por aprovechar. Según Grand View Research, se espera que este mercado crezca a una tasa compuesta anual del 9.4 % entre 2020 y 2027, una cifra que supera ampliamente el crecimiento promedio de la economía mundial. La abundancia de recursos en el país, con la producción de aproximadamente 71.000 millones de toneladas de residuos agroindustriales al año (Cuadrado-Osorio et al, 2022), establece una base sólida para la transformación de desechos en recursos valiosos, fomentando la circularidad y sustentabilidad ambiental. Esta dinámica no solo contribuye al cuidado del medio ambiente, sino que también abre nuevas oportunidades económicas, desbloqueando potencial para la innovación y el crecimiento del sector agropecuario en Colombia.

En términos del desarrollo de la cadena de valor, Colombia ha logrado avances significativos en el ámbito de los bioinsumos y bioproductos agropecuarios. En cuanto a los principios activos de los biofertilizantes registrados en Colombia por el ICA hasta 2019, se contabilizan 23 bacterias, 8 hongos y levaduras, y 5 micorrizas (Bonilla et al., 2021). En términos de comercialización, el ICA reporta 255 empresas que comercializan bioinsumos agrícolas.

Además, a finales de 2022 había 393 productos de bioinsumos registrados, de los cuales 172 eran colombianos y provienen de 86 empresas diferentes. En Colombia 28 empresas generaron un volumen de ventas por la comercialización de bioinsumos de 2,757.2 millones de pesos en sólidos y 3 054.5 millones de pesos en líquidos (ICA, s. f.). Además, en 2022 las empresas colombianas exportaron 126 320 832 kilogramos y 444 321 litros de fertilizantes. Adicionalmente, la plataforma Siembra ha identificado 70 demandas tecnológicas, 67 proyectos y 17 ofertas tecnológicas, con un enfoque en la producción de tecnologías de fertilización de mayor precisión y fácil adopción. Este panorama refleja un crecimiento dinámico y diversificado en la cadena de valor de los bioinsumos agropecuarios, indicando un sector en constante evolución y con un potencial significativo para el desarrollo económico y sostenible en Colombia.

La vigilancia científica de los grupos de investigación avalados por el Ministerio de Ciencias ha identificado cinco grupos de investigación de categoría A1 y A con intereses alineados al desarrollo de bioinsumos agropecuarios (ver figura 10). Para delimitar algunos desarrollos con potencial en Colombia se hizo la vigilancia tecnológica de algunas de las patentes en trámite y algunas de las otorgadas a esta aplicación. Entre las patentes radicadas a través de la convocatoria Crearlo no es Suficiente impulsada por MinCiencias en 2021, se resaltan 13 invenciones colombianas. Estas innovaciones, que incluyen 7 bioplaguicidas y 6 biofertilizantes, aspiran a la patente colombiana y se caracterizan por su enfoque sostenible y eficiente en el uso de la biodiversidad y biomasa nacional. Con un marcado compromiso ambiental, estas invenciones utilizan organismos vivos y compuestos biológicos para enfrentar desafíos agrícolas, como el manejo de plagas y residuos, la fertilización y la protección de cultivos. Adicionalmente, en la base de datos del programa Sácale Jugo a tu Patente, se encontraron cinco patentes concedidas que subrayan metodologías innovadoras en la producción de bioinsumos, como la fermentación de residuos orgánicos y vinazas y el uso de la biotecnología para generar biofertilizantes con propiedades fitoestimulantes. Estas patentes evidencian prácticas sostenibles y de bajo costo que prometen mejorar la productividad agrícola y la gestión de residuos.

Figura 10. Grupos de investigación identificados con interés en la aplicación de bioinsumos agropecuarios.

Grupos A1 y A con interés en Bioinsumos y Bioproductos Agropecuarios

Aplicación	Nombre del Grupo	Institución(ones) Avaladora(s)	Nombre del Líder	Municipio
bioinsumos agro	Bioprocesos y bioprospección	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	DOLLY MONTOYA CASTANO	BOGOTÁ, D.C.
bioinsumos agro	Ciencias Biológicas y Bioprocesos (CIBIOP)	UNIVERSIDAD EAFIT	LUIS ALEJANDRO GOMEZ RAMIREZ	MEDELLÍN
bioinsumos agro	Fisiología del estrés y Biodiversidad en plantas y microorganismos	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	LUZ MARINA MELGAREJO MUNOZ	BOGOTÁ, D.C.
bioinsumos agro	GRINBIO Grupo de investigación en biodiversidad, biotecnología y ...	UNIVERSIDAD DE MEDELLIN	LILIANA ROCIO BOTERO BOTERO	MEDELLÍN
bioinsumos agro	Sistemas Agropecuarios Sostenibles	Corporación Colombiana De Investigación ...	GERMAN ANDRES ESTRADA BONILLA	AGUSTIN CODAZZI

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Matriz STEEP para la aplicación de bioinsumos agropecuarios

Factores STEEP	Barreras		Impulsores		Acciones clave para fortalecer y habilitar sistemas
	Local	Global	Local	Global	
Técnico y tecnológico	<p>1) El principio activo permanece en el suelo; no se reinocula por esta consideración debido a desconocimiento.</p> <p>2) Hay talento pero la industria sigue sin incorporar formación doctoral para desarrollo.</p> <p>3) Falta mayor reconocimiento de la industria de bioinsumos para insertar doctores.</p> <p>4) Pensar los bancos de germoplasma en las regiones duplica esfuerzos con los bancos ya establecidos en las Universidades, Corporaciones e Institutos.</p> <p>5) Se precisa mayor formación articulada con</p>		<p>1) Provisión de biomasa para incorporación al suelo de manera integral y generación de solventes.</p> <p>2) Uso de biomasa para biopolímeros.</p> <p>3) Bancos de germoplasma custodiados por Agrosavia.</p>		<p>1) Fortalecer bancos de germoplasma pero también búsqueda de nuevos o mejores microorganismos.</p> <p>2) Uso de biomasa para recomponer perfil de suelo.</p> <p>3) Fortalecer cadenas de transformación e innovación para que multinacionales no absorban los emprendimientos.</p> <p>3) Formulación de ingredientes o principios activos con nuevas tecnologías.</p> <p>4) Mejorar tecnologías de entrega de microorganismos que mantenga la eficacia biológica y la entrega en campo.</p>

	<p>el mercado.</p> <p>6) No existen profesionales de mercado que conozcan bioeconomía.</p> <p>7) Limitaciones en capacidad instalada para crecer y diversificar productos (equipos de formulación no disponibles en el país, fermentadore)</p> <p>8) Falta fortalecer extensionistas desde la ADR para impactar conocimientos locales en bondades de bioinsumos.</p>				<p>5) Mayor nivel de monitoreo de la eficacia de los bioproductos y manejo integrado de biológicos.</p> <p>6) Se recomienda aplicación mixta de químico-biológico.</p> <p>7) Acompañamiento de asistencia técnica para reducir porcentaje de error en identificación y aplicación de biológicos.</p>
Económico y financiero	<p>1) Explorar el mercado cuando tengo asegurada la infraestructura requerida.</p> <p>2) Problemas en vías de acceso, cadena de frío.</p> <p>2) Aumento sustancial de costos por ausencia de tecnologías, plantas piloto.</p>				
Ambiental	1) No hay		1) Implementaci	1) Implementac	1) Implementació

	control de adulteración de bioinsumos finales.		<p>ón de BPM y BPA.</p> <p>1) Se requiere contrato de acceso a recursos genéticos para estudio y comercialización de los principios activos.</p>	<p>ión de BPM y BPA</p>	<p>n de buenas prácticas y sistemas de gestión de la calidad para fortalecer mercado nacional e inserción en mercados internacionales.</p> <p>2) Aplicación de contrato de acceso a recursos genéticos y biológicos, permiso de colecta y consulta previa.</p>
Político					
Legal	<p>1) No es clara la normatividad aplicable a microorganismos y se confunde con plantas y animales.</p> <p>2) Los contratos de acceso a recursos genéticos y biológicos genera una cadena de informes que limita la implementación</p>	<p>1) El acuerdo andino de naciones genera ciertos compromisos respecto a los países no adscritos a ese.</p> <p>2) Varios principios activos se están buscando fuera del país para</p>			

	<p>n de la evadir regulación y normatividad. motiva a ad. investigadores /empresas a buscar principios activos fuera del país para no circunscribir dicha situación.</p>				
--	--	--	--	--	--

6.5.5.5 Biorremediación

La biorremediación es un proceso que utiliza organismos vivos, principalmente microorganismos y plantas, para descontaminar suelos, aguas subterráneas y superficiales, y el aire contaminados con sustancias químicas peligrosas. Este método se basa en la capacidad de estos organismos para metabolizar, inmovilizar o acumular estos contaminantes, transformándolos en compuestos inofensivos o menos tóxicos (Vidali, 2001). El potencial de mercado para la biorremediación en Colombia es robusto y en expansión, reflejado en un crecimiento estimado del 8.71 % anual desde 2022 hasta 2027 (MarketWatch, 2023). El mercado de servicios en biorremediación, incluyendo los de tecnología, alcanzará los \$ 20.1 miles de millones de USD en 2028, de acuerdo con el informe de biorremediación de Insight Partners. Este campo, esencial en la descontaminación de entornos afectados por actividades industriales, se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y promete contribuir a una agricultura más segura. Además, Colombia se destaca por su demanda creciente de soluciones eficientes para la gestión de suelos y aguas contaminados, particularmente en el sector agropecuario, donde la fitorremediación emerge como una tecnología prometedora debido a su bajo costo y mínima huella de carbono. Con numerosos sitios afectados por contaminantes como el mercurio, especialmente en departamentos con intensa actividad minera, el país tiene la oportunidad de liderar en la implementación de estrategias de biorremediación que maximicen los beneficios socioeconómicos y ambientales.

En cuanto al nivel de desarrollo de la cadena de valor de la biorremediación, Colombia ha demostrado un progreso significativo, con investigaciones y publicaciones enfocadas principalmente en la recuperación de suelos contaminados con hidrocarburos y la biorremediación de aguas. Las técnicas predominantes incluyen la fitorremediación, bioestimulación y bioaumentación, con un uso extensivo de bacterias como modelo de estudio (Rosero y Rentería, 2020). Las innovaciones recientes resaltan un enfoque integral en la purificación y recuperación de agua, empleando tecnologías avanzadas y sistemas de monitoreo que aprovechan las últimas tendencias en tecnología. Adicionalmente, la

investigación regional en Guajira, Boyacá y Caldas ha identificado plantas con potencial biorremediador que pueden mejorar la estructura y fertilidad del suelo, apuntando hacia un manejo sostenible del territorio y el fortalecimiento de una cadena de valor de biorremediación bien desarrollada y orientada al futuro (Mendoza Guerra et al., 2016).

La vigilancia científica realizada por Minciencias ha destacado once grupos de investigación de alta categoría comprometidos con el avance de la biorremediación en Colombia (véase la figura 11). En cuanto a la vigilancia tecnológica se evidencian por lo menos 28 invenciones (patentes radicadas en 2021 a través del mecanismo "Crear no es Suficiente") con un énfasis en el tratamiento, purificación y recuperación del agua. En Colombia, la biorremediación ha emergido como un subsector de notable interés investigativo, evidenciado por la cantidad significativa de invenciones que buscan protección patentaria en este campo. Al validar el estado actual de estas patentes radicadas se identificó que una patente que trata de un fotobiorreactor con deflectores diagonales para el tratamiento de aguas residuales domésticas que se podría clasificar como una patente para la aplicación de biorremediación fue concedida recientemente. De manera similar, en el programa Sácale Jugo a tu Patente se identificaron por lo menos 4 patentes concedidas centradas en la biorremediación y el tratamiento de aguas o residuos, utilizando tecnologías innovadoras y sostenibles. Todas las patentes están centradas en la biorremediación y el tratamiento de aguas o residuos, utilizando tecnologías innovadoras y sostenibles. Además, cada invención busca ofrecer soluciones de bajo costo y eficientes para problemas ambientales, utilizando en varios casos energía solar como fuente de energía. Este número de patentes, así como los grupos de investigación relevantes, subraya el creciente reconocimiento de la importancia y el potencial de la biorremediación como área de investigación y desarrollo científico y tecnológico en el país.

Figura 11. Grupos de investigación identificados con interés en la aplicación de biorremediación.

Grupos A1 y A con interés en Biorremediación

Aplicación	Nombre del Grupo	Institución(ones) Avaldora(s)	Nombre del Líder	Municipio
biorremediación	Bioprospección y Conservación Biológica	Universidad de La Salle	LUCIA CRISTINA LOZANO ARDILA	BOGOTÁ, D.C.
biorremediación	Biotecnología	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	LUCIA ATEHORTUA GARCES	MEDELLÍN
biorremediación	Ecología y agricultura inteligente para la sostenibilidad y competitividad de...	Corporación Colombiana De Investigación ...	CESAR AUGUSTO TERAN CHAVES	MOSQUERA
biorremediación	FITOTECNIA TROPICAL	POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA ...	DARIO ANTONIO CASTANEDA ...	MEDELLÍN
biorremediación	GRUPO DE MINERALOGÍA APLICADA Y BIOPROCESOS (GMAB)	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	MARCO ANTONIO MARQUEZ GODOY	MEDELLÍN
biorremediación	Grupo de Biotecnología Ambiental e Industrial	PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	RAUL ALBERTO POUTOU PINALES	BOGOTÁ, D.C.
biorremediación	Grupo de Estudios para la Remediación y Mitigación de Impactos Negativos...	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	PEDRO FILIPE DE BRITO BRANDAO	BOGOTÁ, D.C.
biorremediación	Grupo de Investigación de Sanidad Vegetal	UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE	CARLOS EDUARDO GIRALDO ...	RIONEGRO
biorremediación	Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA; Centro de ...	EDUARDO PASTRANA BONILLA	NEIVA
biorremediación	NATURA	UNIVERSIDAD ICESI	ALVARO ANDRES BARRERA OCAMPO	CALI
biorremediación	Recursos Genéticos Amazónicos	Instituto Amazónico De Investigaciones Científic...	CLARA PATRICIA PENA VENEGAS	LETICIA

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Matriz STEEP aplicado a la biorremediación

Factores STEEP	Barreras		Impulsores		Acciones clave para fortalecer y habilitar sistemas
	Local	Global	Local	Global	
Social y cultural	Se cuenta con infraestructuras primarias, en la mayoría de las regiones, no se tiene un sistema de tratamiento de aguas, simplemente se realiza un tratamiento anaeróbico normal.	Para un país que plantea a su desarrollo con el agua, el tema de biorremediación es fundamental. ¿Cuáles es la contaminación más urgente de controlar y solucionar? por un lado la contaminación química de la atmósfera	Las comunidades en las regiones son conscientes del potencial de la diversidad del país y de cómo esta se ha visto afectada por actividades antropogénicas que han provocado la transformación de los ecosistemas	El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 plantea al establecimiento de estrategias que promuevan la reducción de la contaminación ambiental, en las cuales los procesos de biorremediación	Se requiere urgente financiación para conservar el talento humano altamente formado con doctorado y experiencia postdoctoral y en rangos de edad superiores a 35 años, por etapas más largas que con proyectos cortos. De otra manera seguirá desperdiciando ese potencial humano que otras sociedades si se benefician con la emigración masiva de investigadores colombianos y con su cambio a trabajos de subsistencia diferentes a su formación. Es urgente pensar en tener un equivalente al sistema de investigadores como el que ha existido en

		<p>era (pues afecta el ciclo de agua, y aumenta la toxicidad de la misma) y la de las aguas servidas no tratadas domésticas e industriales, la cual implica contaminación biológica y química. Esta última se considera como la de mayor impacto (las altas conce</p>	<p>temas y por ende su calidad de vida, por lo cual plantean como necesidad para sus regiones, estrategias para la recuperación de los ambientes contaminados.</p>	<p>cumpl en un papel relevante.</p>	<p>México https://conahcyt.mx/sistema-nacional-de-investigadores/ o Argentina https://www.conicet.gov.ar/investigador/ donde existe un presupuesto que se destina para los investigadores que demuestran tal condición y su salario es entonces asegurado por periodos de 5 años o más. Es decir que las categorías de investigador no sean solo un título honorario sin prácticamente ningún significado para asegurar que el investigador tiene un salario y es reconocido como tal. Sino que existan personas que aunque vinculadas a una institución de investigación, de control o de educación superior, son directamente empleados por el sistema público</p>
--	--	---	--	-------------------------------------	---

		<p>intraciones de biomasa crean anoxia y eutrofización a gran escala, además de que se presenta la diseminación de patógenos y resistencias a antibióticos), así como contaminación emergente (nuevos contaminantes de síntesis químicas, farmacéutica, insecti</p>			de investigación.
--	--	---	--	--	-------------------

		cida, pesticida, cosmética, etc.).			
Técnico y tecnológico	<p>El tema de biorremediación no puede ser abordado sin el suficiente talento humano dedicado a esta área de investigación. Si bien Colombia ha hecho esfuerzos considerables en formación de personas con maestría y doctorado en temas de ciencias biológicas, química e ingeniería relacionada con estos asuntos, se financia generacionalmente cohortes que luego no pueden profundizar ni avanzar en un país que no destina recursos suficientes para esta mano de obra altamente calificada. El resultado de esta política es que si bien se gradúan</p>	<p>Una de las grandes limitantes es la escalabilidad de los desarrollos tecnológicos, la ausencia de financiación para continuar las diferentes fases de proyectos estratégicos. En Colombia, es baja la tasa de</p>	<p>Existe un importante potencial para el funcionamiento de turbinas que pueden aprovechar la marea pacífica (diques). Así como en la búsqueda de biobacterias de origen marino, aprovechan los</p>	<p>Las estrategias de biorremediación se pueden conectar con biorrefinerías en aspectos como producción de ácidos grasos en algas (macroalgas), dado que las aguas con eutroficación permiten el crecimiento</p>	<p>Las herramientas de investigación son multidisciplinarias, y las técnicas son actualmente dependientes del uso de datos masivos ómicos, microbiología, técnicas genómicas, técnicas de flujos metabólicos. El país debe pensar en tener un centro de investigación público dedicado exclusivamente al agua. El EAWAG de Suiza puede servir como un ejemplo, pero obviamente ajustado a nuestras necesidades. Ha tenido varios proyectos de cooperación para el desarrollo con tecnologías que pueden servir de ejemplo para probar e</p>

	<p>cientos de nuevos investigadores con doctorado al año, se han creado y fortalecido programas doctorales que pueden formarlos en el país, actualmente el país cuenta con uno de las proporciones más bajas de investigadores por habitante, pues se tienen registrados alrededor de 10 mil investigadores activos en un país cercano a 50 millones de habitantes, una de las peores proporciones de investigador por habitante de los países con economías semejantes. Por lo cual aunque se hagan esfuerzos en formar cohortes de nuevos doctores o algunas convocatorias de postdoctorados, si el país absorbiera ese personal formado con estos mecanismos, tendríamos un número de</p>	<p>formación en temas de contaminación ambiental, emergentes (Universidad Nacional, Universidad del Valle), así como en áreas relacionadas con biosensores, biología sintética y uso de tecnologías avanzadas. En temas de talento humano o formación, las universidades</p>	<p>potenciales eléctricos entre el sedimento y las capas superficiales del océano. En otras regiones con diferentes tipos de cadenas productivas, existe potencial para la transformación de biomasas residuales hacia bioempaques.</p>	<p>imiento de algas para producción de lípidos. También se pueden producir aceites, captura de carbono, producción de energía a partir del hidrógeno. Existen intereses antes aplicaciones de la biorremediación de fármacos residuales; al igual</p>	<p>implementar en Colombia. En Univalle y la Universidad Tecnológica de Pereira se tienen avances en términos de cooperación internacional dirigida a temas de biorremediación. Por otro lado, es fundamental democratizar la información en temas de contaminación (contar con sistemas de información donde las personas puedan reportar fácilmente donde se ubican problemas de contaminación).</p>
--	--	--	---	---	--

	investigadores activos que se debería haber al menos triplicado en los últimos 10 años. https://www.unesco.org/reports/science/2021/en/dataviz/researchers-million-habitants	s de Colombia están saturadas de investigadores profesores de planta, y al no existir expansión de oferta de cargos ni de cupos, no pueden absorber los investigadores formados en sus programas.		que biocidas, detergentes y micro y nanoplasticos.	
Económico y financiero	La contaminación de los ecosistemas además de causar problemas ambientales,	A nivel nacional Colombia enfren	Los planes de desarrollo depart	El plan nacional de desarrollo propen	El país debe pensar en el tratamiento de agua con una visión de futuro: la valorización y

	<p>también genera consecuencias económicas, sociales y de salud pública en las zonas aledañas a los lugares afectados.</p>	<p>ta procesos de deterioro ambiental que afectan el funcionamiento de los ecosistemas, dentro de los cuales se encuentran la degradación de los bosques y del suelo, la deforestación, la pérdida de biodiversidad, la sobreexplotación de los recurs</p>	<p>tales y municipales contempladas con la recuperación de los ambientes contaminados, lo que hace de la biorremediación una estrategia a abordar para cumplir con este propósito.</p>	<p>de por una conceptualización de la bioeconomía que se adapta a la particularidad del país, en términos de cómo logramos a partir de las biomassas existentes, generar un beneficio económico, pensando en la sostenibilidad y la distribución justa y equitativa de</p>	<p>aprovechamiento de residuos de industria y domésticos como fuentes de productos de alto valor agregado, de valor para las comunidades impactadas que los generan, y de interés para desarrollos científicos derivados. Para el tema de contaminación atmosférica de CO2 y metano o de compuestos volátiles tóxicos, la biorremediación mediada por plantas y por microorganismos desde la enorme biodiversidad del país tiene un potencial en aumentar la biocaptura, retención de metano por modificación ruminal, y el control y degradación con biofiltros de gases tóxicos.</p>
--	--	--	--	--	--

		<p>os, la contaminación de las fuentes de agua, del aire y de los suelos entre otros factores. Lo que desencadena problemas en la economía del país y tienen consecuencias en la calidad de vida de las personas que habitan zonas cercanas a estos ambientes.</p>		<p>estos beneficios.</p>	
--	--	--	--	--------------------------	--

		ntes conta minad os.			
Ambiental	Aguas servidas no tratadas en Colombia ya que en los territorios (municipios) no se realiza tratamiento de aguas residuales, este solo se limita a solo lagunas anóxicas. Son tan innumerables los xenobióticos que es muy difícil establecer una estrategia de priorización.	Falta investigación básica y aplica da que permit an entend er como un microo rganis mo reacci ona a un conta minant e, emple ando aproxi macio nes como la metag enómi ca, estudi os de microb iomas, así como	La Ciéna ga grand e de Santa Marta repres enta un gran poten cial debid o a la mayor produ cción de algas. Sin embar go es import ante consid erar que las oportu nidad es dependen de cada región , por	En el caso marino - coster o existe un potenc ial extraor dinario para el país, debido al crecim iento de microa lgas y macro algas, tambié n se han lograd o buenos resulta dos emple ando bivalvo s para el secues	En el caso del potencial marino costero se sugiere considerar modelos que han implementado en varios países para microalgas, macroalgas y bivalvos. Se requiere el desarrollo de mapas de capas de contaminación detectada y sitios priorizados para biorremediación en el país siguiendo modelos de países desarrollados. Adoptar modelos como los Europeos, en los que los proyectos grandes tienen un gran componente de las mismas empresas que han producido la contaminación por plásticos, también es necesaria la producción de energías limpias y el secuestro de

		<p>en lo relacionado al estudio de los efectos de micro y nanopartículas de plásticos. También es importante integrar biorremediación para resolver aspectos clave para la captura de CO2 y metano (como la generada por empresas de ganad</p>	<p>lo cual el problema de contaminación, no es solo de sector sino de región. El País es rico en producción de biomasa pero alto desperdicio porque no se han identificado usos de biomasa que se consideran desechos (hay casos de</p>	<p>tro de CO2.</p>	<p>CO2.</p>
--	--	--	---	--------------------	-------------

		ería). Es importante generar información para el país en términos de contaminantes emergentes. Hay ausencia de información base en contaminantes derivados del petróleo o metales.	biomasa residual para bioempaqueos a través de polímeros naturales).		
Político	Las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) solo se ocupan del tema de inspección. El tema de los servicios públicos	Falta articulación entre las entidades gubernamentales y	En los planes de desarrollo departamentales y	A nivel mundial existen avances en	Cada ente gubernamental debería invertir en la identificación de la valorización de sus basuras, definiendo qué

	<p>está a cargo de las administraciones municipales de estos servicios, las cuales si bien cuentan con oficinas de asuntos ambientales, no contemplan el tema científico de manera clara para cada municipio.</p>	<p>ambientales responsables de la regulación en temas ambientales.</p>	<p>regionales se contemplan estrategias de prevención y mitigación de la contaminación en los ecosistemas. Sin embargo es fundamental considerar la biorremediación dentro de las estrategias propuestas.</p>	<p>términos de la inversión en consorcios microbianos diseñados a través de herramientas de biología sintética. Sin embargo la regulación en este tema es inexistente lo que dificulta la inversión relacionada con esta temática en un contexto</p>	<p>hacer con esos desperdicios. Es necesaria una articulación entre diferentes actores: investigadores en Universidades públicas o privadas, SENA, Institutos SINA, Agrosavia, además de Unidades de investigación y Desarrollo de las empresas más grandes (debido a que tienen acceso directo a la biomasa) y cuentan con recursos para el escalamiento a nivel industrial.</p>
--	---	--	---	--	---

				nacion al.	
Legal	La regulación existente no se implementa en las distintas regiones del país.	Si bien existe regulación y legalidad, esto no es una realidad en Colombia. La contaminación eutrofica y daña los ecosistemas y el agua de los reservorios y de las fuentes subterráneas, se hace un uso inadecuado del agua (agua	Existen avances en biorremediación a través de biología sintética a partir de consorcios pero el problema está en la regulación.	Colombia debe contar con un marco regulatorio actualizado y estricto que se pueda implementar	La ciencia que se haga desde Minciencias debe estar interconectada y en diálogo constante con MinSalud, MinAgricultura y Minambiente por la directa conexión con temas de salud, infraestructura básica y ambiente. Es esencial que se asegure con mecanismos con suficiente control tanto de que se cumplan las disposiciones, como de que se destinen fondos para acometer las infraestructuras.

		potable inmediatamente contaminada para mover desechos), la cual es vector de enfermedades y afecta directamente las poblaciones.			
--	--	---	--	--	--

Fuente: elaboración propia.

6.5.5.6 Biopolímeros

Un biopolímero se caracteriza por su biodegradabilidad o su origen en materias primas renovables. Es un material que, bajo la acción enzimática de microorganismos, se descompone en dióxido de carbono, agua y biomasa. No obstante, es crucial distinguir que no todos los polímeros derivados de biomasa son biodegradables y que la biodegradabilidad no presupone un origen bio-basado, subrayando la diversidad de composiciones y orígenes en la clasificación de bioplásticos (Ferrari et al., 2022). Los biopolímeros se utilizan en una variedad de aplicaciones, incluyendo envases, agricultura, textiles, biomedicina y electrónica. El segmento de envases ha sido uno de los más grandes y de más rápido crecimiento, debido a la demanda de envases biodegradables y compostables.

El mercado de biopolímeros está experimentando un auge notable, con una proyección de crecimiento del 18.9 % anual hasta 2027, alcanzando un valor de mercado de 27.3 mil millones de dólares, impulsado por la conciencia ecológica, políticas gubernamentales y una demanda creciente de empaques sostenibles, especialmente en la industria alimentaria (Markets and Markets, 2022). Este dinamismo representa una oportunidad estratégica para



Colombia en el desarrollo de su bioeconomía, incentivando la incorporación de bioplásticos en su cadena de valor. Con ventajas como una menor huella de carbono y mayor compostabilidad, los bioplásticos se posicionan como una alternativa sostenible en respuesta a las regulaciones internacionales y la preocupación por la salud humana, promoviendo su uso y demanda global.

Colombia exhibe un progreso notable en el desarrollo de biopolímeros, con investigaciones avanzadas que aprovechan su rica biodiversidad y la capacidad productiva agrícola. Ejemplos de esto incluyen el uso de papaya y almidón de papa para crear recubrimientos biodegradables y bioplásticos, con el país emergiendo como un jugador competitivo debido a su clima favorable y su posición como séptimo productor mundial de papaya. Estos avances, junto con iniciativas como el proyecto piloto de Essentia para la fabricación de bioplásticos a base de almidón de yuca, posicionan a Colombia no solo como un innovador en el sector de biopolímeros sino también como un candidato viable para liderar la producción sostenible de bioplásticos en la región.

La vigilancia científica de los grupos de investigación avalados por el Ministerio de Ciencias ha identificado doce grupos de investigación de categoría A1 y A con intereses alineados al desarrollo de biopolímeros (ver figura 12). En el contexto de la vigilancia tecnológica, se identificaron 12 patentes radicadas bajo el Mecanismo Crearlo no es Suficiente, que son pertinentes para el desarrollo de esta aplicación. Las patentes registradas reflejan un claro compromiso con la innovación sostenible en la producción de materiales biodegradables y biocompuestos. Hay una marcada tendencia hacia el desarrollo de alternativas ecológicas a los polímeros tradicionales, utilizando recursos como el almidón de banano y plátano, colágeno bovino, y residuos de café. Estos avances apuntan a la creación de productos que no solo se integran con la economía circular, sino que también presentan propiedades mejoradas, como la fotodegradabilidad y la liberación controlada de bioactivos, destacando el potencial de Colombia para liderar en la transformación de subproductos en soluciones avanzadas para la industria química y de materiales. Entre las patentes concedidas en el marco del programa Sácale Jugo a tu Patente, dos innovaciones son notables. La primera es un procedimiento para generar bioplástico combinando pectina y almidón nativo de maíz, junto con glicerina como plastificante, para crear un material compostable y biodegradable. El segundo es un procedimiento para obtener fibra de vástago de banano y plátano para creación de recipientes biodegradables, aprovechando la transformación de estas fibras naturales. Este método resalta el potencial de aprovechamiento de la transformación de fibras naturales y de subproductos agrícolas para la creación de soluciones sostenibles.

Figura 12. Grupos de investigación identificados con interés en la aplicación de Biopolímeros.

Grupos A1 y A con interés en Biopolímeros

Aplicación	Nombre del Grupo	Institución(ones) Avaldora(s)	Nombre del Líder	Municipio
biopolimeros	BIOPOLIMER	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	FREIMAR SEGURA SANCHEZ	MEDELLÍN
biopolimeros	Biotecnología	Universidad de San Buenaventura	RAUL ALBERTO CUERVO MULET	CALI
biopolimeros	Centro de Desarrollo Agroindustrial del Tolima - CEDAGRITOL	UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	HENRY ALEXANDER VAQUIRO HERRERA	IBAGUÉ
biopolimeros	Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	MARIANNY YAJAIRA COMBARIZA MONTANEZ	BUCARAMANGA
biopolimeros	Centro de Estudios y de Investigación en Biotecnología -CIBIOT-	UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	MARGARITA ENID RAMIREZ CARMONA	MEDELLÍN
biopolimeros	Grupo Pulpa y Papel	UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	JORGE ALBERTO VELASQUEZ JIMENEZ	MEDELLÍN
biopolimeros	Grupo de Investigación en Procesos Químicos y Bioquímicos	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	RUBEN DARIO GODOY SILVA	BOGOTÁ, D.C.
biopolimeros	INFECCIÓN E INMUNIDAD	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	JUAN CARLOS SEPULVEDA ARIAS	PEREIRA
biopolimeros	Laboratorio de Investigación en Polímeros	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	LUIS FERNANDO GIRALDO MORALES	MEDELLÍN

Fuente: elaboración propia.

Además de estos 9, hay otros 3 grupos que se identificaron con interés en la aplicación de biopolímeros; el grupo de Bioprocesos y bioprospección de la Universidad Nacional de Colombia dirigido por Dolly Montoya Castaño, el grupo de Ciencias Biológicas y Bioprocesos (CIBIOP) de la Universidad EAFIT dirigido por Luis Alejandro Gómez Ramírez y el grupo de Bioprocesos de la Universidad de Antioquia dirigido por Mariana Peñuela Vásquez.

Tabla 6. Matriz STEEP para la aplicación de biopolímeros

Factores steep	Barreras		Impulsores		Acciones clave para fortalecer y habilitar sistemas
	Local	Global	Local	Global	
Social y cultural				1) Fortalecimiento de Centros de Investigación, Universidades, Empresas e instituciones del estado relacionadas con el desarrollo de biopolímeros.	
Técnico y tecnológico				1) Encontrar esas potencialidades desde cada territorio, en el tema de biomasa Valle tiene desarrollos importantes desde la industria panelera y en caña. En el tema forestal Nariño, Cauca, Antioquia. Santander ha trabajado en cacao.	1) Avances en TRL 9 en biopolímeros basados en trigo. Ej. cucharas comercializables en el aeropuerto El Dorado. 2) Se debe potenciar lo ya construido y en lo que ha invertido el país. Por ejemplo, cacao o celulosas en el Valle. Los que tienen

				<p>Celulosas en el Valle. Lograr los que tienen un desarrollo más alto pero que tengan ese efecto derrame (Problema en innovación y aspectos clave para esos desarrollos).</p>	<p>un grado de desarrollo e innovación significativo, apoyarlos para posicionamiento en el mercado nacional e internacional.</p>
Económico y financiero				<p>1) El país tiene potencial en materiales derivados de la yuca, en donde se tienen avances considerables en torno a la producción de materias primas (almidones, afrechos, fibras, biomásas en general), también existe potencial en las raíces y en los tubérculos. En términos de los recursos marinos costeros su potencial es considerable para la producción de quitina.</p> <p>2) Se deben implementar planes de negocio que den cuenta de la sostenibilidad de las soluciones biobasadas.</p>	<p>1) El costo de un kilo de quitina es elevado en el mercado; son nichos de mercado diferentes, en comparación con yuca, papa y maíz. Por estos costos, quitina y quitosano se debería orientar a mercados más especializados como cosmética o farmacéutica.</p> <p>2) Fortalecimiento de plataformas como Empaque multicapa compostable - Agro 360 SAS; Riopaila se desarrolló una cuchara de dosis corta para sachet a partir del bagazo de caña; TriBIO emprendimiento de Nutresa (blanqueamiento de polvillo de Trigo).</p> <p>3) Establecimiento de programas de apalancamiento de innovaciones con Bancoldex.</p> <p>4) Responsabilidad centrada en el sector empresarial identificando</p>

					soluciones que pasen fase precomercial. La empresa debe generar tracción en asocio con los grupos de investigación.
Ambiental					
Político					
Legal		1) Normatividad incipiente que limita el flujo de soluciones biobasadas en biopolímeros, de cara a mercados internacionales.		1) Colombia ha avanzado en regulación asociada a polímeros (plásticos) de un solo uso.	

Fuente: elaboración propia.

6.5.5.7 Biorrefinerías

La biorrefinería representa el procesamiento sostenible de biomasa para obtener una amplia gama de productos biobasados, que incluyen combustibles (como biodiésel, bioetanol y biogás), alimentos, piensos, químicos y materiales. Estas tecnologías de transformación integran métodos físicos, mecánicos, térmicos, químicos o biológicos, caracterizándose por su ecoeficiencia y baja huella ambiental. En contraste con las refinerías petroquímicas convencionales, las biorrefinerías utilizan biomasa renovable como materia prima principal (Aramendis y Rodríguez, 2021). La Misión de Bioeconomía y Territorio se enfoca en explorar el potencial innovador de las biorrefinerías para la producción de químicos y materiales biobasados, así como para la transformación y valorización de residuos agrícolas, forestales e industriales.

La biorrefinería emerge como una aplicación prioritaria en la bioeconomía de Colombia, con el potencial de mercado y de cadena de valor que promete transformar significativamente el sector químico. Los diversos químicos de plataforma que se pueden producir en una biorrefinería tienen un muy amplio mercado internacional. Un ejemplo de esto es el glicerol, un subproducto de las biorrefinerías, con un mercado global valorado en 4.87 mil millones de dólares en 2022 y con expectativas de crecimiento continuo a una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 1.9 % desde 2023 hasta 2030 (Mordor Intelligence Research & Advisory, s. f.). El crecimiento de este mercado es impulsado por sectores como el alimentario, el nutracéutico y el farmacéutico, Colombia se posiciona estratégicamente para capitalizar la oportunidad de las biorrefinerías, a través de su gran potencial de utilización de la biomasa residual agrícola. Cifras presentadas por la UPME en 2018 ilustran que para una producción anual de 14 974 809 toneladas de banano, plátano, café, arroz, caña, palma de aceite y maíz, se genera una biomasa residual de 71 943 812 Tn/año, con potencial de ser

aprovechada (DNP, GGGI, 2020). Es decir, la biomasa residual producida es casi 5 veces más que la producción comercial. Un claro potencial de las biorrefinerías es fortalecer el sector químico con un uso ampliado de aplicaciones a diferentes industrias desde la salud hasta el desarrollo de la química verde.

En Colombia, el desarrollo de la cadena de valor de las biorrefinerías se está impulsando a través de dos iniciativas de clúster centradas en energía renovable en Antioquia (Clúster Energía Sostenible) y Valle del Cauca (Energía Inteligente), y una iniciativa clúster de economía circular en el Quindío (Iniciativa Clúster Ruta Circular). Dada la eficiencia de las biorrefinerías al utilizar biomasa para la producción de energía y otros productos como químicos de plataforma, estos clusters representan una oportunidad para expandir esta línea de negocio. Paralelamente, las industrias de la palma de aceite y la caña de azúcar, que actualmente incursionan en la producción de bioenergía, presentan un potencial aún no totalmente explotado. A nivel nacional, existen 19 plantas de biocombustibles que utilizan principalmente la caña de azúcar y la palma de aceite como materia prima. Estas biorrefinerías se pueden aprovechar, con las adaptaciones requeridas, para la transformación de biomasa residual en productos químicos. Además, su progreso se ve reforzado por centros de investigación de renombre como Cenipalma y Cenicaña, los cuales son fundamentales para el avance y la innovación de nuevos desarrollos en el campo de la biorrefinería en Colombia.

La base de datos Scienti contiene información de cinco grupos de investigación A y A1 que trabajan en temas relacionados con biorrefinerías (ver figura 13). La vigilancia tecnológica realizada ha identificado 33 patentes en trámite y 9 patentes concedidas que contribuyen al avance en el campo de las biorrefinerías. Estas patentes reflejan un esfuerzo innovador por revalorizar residuos agroindustriales, como los desechos de café y cacao, transformándolos en materiales compuestos y productos químicos mediante procesos de inducción electromagnética y fermentación. Destacan por su potencial en sectores de energías limpias y química de bioproductos, abarcando desde biocombustibles y bioabonos hasta utensilios biodegradables, encaminado a Colombia hacia una economía circular y sostenible que se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible y enfatiza la gestión eficaz de los residuos. Las tendencias observadas indican un avance en la utilización de residuos para generar energía limpia y productos químicos ecológicos, subrayando un progreso importante hacia prácticas que reducen el impacto ambiental y potencian la innovación industrial.

Figura 13. Grupos de investigación identificados con interés en la aplicación de biorrefinerías.

Grupos A1 y A con interés en Biorrefinerías

Aplicación	Nombre del Grupo	Institución(ones) Avaldora(s)	Nombre del Líder	Municipio
biorrefinerías	Agua y Energía - AyE	UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA	TATIANA RODRIGUEZ CHAPARRO	BOGOTÁ, D.C.
biorrefinerías	Bioprocesos	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	MARIANA PENUELA VASQUEZ	MEDELLÍN
biorrefinerías	Bioprocesos y Flujos Reactivos	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	ANGELA ADRIANA RUIZ COLORADO	MEDELLÍN
biorrefinerías	Grupo de Investigación Diversificación Energética ICP-ECOPETROL	Instituto Colombiano Del Petróleo	EDGAR FERNANDO CASTILLO MONROY	PIEDICUESTA
biorrefinerías	Procesos Químicos Industriales	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	LUIS ALBERTO RIOS .	MEDELLÍN

Fuente: elaboración propia.

Las biorrefinerías en Colombia presentan un gran potencial para integrarse con las comunidades locales, especialmente dada la necesidad de ubicarse cerca de fuentes de biomasa, clústeres productivos, universidades y centros de investigación. Por ejemplo, la biorrefinería de residuos agroindustriales de café en el Huila, una región que junto con Cauca, representa el 33 % de la producción nacional de café (DANE, 2022). En el Valle del Cauca, corazón de la industria azucarera y cercano al puerto de Buenaventura, se plantea el desarrollo de biorrefinerías de residuos de caña de azúcar, aprovechando la proximidad a universidades y centros de investigación. Similarmente, las biorrefinerías de residuos de palma de aceite se beneficiarían de su ubicación cerca de la costa Atlántica y el puerto de Barranquilla, donde existen grupos de investigación universitarios activos. Además, las zonas de Urabá al noreste de Antioquia, los Llanos Orientales y el sur del Cauca presentan oportunidades para biorrefinerías de residuos de plátano, demostrando la diversidad y riqueza de recursos que pueden ser aprovechados en distintas regiones del país. Igualmente, en zonas del Cesar y Montes de María en el sur de Bolívar, se observa potencial de biorrefinerías de aguacate (García-Vallejo et al., 2023) (Herrera-Rodríguez et al., 2023).

Tabla 13. Matriz STEEP para biorrefinerías

Factores STEEP	Barreras		Impulsores		Acciones clave para fortalecer y habilitar sistemas
	Local	Global	Local	Global	
Social y cultural	1) Escasos recursos humanos capacitados en temas de biorrefinerías en las regiones.	1) Deficiente articulación Universidad, Empresas (infraestructura), Sector Rural. 2) Faltan incentivos en el país para los estudiantes que se forman en alto nivel. En el sector rural es importante motivarlos a la formación en estos temas.	1) Sectores que agrupan a los cultivadores, para tener información en la producción de residuos y sus periodicidad. Los grupos de investigación. 2) La Universidad dado que se requiere equipo técnico además de	1) Importante talento humano, técnicos asociados con biorrefinerías para la transformación primaria y secundaria (SENA).	1) Fomentar la formación e inserción de talento humano con capacidades en biorrefinerías. 2) Programas de extensionismo tecnológico al sector rural para el desarrollo de capacidades en biorrefinerías. 3) Potenciar capacidades

			<p>infraestructura de equipos, además de personal formado. Posteriormente, la empresa para su producción a escala industrial.</p>		<p>en instituciones de educación superior para el desarrollo de CTel en biorrefinerías.</p>
Técnico y tecnológico	<p>1) Reactores limitados en capacidad de procesamiento.</p> <p>2) Todavía no tenemos la capacidad de generar productos terminados. Estamos enfocados en la caracterización.</p> <p>3) La infraestructura no es adecuada, se requiere mayor financiación para los equipos e infraestructura requeridos en estos procesos</p>	<p>1) Se requieren equipos para llevar los resultados a mayor escala (piloto).</p> <p>2) No se cuenta con una biorrefinería en Colombia, a nivel mundial se tienen productos en el sector energético.</p>	<p>1) Identificar el potencial del país en términos de residuos agroindustriales.</p> <p>2) Se plantean necesidades en regiones en los centros de acopios (pilotos regionales) e identificar su potencial para proyectos piloto en estas regiones, para el tratamiento de residuos para la producción de butanol un combustible de gran valor a futuro.</p>	<p>1) A escala de laboratorio se cuenta con lo requerido para la tecnología hidrotermal (reactores hasta de 1 L). Respecto a las caracterizaciones se tienen equipos robustos para los análisis de identificación y caracterización químicos de los productos que resultan de los procesos.</p> <p>2) Se tiene potencial de los productos comercializados con macroalgas, y microalgas no se están realizando</p>	<p>1) Búsqueda de productos que se pueden generar en las condiciones de tecnología hidrotermal y exposición con vapor para separación efectiva de materiales lignocelulósicos. Permite biorrefinar los componentes específicos de las biomásas con alto valor agregado.</p> <p>2) Residuos agroindustriales de café y arveja (café: todo el residuo y la vaina de la arveja), bagazo de caña, ñame,</p>

				<p>exportaciones . Con la Espirulina Nutresa comercializan suplementos, además de pigmentos. Con Chlorella también se tienen productos en el mercado.</p> <p>yuca, batata y papa. 3) Especial interés en cepas del género Clostridium aisladas a partir de cultivos de papa. 3) Tres técnicas: conversión hidrotermal: hWV, PHWM, HTC, se realizan a escala de laboratorio, se obtienen compuestos orgánicos. 4) Pasar de reactores tipo Batch a reactores semicontinuos para optimizar los procesos de extracción. 5) Biorrefinerías relacionadas con microalgas para obtener bioinsumos, alimentos para peces, cosméticos, entre otros. Macrohongos y sus</p>
--	--	--	--	---

					metabolitos (mediano plazo).
Económico y financiero	<p>1) Enfoque principal hacia bioenergéticos (biogas y biocombustibles). Sin embargo, el nivel de desarrollo de las biorrefinerías en Colombia es bajo o inexistente.</p>	<p>1) Las biorrefinerías no están actualmente estructuradas para la generación de productos. Se requiere enfocar los productos a nivel industrial que cuente con potencial en el mercado.</p> <p>2) Existen retrasos en la comercialización, pocos incentivos para mostrar los resultados de la investigación Colombia a nivel de internacionalización.</p>	<p>1) Importante impulsar ruedas de negocios y estrategias de apropiación de conocimiento.</p> <p>2) Se requiere un análisis a nivel de negocios nacionales e internacionales para conocer el potencial de productos.</p>	<p>1) El componente de comercialización debería priorizarse, solo que hasta este momento no se están generando productos terminados.</p>	<p>1) Fortalecimiento de las cadenas de comercialización, una vez se logre una mayor madurez tecnológica de la aplicación y mayor avance en la cadena de valor para la constitución de la primera biorrefinería nacional.</p>
Ambiental			<p>1) Mejorar procesos de pretratamiento para generar mayor valor agregado, minimizando los impactos al ambiente.</p>		<p>1) Aumentar apoyo institucional para mejorar criterios de calidad de cara a mercados internacionales.</p>
Político					

Legal		1) Acceso a recursos biológicos/genéticos			
-------	--	---	--	--	--

Fuente: elaboración propia.

6.5.5.8 Ciencia, tecnología e innovación aplicadas a turismo de naturaleza

El turismo de naturaleza, según la definición de la Organización Mundial de Turismo citada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, se define como "todo tipo de turismo centrado en la naturaleza, donde la principal motivación es la observación y apreciación de la naturaleza, así como las culturas tradicionales". El Ministerio de Colombia enfatiza modalidades como el ecoturismo y el turismo científico (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2012). Este enfoque específico implica un acercamiento renovado al turismo, integrando ciencia, tecnología e innovación para explorar territorios y ecosistemas poco conocidos, así como para investigar el patrimonio cultural y natural aún no explorado. Con un enfoque destacado en el ecoturismo, que abarca actividades como el avistamiento de aves y ballenas, buceo y programas de bioprospección marina, además del turismo de aventura y rural, esta forma de turismo busca no solo crear conciencia sobre el valor de las áreas naturales protegidas, sino también generar oportunidades socioeconómicas para las comunidades locales. Esto se realiza bajo la orientación de expertos locales con profundos conocimientos en los temas de interés, quienes participan en actividades científicas como la recolección de datos y la organización de eventos académicos (Jiménez, 2023).

En 2022, Colombia atrajo a más de 1.6 millones de visitantes extranjeros y 690,653 personas visitaron sus Parques Naturales Nacionales, revelando un notable potencial de mercado para el turismo de naturaleza, especialmente en áreas como el ecoturismo y el turismo científico (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, s. f.). Con inversiones adecuadas en infraestructura y logística, el turismo científico de naturaleza podría expandirse considerablemente (Aramendis, 2021). El desarrollo de este tipo de turismo contribuiría significativamente a los objetivos de la bioeconomía, al abarcar aspectos cruciales como la biodiversidad, la investigación, la innovación y el desarrollo, para generar productos con un mayor valor agregado. Esto fortalecería la cadena de valor turística y generaría ingresos importantes y beneficios para las comunidades locales, promoviendo así la bioeconomía del país (Jiménez, 2023).

En 2021, Colombia registró 4404 empresas dedicadas a servicios turísticos, de las cuales 836 agencias de viajes obtuvieron su Registro Nacional de Turismo. Sin embargo, el turismo científico de naturaleza aún está en una etapa incipiente, principalmente debido a la necesidad de capacidades técnicas avanzadas y comunidades locales con conocimientos profundos sobre especies y ecosistemas. A pesar de que los turistas científicos a menudo recurren al conocimiento local, el país carece de centros especializados que ofrezcan este tipo de servicios en diferentes regiones. "Los museos de ciencias naturales y sociales

pueden ayudar a satisfacer la necesidad de información científica, pero a nivel local, es un desafío encontrar espacios adecuados para el intercambio de conocimientos y la comprensión y aplicación de la ciencia y tecnología por las comunidades” (Jiménez, 2023). Para promover el desarrollo del turismo científico de naturaleza, el MinCIT lanzó Colombia Turismo Sostenible, una plataforma de formación virtual que ofrece capacitación especializada a los actores del turismo para incorporar prácticas sostenibles en sus negocios. Hasta finales de 2022, se realizaron más de 52 talleres de socialización a través de esta plataforma (Colombia Productiva, 2022).

En términos de empleo, el Boletín Técnico del DANE sobre la cuenta satélite de turismo (CST) 2021 provisional y 2022 preliminar reporta que en 2022 se registraron 709,263 personas empleadas en actividades turísticas (dato preliminar). Dentro de estas actividades, el sector de alojamiento y servicios de comida y bebidas fue el que mayor número de empleados registró, con un total de 419,195 personas. Le siguen los servicios culturales, deportivos y recreativos con 130,467 ocupados, y el transporte de pasajeros con 96,730 empleados. Es importante destacar que estas cifras incluyen todos los tipos de turismo, no exclusivamente el turismo de naturaleza (DANE, 2023).

En Colombia, la red Clúster Colombia reconoce 12 iniciativas de clúster de turismo de naturaleza distribuidas en 11 departamentos, incluyendo Antioquia, Atlántico, Casanare, Meta, Magdalena, Norte de Santander, Putumayo, San Andrés y Providencia y Tolima. A estos se suma la iniciativa Ruta Turística Territorio La Vorágine–Meta, que agrupa a departamentos como Casanare, Guainía, Vaupés, Guaviare y Vichada. Estos clústeres integran una variedad de actores del sector turístico, como agencias de viajes, alojamientos, operadores turísticos y transportistas, además de representantes de la academia, del gobierno, cámaras de comercio y otras entidades de apoyo, fomentando así un enfoque colaborativo y multifacético en el desarrollo del turismo de naturaleza en el país.

Tabla 7. Iniciativas de clúster dedicadas al turismo de naturaleza.

Entidad que lidera	Nombre de iniciativa	Dpto. principal	Año inicio	n.º de participantes	Financiación
Cámara de Comercio del Magdalena Medio y Nordeste Antioqueño	Clúster de Turismo de Naturaleza	Antioquia	2018	30	· Pública Nacional: 10 % · Pública Local: 10 % · Cámaras de comercio: 10 % · Miembros del cluster: 70%
Universidad Autónoma del Caribe	Clúster de turismo de naturaleza del departamento del Atlántico	Atlántico	2019	70	N.D.

Cámara de Comercio de Casanare	Turismo de Naturaleza - Casanare	Casanare	2014	40	Cámaras de comercio: 100 %
Cámara de Comercio de Santa Marta para el Magdalena	Clúster de Turismo de Santa Marta y el Magdalena "Macondo Natural" - Magdalena	Magdalena	2013	40	N.D.
Fenalco Meta y Llanos Orientales	Ruta Turística Territorio La Vorágine - Meta	Meta (líder) Casanare, Guainía, Guaviare, Vaupés, Vichada	2014	23 Empresas: 14 Academias: 2 Gobierno: 1 Entidades de apoyo: 4 Gremios: 2	N.D.
Fenalco Seccional Meta	Alianzas estratégicas para el turismo sostenible regional	Meta	2022	15	· Pública Nacional: 30 % · Pública Local: 10 % · Venta de servicios: 20 % · Miembros del cluster: 40 %
Cámara de Comercio de Cúcuta	Norte mi destino - Norte de Santander	Norte de Santander	2013	18	· Pública Nacional: 60 % · Pública Local: 10 % · Cámaras de comercio: 30 %
Cámara de Comercio del Putumayo	Iniciativa Clúster de Turismo de Naturaleza - Putumayo	Putumayo	2019	45	N.D.
Cámara de Comercio de San Andrés	Corporación Clúster Turístico Seaflower STCC - San Andrés y Providencia	San Andrés y Providencia	2021	1	N.D.

Cámara de Comercio de Bucaramanga	Clúster de Turismo Vacacional de Santander - Santander	Santander	2012	100	Pública Nacional: 60 % Cámaras de comercio: 25 % Miembros del clúster: 15 %
Cámara de Comercio de Ibagué	Iniciativa Clúster Turismo y Cultura Tolima - Tabebuia - Tolima	Tolima	2013	60	Pública Nacional: 30 % Pública Local: 10 % Multilateral: 10 % Cámaras de comercio: 30 % Miembros del clúster: 20 %
Cámara de Comercio de Cali	Iniciativa Clúster de Experiencias - Valle del Cauca	Valle del Cauca	2020	1043*	N.D.

Nota: la iniciativa clúster del Valle del Cauca se centra en experiencias, no solo en turismo de naturaleza. Las 1043 empresas del clúster incluyen agencias (17 empresas), alojamiento (149), entretenimiento (58), operadores de eventos (31), infraestructura para eventos (13), transporte (253), restaurantes (489), productos turísticos (25) y agencias operadoras (11). Fuente: Cámara de Comercio de Cali- Plataforma Cluster. Cluster de Experiencias 2021.

Fuente: elaboración propia a partir de información de la Red Clúster de Colombia (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, s. f.).

Tabla 8. Matriz STEEP para CTel aplicado a turismo de naturaleza.

Factores STEEP	Barreras		Impulsores		Acciones clave para fortalecer y habilitar sistemas
	Local	Global	Local	Global	
Social y cultural	1. Existe un desconocimiento y cierta resistencia local hacia las nuevas prácticas de turismo científico, especialmente en	1. Retos en la promoción y aceptación global del turismo de naturaleza, incluyendo estereotipos y prejuicios	1. Fomento del respeto y la comprensión de las tradiciones y conocimientos ancestrales de las comunidades locales, como los conocimientos	1. Creciente interés a nivel mundial en experiencias de turismo que ofrecen una conexión auténtica con la naturaleza y las culturas locales.	1. Desarrollo de programas de educación y sensibilización para aumentar la comprensión y apreciación del turismo de naturaleza y científico. Estos programas pueden enfocarse en

	<p>comunidad es que no están familiarizadas con estas actividades.</p> <p>2. Falta de valorización y comprensión de la biodiversidad local y su importancia en el contexto del turismo de naturaleza.</p>	<p>sobre destinos naturales y culturas locales.</p> <p>2. Dificultad es para comunicar efectivamente el valor y la singularidad de los destinos de turismo de naturaleza a una audiencia global.</p>	<p>s Awá en Nariño.</p> <p>2. Programas educativos centrados en la importancia de la conservación de la biodiversidad y el patrimonio cultural, dirigidos tanto a residentes locales como a visitantes.</p>	<p>2. Movimiento global hacia un turismo más ético y sostenible que valora y preserva las culturas y ecosistemas locales.</p>	<p>destacar la importancia de la conservación ambiental y la integración de conocimientos ancestrales y culturas locales en el turismo.</p> <p>2. Fomento de iniciativas que promuevan la integración de los conocimientos y prácticas ancestrales de comunidades locales, que incluya el diálogo entre conocimiento ancestral y científico.</p>
Técnico y tecnológico	<p>1. Limitaciones en la infraestructura tecnológica local y en las capacidades de investigación relacionadas con el turismo científico y de naturaleza.</p> <p>2. Falta de</p>	<p>1. Dificultades en la estandarización de prácticas y protocolos para el turismo de naturaleza a nivel internacional.</p> <p>2. Falta de reconocimiento y validación internacional de los</p>	<p>1. Inversiones en infraestructura tecnológica local para apoyar actividades de turismo científico y de naturaleza.</p> <p>2. Programas para fortalecer las habilidades locales en investigación científica y monitoreo ambiental,</p>	<p>1. Asociaciones con entidades y expertos globales para mejorar las prácticas de turismo científico y compartir conocimientos y tecnologías avanzadas.</p> <p>2. Impulso global para la adopción de tecnologías innovadoras</p>	<p>1. Inversión en infraestructura tecnológica y en la formación de capacidades locales para la investigación y el monitoreo ambiental. Esto puede incluir el desarrollo de herramientas y métodos para mejorar la gestión sostenible del turismo de naturaleza.</p> <p>2. Desarrollo e implementación de tecnologías</p>

	formación especializada y recursos para el desarrollo de turismo de naturaleza, incluyendo la investigación y monitoreo ambiental.	esfuerzos en turismo de naturaleza realizados a nivel local.	apoyando el desarrollo del turismo científico y de naturaleza.	en la gestión y promoción del turismo de naturaleza.	sostenibles y respetuosas con el medio ambiente para el turismo, como aplicaciones para el monitoreo de la biodiversidad y plataformas digitales para mejorar la experiencia del turismo de naturaleza.
Económico y financiero	<p>1. Limitaciones en el acceso a financiamiento y recursos para proyectos de turismo de naturaleza a nivel local.</p> <p>2. Desafíos en la generación de ingresos sostenibles y en la integración del turismo de naturaleza en la economía local.</p>	<p>1. Competencia en el mercado global de turismo, donde el turismo de naturaleza puede enfrentar desafíos para destacar frente a destinos más establecidos.</p> <p>2. Barreras para acceder a financiamiento internacional y a mercados de</p>	<p>1. Desarrollo del turismo de naturaleza como una fuente de ingresos complementaria para las comunidades locales, promoviendo así una economía más diversificada y resiliente.</p> <p>2. Apoyo y fomento de iniciativas empresariales locales en el sector turístico, incluyendo servicios de hospedaje, gastronomía y actividades</p>	<p>1. Aumento del interés y la inversión por parte de actores globales en proyectos de turismo de naturaleza y científico que promueven la conservación y la sostenibilidad.</p> <p>2. Acceso a fondos y financiación internacional para proyectos que integren el turismo de naturaleza con la conservación y la investigación</p>	<p>1. Creación de fondos y mecanismos de financiación para apoyar proyectos y emprendimientos en turismo de naturaleza.</p> <p>2. Desarrollo de modelos de negocio sostenibles para el turismo de naturaleza, que integren prácticas ambientales y sociales responsables y generen beneficios económicos para las comunidades locales.</p>

		inversión especializadas en turismo de naturaleza.	recreativas.	n científica.	
Ambiental	<p>1. Impacto ambiental de actividades turísticas mal gestionadas, incluyendo daños a ecosistemas sensibles y biodiversidad local.</p> <p>2. Falta de implementación de prácticas de turismo sostenible y respetuoso con el medio ambiente a nivel local.</p>	<p>1. Retos en la implementación de estándares internacionales para la sostenibilidad ambiental en el turismo de naturaleza.</p> <p>2. Desafíos en el reconocimiento y valoración de esfuerzos locales de conservación en el contexto global del turismo.</p>	<p>1. Iniciativas y proyectos centrados en la conservación y protección de ecosistemas clave y especies en peligro</p> <p>2. Turismo de naturaleza como medio para educar sobre la importancia de la conservación ambiental y promover prácticas sostenibles.</p>	<p>1. Tendencia mundial hacia la adopción de prácticas de turismo que minimicen el impacto ambiental y promuevan la conservación.</p> <p>2. Reconocimiento internacional de la necesidad de proteger la biodiversidad y de integrar la conservación en el desarrollo del turismo.</p>	<p>1. Implementación de proyectos y programas de conservación ambiental que se integren con el turismo de naturaleza, como iniciativas de protección de especies y limpieza de playas.</p> <p>2. Promoción de prácticas de turismo sostenible que minimicen el impacto en los ecosistemas y fomenten la conservación de la biodiversidad.</p>

<p>Político</p>	<p>1. Ausencia de políticas locales específicas que apoyen y regulen el turismo de naturaleza.</p> <p>2. Falta de coordinación y colaboración entre distintos niveles gubernamentales y organizaciones locales en la promoción del turismo de naturaleza.</p>	<p>1. Diferencias en políticas y regulaciones internacionales que pueden dificultar la implementación uniforme de prácticas de turismo de naturaleza.</p> <p>2. Desafíos en la alineación de iniciativas locales de turismo de naturaleza con políticas y acuerdos internacionales.</p>	<p>1. Desarrollo de marcos políticos y programas que fomenten y regulen el turismo de naturaleza, asegurando su sostenibilidad y beneficio para las comunidades locales.</p> <p>2. Fomento de la cooperación entre comunidades locales, autoridades y operadores turísticos para el desarrollo conjunto de proyectos de turismo de naturaleza.</p>	<p>1. Participación en iniciativas y acuerdos globales que promuevan el turismo sostenible y la conservación de la biodiversidad.</p> <p>2. Apoyo internacional para políticas y proyectos que integren la conservación de la biodiversidad y el desarrollo del turismo de naturaleza.</p>	<p>1. Desarrollo de políticas y marcos regulatorios que apoyen y promuevan el turismo de naturaleza, asegurando su sostenibilidad y beneficios para las comunidades.</p> <p>2. Fomento de la cooperación y coordinación entre los diferentes niveles de gobierno y las comunidades locales para el desarrollo conjunto de proyectos de turismo de naturaleza.</p>
-----------------	---	---	--	--	---

<p style="text-align: center;">Legal</p>	<p>1. Complejidad y falta de claridad en la legislación local relacionada con el turismo de naturaleza.</p> <p>2. Desafíos en la protección legal de los derechos e intereses de las comunidades locales en el desarrollo del turismo de naturaleza.</p>	<p>1. Dificultades en la armonización de leyes y normativas a nivel internacional para el turismo de naturaleza.</p> <p>2. Retos en la protección y regulación internacional de actividad de turismo de naturaleza, especialmente en zonas de alta biodiversidad y sensibilidad ecológica.</p>	<p>1. Creación de leyes y regulaciones que faciliten y promuevan el turismo de naturaleza, respetando los derechos y el conocimiento de las comunidades locales.</p> <p>2. Legislación que garantice la participación justa y equitativa de las comunidades locales en los beneficios derivados del turismo de naturaleza.</p>	<p>1. Esfuerzos para crear un marco legal internacional que estandarice y facilite las prácticas de turismo de naturaleza sostenible y científico.</p> <p>2. Desarrollo de leyes y acuerdos globales que fomenten la colaboración internacional y la inversión en turismo de naturaleza y conservación.</p>	<p>1. Creación y fortalecimiento de las legislación y regulaciones que faciliten y promuevan el turismo de naturaleza, protegiendo al mismo tiempo los derechos e intereses de las comunidades locales.</p> <p>2. Desarrollo de un marco legal que garantice prácticas éticas y sostenibles en el turismo de naturaleza, incluyendo la protección de la biodiversidad y los ecosistemas.</p>
--	--	--	--	---	--

Fuente: elaboración propia.

En el marco de la CTel aplicada al turismo de naturaleza, diversos actores desempeñan roles cruciales para integrar la ciencia, tecnología e innovación con prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente y las culturas locales. Los roles se describen a continuación:

- Comunidades locales y grupos indígenas: actores como la Reserva Natural La

Planada en Nariño y la Asociación Comunitaria Yarumo Blanco en Risaralda son fundamentales. Estas comunidades integran sus conocimientos ancestrales y prácticas culturales en el turismo de naturaleza, enriqueciendo la experiencia con perspectivas únicas sobre la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Al adoptar el turismo como una alternativa económica, contribuyen a la preservación de su patrimonio biocultural.

- Organizaciones de conservación y ecoturismo: entidades como Acaetur en Antioquia, que comenzó como una asociación de cazadores de tortugas y evolucionó hacia la protección de estas especies, juegan un papel vital. Estas organizaciones realizan actividades de control, monitoreo de especies y limpieza de playas, además de educar y concienciar a visitantes y científicos sobre la importancia de la conservación.
- Centros de investigación y académicos: instituciones académicas y centros de investigación contribuyen al turismo científico a través de la investigación, la formación y la divulgación de conocimientos. Participan en la cocreación de estrategias de turismo científico y en la publicación de trabajos que analizan y promueven esta modalidad de turismo.
- Operadores turísticos y emprendedores: emprendimientos como Ecomanglar Bahía Málaga en el Valle del Cauca, que desarrollan el turismo como una alternativa productiva, son esenciales. Estos actores no solo ofrecen servicios turísticos, sino que también invierten en la comunidad y en la conservación del entorno natural.
- Gobiernos y entidades reguladoras: las autoridades locales, regionales y nacionales establecen políticas y marcos regulatorios que facilitan y promueven prácticas de turismo de naturaleza sostenibles y éticas. Son responsables de crear condiciones favorables para el desarrollo de esta modalidad turística, incluyendo la infraestructura, la legislación y el apoyo financiero.
- Instituciones financieras y de inversión: entidades como bancos multilaterales, fondos de inversión y programas de financiamiento proporcionan los recursos económicos necesarios para desarrollar infraestructura, realizar investigaciones y llevar a cabo proyectos de turismo de naturaleza.
- Comunidad científica internacional: científicos y académicos de todo el mundo colaboran en proyectos de turismo de naturaleza, aportando conocimientos y métodos de investigación que enriquecen las experiencias turísticas y contribuyen a la conservación de la biodiversidad.
- Organizaciones no gubernamentales y grupos ambientales: estas entidades apoyan el turismo de naturaleza mediante la promoción de la conservación, la realización de investigaciones y la educación ambiental, tanto a nivel local como global.
- Visitantes y turistas: los turistas que participan en actividades de turismo de



naturaleza y científico son también actores clave. Su interés y participación en experiencias sostenibles y educativas impulsan la demanda de este tipo de turismo, promoviendo a su vez prácticas de turismo responsable.

Cada uno de estos actores aporta de manera significativa al desarrollo del turismo de naturaleza, garantizando que esta práctica no solo sea una experiencia enriquecedora para los visitantes, sino también beneficiosa para las comunidades locales, la conservación ambiental y la promoción del conocimiento científico.

6.6 Rutas de política

La creación de políticas eficaces para guiar la bioeconomía en Colombia es un proceso complejo que requiere de la integración de múltiples elementos. El equipo de la misión ha realizado una clasificación y análisis profundo de una serie de documentos y regulaciones que influirán en la formulación de estas políticas. Esto incluye documentos Conpes, recomendaciones de la Misión de Sabios, desarrollos normativos específicos para la bioeconomía, y estudios apoyados por la cooperación internacional. Además, se ha tomado en consideración el contexto de las regulaciones internacionales, como acuerdos multilaterales y políticas implementadas en otros países, junto con las normas vigentes dentro de Colombia.

El equipo de la misión, tras colaborar con el Instituto de Ambiente de Estocolmo, ha identificado un conjunto de barreras y factores impulsores en múltiples dimensiones de la bioeconomía, como política, tecnología, economía, finanzas, medio ambiente y sociedad, abarcando distintos niveles desde lo macro hasta lo micro. Estos factores son desafíos clave que serán considerados en las PIOM específicas para la bioeconomía.

Como resultado de estas mesas se recogieron algunas observaciones respecto a barreras e impulsores identificados por los participantes y que son transversales a los diferentes sectores de la bioeconomía en Colombia, las principales observaciones de los participantes, se resumen en las siguientes tablas:

Tabla 9. Barreras e impulsores identificados a nivel micro.

Factores	Barreras	Impulsores	Acciones clave para fortalecer y habilitar sistemas
	<ul style="list-style-type: none"> -Carencia de políticas enfocadas en biorecursos. -Falta de articulación interinstitucional. -Falta de personal capacitado en 	MinAmbiente, MinAgricultura, MinCIT, CAR, Invima.	<ul style="list-style-type: none"> -Garantizar que las políticas se mantengan y se implementen pese al cambio en los gobiernos. -Propender por la

<p>Política</p>	<p>bioeconomía en las entidades gubernamentales . -Necesidad de una batería de indicadores para bioeconomía.</p> <p>-Falta de una política pública de apoyo y de innovación para la transferencia de conocimiento.</p>	<p>DANE.</p>	<p>articulación entre instituciones.</p> <p>-Contar con una batería de indicadores a nivel económico, social y ambiental que esté articulada con la política pública y que garantice el seguimiento y monitoreo en temas de bioeconomía.</p> <p>-Políticas públicas de apoyo e innovación para la transferencia de conocimiento.</p>
<p>Técnico y Tecnológico</p>	<p>-Necesidad de transformar y adaptar en el territorio, las tecnologías desarrolladas en otros países.</p>	<p>MinAmbiente, MinAgricultura, MinCyT.</p>	<p>-Promover estrategias para transformar y adaptar en el territorio, las tecnologías extranjeras.</p>
<p>Económico y Financiero</p>	<p>-Carencia de redes entre proveedores y empresas ancla, cuya sostenibilidad sea garantizada en el tiempo. -Necesidad de campañas de comercialización e incentivos de consumo y estrategias marca país, que promuevan una cultura y educación hacia el consumo de bioproductos. -Necesidad de</p>	<p>Entidades gubernamentales, productores, empresas, comunidades locales.</p>	<p>-Establecimiento de redes entre proveedores y empresas ancla. -Implementación de campañas de comercialización e incentivos de consumo, además de estrategias marca país, que promuevan una cultura y educación hacia el consumo de bioproductos. -Instrumentos de</p>

	<p>instrumentos de inversión dirigidos a nuevos negocios innovadores.</p> <p>-Necesidad de líneas de crédito blandas para la bioeconomía y de incentivos para el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad colombiana.</p>		<p>inversión dirigidos a nuevos negocios innovadores.</p> <p>-Líneas de crédito blandas para la bioeconomía y de incentivos para el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad colombiana.</p>
Ambiental	<p>-Necesidad de estrategias que permitan establecer la trazabilidad de los productos, que permitan determinar si estos cumplen o no los estándares y criterios de sostenibilidad.</p>	Entidades gubernamentales, productores, empresas, comunidades locales.	<p>Estrategias que permitan establecer la trazabilidad de los productos, relacionando si cumplen o no los estándares y criterios de sostenibilidad.</p>
Social	<p>-Necesidad de acuerdos de proveeduría sostenibles con los productores.</p> <p>-Falta de estrategias para mejorar la productividad y acelerar los procesos.</p>	Productores, empresas, comunidades locales.	<p>-Suscribir acuerdos de proveeduría sostenibles con los productores.</p> <p>-Implementación de estrategias para la domesticación de especies silvestres y la posterior plantación de cultivos agroforestales.</p>

Tabla 10. Barreras e impulsores identificados a nivel meso

Factores	Barreras	Impulsores	Acciones clave para fortalecer y habilitar sistemas
Política	<p>-Falta de articulación y visión estratégica, incluyendo una falta de coordinación público-privada para conocer las apuestas territoriales.</p> <p>-Carencia de estrategias de difusión y divulgación de las políticas y del concepto de bioeconomía en las distintas regiones del país.</p> <p>-Falta de definición de apuestas estratégicas para el avance y desarrollo de la bioeconomía en el país.</p>	<p>.DNP, Comité que reúne a Minciencias, Minambiente y Minagricultura.</p> <p>Ministerios con sus equipos de comunicaciones y entes territoriales.</p> <p>Gremios, universidades, Cenis (Instituciones de investigaciones de los gremios, como Cenipalma o Cenicaña).</p> <p>Empresas anclas grandes tipo: Argos, Alpina, Bavaria, Postobón, Coca-Cola, Pintuco, etc.</p>	<p>-Creación de un Programa Nacional de Incentivos al sector empresarial.</p> <p>-Desarrollo del PINE (Proyectos de Interés Nacional y Estratégico) de bioeconomía.</p> <p>-Creación de un Decreto que oriente las acciones de bioeconomía a nivel nacional.</p> <p>-Establecimiento de la Agencia Nacional de bioeconomía, la cual se constituye como una Instancia de coordinación para la implementación de la política de bioeconomía.</p> <p>-Diseño y puesta en marcha de una campaña de apropiación y</p>

			<p>divulgación de la bioeconomía dirigida a los diferentes actores (sociedad civil, entidades públicas y privadas, sector académico).</p> <p>-Creación de la Agencia Nacional de Bioeconomía como una Instancia de coordinación para la implementación de la política de bioeconomía.</p>
Técnico y tecnológico	<p>-Bajas capacidades instaladas y de personal formado en los territorios para actividades de desarrollo tecnológico e innovación.</p> <p>-Falta de infraestructura y comunicaciones en las regiones.</p> <p>-Limitaciones para la agregación de valor y procesos de sofisticación para la generación de bioproductos.</p>	<p>-Ministerio de Educación, PNUD, SENA, Minciencias, Mintrabajo, Mineducación, Universidades y gremios.</p> <p>Mintic, Mintransporte, Invias, Gobernaciones y Alcaldías.</p> <p>Gobernaciones.</p>	<p>-Creación de Programas de formación en territorio para sociedad civil con apoyo de gobernaciones.</p> <p>-Cualificación y formación para la bioeconomía en las comunidades locales.</p> <p>-Construcción de capacidades en Infraestructura y comunicaciones en las regiones.</p> <p>-Apoyo a</p>

			<p>Programas de I+D+i de largo plazo para su ejecución (mínimo 5 años).</p> <p>-Ventanillas de información y apoyo en bioeconomía disponibles en los territorios.</p> <p>-Fortalecimiento o de la adopción de tecnología en las empresas y las comunidades.</p>
Económico y Financiero	<p>-Falta de financiación de múltiples fuentes (público, privado, cooperación internacional).</p> <p>-Falta de fortalecimiento de la cadena de valor, lo cual incluye un desconocimiento de las cadenas de valor a nivel nacional y de la oferta y demanda de los mercados.</p> <p>-Necesidad de un modelo de desarrollo preconcebido y basado en necesidades en el territorio.</p> <p>-Falta de incentivos</p>	<p>-Gobierno – Ministerio de Hacienda, Cooperación BID (Banco Interamericano de Desarrollo) – BM (Banco Mundial), asignación de recursos a todos los ministerios involucrados, y Asobancaria junto a los bancos de desarrollo.</p> <p>-Consultores que trabajen para gobierno, MinComercio y MinHacienda.</p> <p>Empresas, comunidades,</p>	<p>-Estrategias de financiación provenientes de múltiples fuentes (público, privado, cooperación internacional).</p> <p>-Agrupar y ajustar la oferta nacional de incentivos para el sector empresarial, y validarla con actores nacionales de gobierno.</p> <p>-Priorización y desarrollo de cadenas de valor.</p>

	para el sector empresarial en temas Bio.	cámaras de comercio, actores que fortalecen emprendimientos.	-Diagnóstico de cadenas de valor y oferta/demanda para el mercado nacional e internacional. -Participación de empresas ancla en el fortalecimiento de las cadenas de valor. -Impulsar la bioeconomía desde las necesidades y oportunidades de cada territorio. -Creación de un Programa Nacional de Incentivos al sector empresarial.
--	--	--	--

Fuente: adaptado de los resultados del taller SEI- Minciencias “Bioeconomía en acción Caminos hacia la sostenibilidad en Latinoamérica con aprendizajes desde África y Asia”.

De la misma forma, en el marco del proyecto BID Colombia CO-T1591, se llevó a cabo una metodología de análisis sistémico para identificar y priorizar problemáticas claves en el marco regulatorio de la bioeconomía en Colombia. Además, el análisis se extendió para considerar los aspectos tributarios y los diferentes modelos de financiamiento utilizados en otras naciones. Esto incluyó la evaluación de la participación del financiamiento público, el sector empresarial y el papel de las agencias multilaterales y de cooperación internacional.

Este enfoque implicó varias etapas clave:

- Socialización y validación de problemas: durante los talleres realizados el 14 de septiembre y el 9 de noviembre, se presentaron y discutieron las problemáticas asociadas al marco regulatorio de la bioeconomía. Esto permitió un intercambio de

ideas y la validación colectiva de los desafíos identificados.

- Uso del análisis sistémico: para priorizar estas problemáticas, se utilizó un análisis sistémico. Este método implicó la evaluación de cada problema en términos de su influencia y dependencia dentro del sistema de la bioeconomía. Los participantes del taller, incluyendo expertos en el área, trabajaron en mesas de trabajo para completar una matriz que cuantificaba el impacto relativo de cada categoría de problema.
- Identificación de problemáticas clave: a través de este análisis, se identificaron seis problemáticas generales asociadas a regulaciones y normativa habilitante para la dinamización de la bioeconomía en Colombia. En este sentido, se han identificado 6 problemáticas generales asociadas a regulaciones y normativa habilitante para la dinamización de la bioeconomía en Colombia, las cuales corresponden a lo siguiente:

C1. Desconocimiento inicial de los investigadores sobre las exigencias regulatorias requeridas para llegar al mercado con su bien o servicio.

C2. Inexistencia de regulaciones.

C3. Falta de formación, actualización o adecuación regulatoria frente a los avances científicos y tecnológicos

C4. Coherencia entre el espíritu de la norma y su aplicabilidad.

C5. Interpretación de la norma.

C6. Concurrencia institucional de diversas entidades relacionadas con un mismo cumplimiento regulatorio.

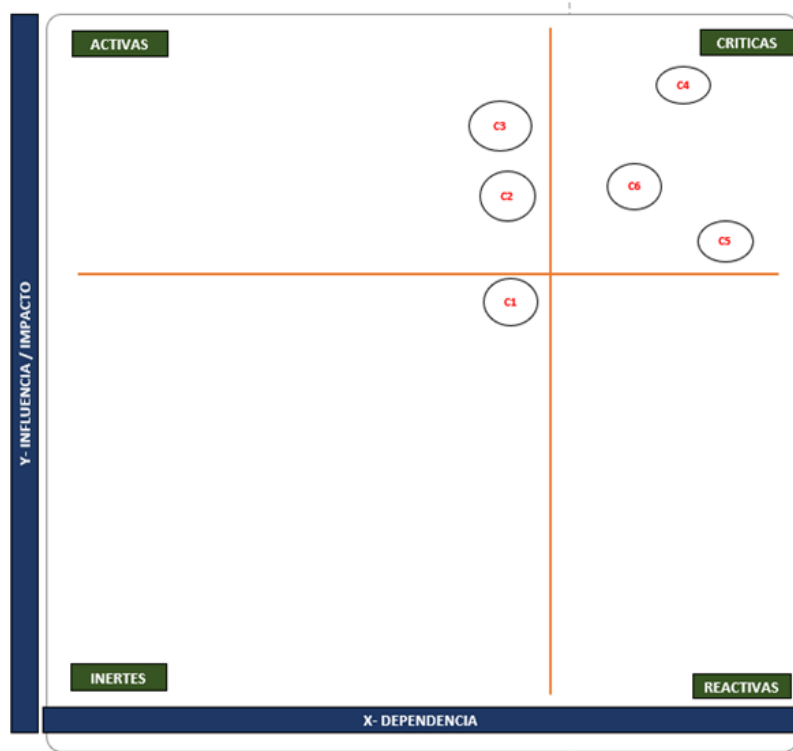
- Resultados del análisis sistémico: en el taller, la matriz de análisis sistémico fue una herramienta clave para categorizar los problemas en la bioeconomía, dividiéndolos en tres grupos: variables activas (independientes y de alto impacto), variables inertes (de menor impacto), y variables críticas (de alto impacto pero dependientes). Esta clasificación fue esencial para identificar las áreas más críticas que necesitaban una atención prioritaria.

La metodología empleada, se diseñó para abordar eficazmente estas problemáticas. Incluyó etapas esenciales como la priorización de problemas mediante el desarrollo de mesas de trabajo, donde se discutieron y analizaron estas categorías. También se definió hitos clave para la hoja de ruta política, se formularon acciones concretas y se asignaron responsabilidades a los participantes. La fase final consistió en la consolidación de conclusiones, resaltando la importancia de los aportes de los participantes para la formulación de soluciones efectivas.

Los resultados de la matriz de análisis sistémico, presentados en la figura 14, permitieron

categorizar los problemas en variables activas (independientes y de alto impacto), variables inertes y variables críticas.

Figura 14. Resultado de la matriz de análisis sistémico con dependencia e impacto y clasificación de las categorías de problemas.



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de este análisis, las categorías C2 (Inexistencia de regulaciones) y C3 (Falta de formación, actualización o adecuación regulatoria frente a los avances científicos y tecnológicos) fueron priorizadas, clasificándose como variables activas (independientes y de alto impacto). La categoría C1 (Desconocimiento inicial de los investigadores sobre las exigencias regulatorias) fue clasificada como variable inerte, mientras que las demás categorías fueron identificadas como variables críticas (variables de alto impacto, pero dependientes). En desarrollo de la metodología ya explicada los participantes dieron mayor atención a las variables C2, y C3.

- Definición de los hitos para la hoja de ruta política: con base en estos resultados, se realizó un análisis preliminar de estas categorías priorizadas y se recogieron los comentarios de los participantes para profundizar en el entendimiento de estas problemáticas y su interrelación. Posteriormente, se procedió a definir algunos hitos clave para la hoja de ruta política, enfocándose en las categorías de problemas más influyentes para abordar soluciones efectivas y coordinadas.

En esta fase crucial, los participantes trabajaron en la identificación de posibles soluciones (acciones), la definición de hitos y metas específicas para cada categoría de problemas, así como en la asignación de responsabilidades a los distintos actores involucrados. Finalmente, se discutieron algunas de las acciones críticas en términos regulatorios, consideradas por los expertos como soluciones potenciales a estas problemáticas.

En la tabla que se muestra a continuación se resumen algunas de estas acciones que reflejan un compendio de estrategias y medidas concretas destinadas a mejorar el marco normativo y regulatorio de la bioeconomía en Colombia, asegurando un enfoque más eficiente, coordinado y efectivo en el desarrollo de esta área clave. Estas propuestas reflejan una gama de acciones críticas que abarcan desde la formulación de políticas hasta el apoyo financiero y la articulación institucional, todas centradas en solucionar las problemáticas identificadas.

Tabla 18. Acciones críticas en términos regulatorios propuestas para solucionar las problemáticas identificadas (para mayor detalle se recomienda revisar el anexo 2).

Área de enfoque	Propuesta de solución	Descripción
Fitoterapéuticos/Cosmética	Modelos de negocio y acompañamiento	Desarrollo de modelos de negocio en diversos niveles de aplicación y ofrecimiento de acompañamiento a emprendedores y empresarios, con articulación entre diferentes entidades. Contemplar modelos de innovación abierta para dinamizar esta industria. Pensar también en modelos de economía popular para trabajar en algunos temas, así como Mipymes.
Política de crecimiento Verde	Ampliación de apoyo gubernamental	Extender el apoyo a la bioeconomía por parte de otros actores del sector gubernamental en el marco de la Política de Crecimiento Verde, que ofrece algunos insumos para esta misión.

<p>Respuesta institucional</p>	<p>Normativa para dinamizar la bioeconomía</p>	<p>Promover una respuesta institucional ágil y efectiva en términos de normativa para impulsar las actividades de bioeconomía. Se escucharon diferentes posturas sobre la normativa: (i) “no regular sin conocer”; (ii) pensar mucho en los usuarios de los procesos regulatorios; (iii) puede ser relevante contar con una norma que dé más transparencia y se advierte el riesgo de inmovilidad por el principio de precaución que puede ser imperante. (iv) de todas maneras se afirma que la regulación podría llegar a frenar los proyectos y por tanto se recomienda contar con una regulación, pero buscando también la simplificación. Se afirma que desde la Misión de Sabios se ha planteado la necesidad del tema normativo.</p>
<p>Financiación de la bioeconomía</p>	<p>Creación de un fondo para CTel</p>	<p>Establecer un fondo para Ciencia, Tecnología e Innovación específico para el fomento de la bioeconomía en Colombia, similar al fondo para el café, financiado posiblemente mediante impuestos a la comercialización de bioproductos. El argumento es que no solo se requieren políticas nacionales en este campo, sino también contar con una agencia ejecutiva, y se advierte el papel importante que podría tener MinCiencias en liderar a varios actores. Incluso se habló de un</p>

		impuesto a bioproductos pero para alimentar un programa de fomento.
Economías productivas sostenibles	Transición hacia la sostenibilidad	Fomentar la transición hacia economías productivas sostenibles a través de políticas y programas específicos.
Fortalecimiento institucional	Apoyo a Innpulsa y Colombia Productiva	Reforzar el papel de Innpulsa y Colombia Productiva en el desarrollo de espacios regulatorios experimentales (Sandbox) para la bioeconomía. Existe experiencia en otros sectores de las areneras regulatorias, como una forma de dinamizar la actuación en los campos de frontera.
Transversalidad sectorial	Encadenamientos productivos	Asegurar la transversalidad en todos los sectores para el funcionamiento efectivo de los encadenamientos productivos en la bioeconomía.
Rol convocante	Elemento normativo para Misión de Bioeconomía	Implementar un elemento normativo que otorgue el rol de convocatoria, dirección y articulación a la Misión de Bioeconomía y Territorio. Ahora se habla también de unas mesas que vinculen distintos actores y que permitan acuerdos duraderos entre actores públicos con visiones diferentes.
Articulación territorial	Presencia gubernamental integrada	Garantizar la presencia coordinada de todos los actores de gobierno a nivel territorial para implementar

		estrategias de bioeconomía.
Apoyo financiero nacional	Articulación financiera gubernamental	Coordinar un esfuerzo financiero a nivel nacional entre todos los actores del gobierno para apoyar la bioeconomía.
Contribución al PIB	Integración en macroeconomía	Fomentar la contribución de la bioeconomía al Producto Interno Bruto, involucrando sectores como la agroindustria y la transformación. La bioeconomía debe hacerse coincidente también con políticas de importancia de la mayor industrialización en el país.
Proceso de industrialización	Impulso a la industrialización en territorios	Contribuir al proceso de industrialización en los territorios a través de iniciativas de bioeconomía.
Sector financiero	Participación y recursos	Involucrar al sector financiero (como Asobancaria, Banco Agrario) para aportar recursos y apoyo a actividades de bioeconomía.

Fuente: elaboración propia.

Con base en la priorización de las problemáticas mencionadas se define la hoja de ruta a desarrollar en los próximos años. Desde el punto de vista financiero, se priorizará la identificación de fuentes de financiación tanto públicas como privadas, que apoyen el desarrollo y la implementación de innovaciones en el campo de la bioeconomía. En el ámbito de la cooperación interinstitucional, se proyecta el establecimiento de una plataforma de colaboración que reúna a universidades, empresas privadas, comunidades locales y entidades gubernamentales. Este consorcio, especializado en segmentos particulares de la bioeconomía, actuará como catalizador para la coordinación y el intercambio de recursos y conocimiento.

6.6.1 Elementos legales para la gestión de la propiedad intelectual en la cadena de valor de la bioeconomía en Colombia.

6.6.1.1 Convenio sobre la diversidad biológica, bioprospección y biopiratería

Cuando hablamos de diversidad biológica nos referimos a la amplia variedad de organismos vivos que habitan la tierra, así como el conjunto de ecosistemas y complejos ecológicos que permiten su interacción. Aunque el entorno que habitan los seres humanos parece dejarnos por fuera de esa definición, lo cierto es que tanto las personas como las comunidades hacen parte del ecosistema y conforman un complejo dinámico que interactúa constantemente con los seres vegetales, animales, microorganismos, e incluso su medio no viviente (Convenio sobre la Diversidad Biológica, artículo 2). Por esta razón, la diversidad biológica también ha sido un pilar para las prácticas comunitarias y las relaciones humanas.

Sin embargo, entendernos como un elemento aislado de la diversidad biológica nos ha llevado a prácticas de explotación insostenibles que han afectado a todos los seres vivos, incluyendo a los seres humanos. Por esta razón, en los últimos veinte años muchos países del mundo, especialmente países megadiversos como Colombia, han emprendido esfuerzos para proteger la biodiversidad en sus territorios y garantizar tres elementos fundamentales:

1. La conservación de la diversidad biológica.
2. El uso sostenible de sus componentes.
3. Una repartición justa y equitativa de los beneficios provenientes de ese uso.

Estos tres objetivos están plasmados en el Convenio sobre la Diversidad Biológica de 1993, el cual entró en vigencia en Colombia con la Ley 165 de 1994. Este convenio reconoce que la biodiversidad tiene un valor intrínseco materializado en sus expresiones ecológicas, genéticas, sociales, económicas, científicas, educativas, culturales, recreativas y estéticas. Es decir que al conservar la biodiversidad no solo conservamos los seres vivos y sus ecosistemas, sino también el conocimiento, la belleza, así como prácticas culturales y económicas asociadas a su interacción.

Gracias a este reconocimiento, se ha tomado conciencia del potencial que tiene la biodiversidad en el desarrollo sostenible de los países a través de la bioprospección. Aunque este término tiene múltiples acepciones, para propósitos de esta guía podemos definirlo como la exploración sistemática y sostenible de la biodiversidad con el fin de identificar y asegurar nuevos recursos como componentes químicos, genes, proteínas, microorganismos y otros productos que tienen el potencial de ser comercialmente aprovechados (Melgarejo, 2013).

Aunque las actividades de bioprospección han sido ejercidas durante décadas, lo cierto es que, históricamente, este potencial ha sido desaprovechado por los países que la albergan. Pues la biodiversidad y el conocimiento tradicional en América Latina han sido usados para desarrollar múltiples productos como medicamentos y alimentos cuyo aprovechamiento

sólo ha beneficiado a países desarrollados que cuentan con la capacidad técnica para transformar estos bienes en productos y servicios. Cuando la bioprospección es utilizada para privatizar los conocimientos de una comunidad y explotar de forma insostenible recursos ambientales de un país sin reconocer un beneficio justo y equitativo por su aprovechamiento, se denomina biopiratería (Reyna Carrera, 2019).

Por esta razón, tanto los Estados como las comunidades ancestrales han tomado conciencia de la importancia de regular y proteger la biodiversidad, así como los conocimientos tradicionales asociados con el propósito de usarlos sosteniblemente para promover el desarrollo sostenible de los países megadiversos. Para llegar a este fin, es necesario que las personas que investigan con la biodiversidad del país surtan algunos trámites para solicitar autorización y acceder a estos recursos, negociando, al mismo tiempo, las condiciones de aprovechamiento, de tal forma que permitan una distribución justa y equitativa de los beneficios.

El propósito es aclarar el marco jurídico que en Colombia regula el acceso a la diversidad biológica y a los conocimientos tradicionales asociados a ella, para que investigadores y comunidades interesadas en este potencial tengan claros los procedimientos necesarios para llevar a cabo una actividad productiva que aproveche esta biodiversidad. Para ello, se abordarán los trámites en cada una de las etapas de la cadena de valor de la bioeconomía en Colombia. Es decir, en cada una de las etapas necesarias para convertir un elemento de la diversidad biológica en un producto o servicio comercialmente aprovechable.

Las siguientes figuras son un resumen de las autorizaciones ambientales y trámites necesarios en cada una de las etapas de la cadena de valor de la bioeconomía en Colombia. Por su parte, se busca resumir y representar en una línea de tiempo cómo se llevan a cabo estos trámites y de qué manera están relacionados.

Figura 15. Resumen de las autorizaciones ambientales y trámites cadena de valor de la bioeconomía en Colombia.

Autorizaciones ambientales para la bioprospección en Colombia

Primer eslabón: Fuente del recurso en la biodiversidad

1.1. Permisos de colecta:

Para actividades de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica

Permisos de estudio con fines de investigación científica (PEFIC)

Permisos de recolección para investigación no comercial (PRINC)

Entidades competentes: CAR, ANLA, Minambiente, Parques Nacionales Naturales de Colombia (según territorio en el que se pretendan ejecutar las actividades)

1.2. Regulación de colecciones biológicas:

Administración, funcionamiento, derechos, deberes y proceso de registro de las colecciones biológicas en Colombia

Entidad competente: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt"

Segundo eslabón: Transformación primaria

2.1. Consulta previa: uso de conocimientos tradicionales

Análisis del impacto económico, ambiental, social y cultural en una comunidad indígena o negra por la explotación de recursos naturales dentro de su territorio

Entidad competente: Ministerio del Interior (Dirección de Consulta Previa)

Tercer eslabón: Transformación secundaria

3.1. Contrato de acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados

Autorización para obtener y utilizar los recursos genéticos conservados en condiciones ex situ e in situ, de sus productos derivados o de sus componentes intangibles con aprovechamiento comercial o no comercial

Entidad competente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Dirección de Bosques Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos)

Trámites de protección para la bioprospección en Colombia

Cuarto eslabón: Gestión de propiedad intelectual

4.1. Buenas prácticas de gestión

Se refiere a las medidas previas que se toman para identificar, evaluar, proteger, transferir y aprovechar los bienes intangibles

Formato de identificación de activos intangibles para quienes participan del proyecto
Manejo de cláusulas para definir la titularidad de la propiedad intelectual en acuerdos con terceros.

Acuerdos de cooperación tecnológica

Contratos de prestación de servicio u obra

proyectos de financiados por el Estado

4.2. Estrategias de protección

Además de las herramientas para identificar y valorar los intangibles producto de la cadena, se cuenta con tres formas de protección

Derechos de autor y derechos conexos
Propiedad Industrial
Derechos de obtentor de nuevas variedades vegetales

Entidades competentes: Dirección Nacional de Derecho de Autor, Superintendencia de Industria y Comercio, e Instituto Colombiano Agropecuario

Quinto eslabón: Escalamiento y comercialización

5.1. Escalamiento y transferencia de tecnología

La transferencia de tecnología son los acuerdos a través de los cuales se autoriza o cede el uso de la propiedad intelectual sobre bienes producto de la bioprospección. Esta transferencia puede darse a través de seis herramientas generales:

Cesión

Licencia

know how

Acuerdos de I+D

Investigación patrocinada

Emprendimientos de base tecnológica (*spin off*)

5.2. Permisos de exportación

Busca autorizar la movilización fuera del país de algún individuo vivo o muerto, parte de él, sus recursos genéticos o sus productos derivados.

Permiso CITES para animales que están en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas
Permiso no CITES para especies que no están en esta Convención

Entidad competente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Dirección de Bosques Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos)



Primer eslabón: fuente del recurso en la biodiversidad oceánica y continental, así como la biomasa residual y no residual.

1. ¿A quién le pertenece la diversidad biológica?:

Conservar y gestionar de manera sostenible la diversidad biológica presente en el territorio nacional es una responsabilidad fundamental de cada país. En este sentido, se considera este recurso natural como bajo la administración estatal. Además de los compromisos derivados del Convenio sobre la Diversidad Biológica y la Ley 165 de 1994 en Colombia, existen otras normativas que regulan el acceso a esta diversidad biológica. A continuación, se presenta un resumen de estas normativas:

- Artículo 81 de la Constitución Política Nacional: Este artículo instruye al Estado a regular tanto la entrada como la salida de los recursos genéticos, asegurando su utilización conforme al interés nacional.
- Decisión 391 de 1996 de la Comunidad Andina de Naciones: Esta decisión establece el Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos, aplicable a Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Define de manera detallada el procedimiento para acceder a los recursos genéticos del país. En este marco se distinguen tres conceptos clave: recursos biológicos, recursos genéticos y productos derivados.
- Protocolo de Nagoya (2010): Este acuerdo internacional complementa el Convenio sobre la Diversidad Biológica, ampliando el marco regulador del tercer objetivo del Convenio, enfocado en el acceso y distribución justa de beneficios por el uso de la biodiversidad y los conocimientos tradicionales asociados (Acceso a la Participación en los Beneficios, ABS). Los beneficios pueden ser de naturaleza monetaria o no monetaria, y los países firmantes deben implementar medidas administrativas, legales y políticas para garantizar estos beneficios.

Este conjunto de normativas establece un marco robusto para la gestión responsable de la



biodiversidad y el aprovechamiento equitativo de sus beneficios, asegurando así su conservación a largo plazo y promoviendo el desarrollo sostenible.

2. Recursos biológicos, recursos genéticos y productos derivados

Tanto el Convenio sobre la Diversidad Biológica como la Decisión 391 de 1996 establecen tres categorías que definen los diferentes niveles de acceso a diversos componentes de la biodiversidad en Colombia (Decisión 391 de 1996, artículo 1). Estos niveles son cruciales para determinar los permisos necesarios para su utilización, aspecto que ha sido esclarecido por el Consejo de Estado (Expediente 977, 1997).

- Recursos biológicos: Engloban individuos, organismos, partes de estos o cualquier componente biótico con valor real o potencial que contenga un recurso genético o del cual se pueda obtener un producto derivado (Decisión 391 de 1996). Esta categoría incluye desde la recolección de organismos completos hasta la obtención de partes como plumas, uñas, cabellos y cualquier material celular, abarcando también organismos unicelulares.
- Recursos genéticos: Se refiere a cualquier material biológico que contenga información genética de valor real o potencial (Decisión 391 de 1996). Esto comprende el acceso al material genético contenido en el espécimen o parte de él, incluyendo unidades de ADN y ARN, funcionales o no funcionales, así como toda la información necesaria para la replicación y mantenimiento de un organismo, abarcando incluso el material hereditario para la replicación de virus y viroides.
- Productos derivados: Consisten en moléculas, combinaciones o mezclas de moléculas naturales, incluidos extractos crudos de organismos vivos o muertos de origen biológico, obtenidos a partir del metabolismo de seres vivos (Decisión 391 de 1996). Esta categoría se refiere a proteínas y otros componentes que derivan de las instrucciones contenidas en la información genética del espécimen, permitiendo, por ejemplo, la obtención de proteínas a partir del metabolismo de un organismo vivo.

Estas tres categorías delimitan distintos niveles de acceso: el primero, un nivel "macro", se centra en la colecta de organismos vivos o partes de estos; el segundo, un nivel de información, se relaciona con el acceso a cualquier parte del código genético de un espécimen; y el tercero, un nivel "micro", permite obtener moléculas purificadas y otras derivadas del metabolismo del ser vivo en cuestión.

Es factible que un investigador desee acceder a un recurso biológico sin necesitar los otros niveles de acceso, o que esté interesado exclusivamente en la información genética del espécimen para obtener productos derivados a partir de una base de datos digital, sin requerir la recolección física del espécimen (International Union for Conservation of Nature, 2022).

Por lo tanto, el régimen de acceso se divide en dos procesos principales: (1) el acceso a los

recursos biológicos mediante el permiso de colecta, y (2) el acceso a los recursos genéticos y sus productos derivados a través del contrato de acceso a recursos genéticos. Este marco regulatorio es fundamental para la gestión sostenible de la biodiversidad y la equitativa distribución de sus beneficios, garantizando su conservación y promoviendo el desarrollo sostenible.

3. ¿Qué permisos son necesarios para acceder a los recursos biológicos?

Estos permisos son fundamentales para asegurar que las actividades de recolección de recursos biológicos se realicen de manera legal, regulada y responsable, en cumplimiento con las normativas ambientales y para la conservación de la biodiversidad:

- Permiso de recolección: Cuando un investigador(a) necesita realizar actividades de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica, debe tramitar un permiso de recolección que se ajuste a sus propósitos, ya sean estos comerciales, para la obtención de licencias ambientales, o con fines de investigación científica sobre la biodiversidad.
- Permiso de estudio con fines de investigación científica (PEFIC): Este permiso está regulado por los artículos 2.2.1.5.1.1 y siguientes del Decreto 1076 de 2015, que es el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en Colombia. Estipula que para investigaciones que incluyan actividades como colecta, recolecta, captura, caza, pesca, manipulación y movilización de recursos biológicos en el territorio nacional, se debe solicitar una autorización detallando todas las actividades a realizar. Este procedimiento también está regido por el Decreto 309 de 2000 y la Resolución 068 de 2002.
- Permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial: La recolección de especímenes silvestres de la diversidad biológica está normada por los artículos 2.2.2.8.1.1 y siguientes del Decreto 1076 de 2015. Este permiso se solicita exclusivamente para actividades de investigación científica sin ánimo de lucro. No se aplica a actividades con propósitos industriales, comerciales o de prospección biológica.

4. Marco regulatorio para la creación y administración de colecciones biológicas:

Finalmente, el Decreto 1375 de 2013 establece las regulaciones para la administración, funcionamiento, derechos y deberes, así como el proceso de registro de las colecciones biológicas en Colombia. Estas colecciones comprenden especímenes de la diversidad biológica preservados bajo estándares de curaduría especializada según su clasificación taxonómica.

El trámite de los permisos se realiza ante diversas autoridades ambientales, dependiendo del lugar donde se recolecta o estudie el recurso biológico (Artículo 2.2.1.5.1.4., Decreto 1076 de 2015):

- Las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), las Autoridades de Desarrollo



- Sostenible o los Grandes Centros Urbanos son competentes cuando las actividades de investigación se llevan a cabo exclusivamente dentro de su jurisdicción territorial.
- La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) es competente cuando las investigaciones se desarrollan en la jurisdicción de dos o más autoridades ambientales.
 - El Ministerio del Medio Ambiente es la autoridad competente para investigaciones en espacios marítimos colombianos que no están bajo la jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales o de Desarrollo Sostenible.
 - Parques Nacionales Naturales de Colombia actúa como autoridad competente cuando la recolección se realiza en territorios del Sistema de Parques Nacionales Naturales (Decreto 3572 de 2011).
 - El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt" es responsable de autorizar las colecciones biológicas y llevar a cabo el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas, conforme al Decreto 1375 de 2013.

Segundo eslabón: transformación primaria para planes de manejo, producción, cosecha y poscosecha.

1. La importancia del conocimiento tradicional en la bioprospección:

Entender el potencial de la biodiversidad implica reconocer profundamente el entorno que alberga a los recursos biológicos. Generalmente este conocimiento es el paso inicial para dar cuenta de los beneficios de un recurso genético, pues es la base para identificar los compuestos específicos que se pueden aprovechar para dar valor agregado a un producto o servicio.

Identificar estos recursos biológicos y sus beneficios sería imposible sin la sabiduría ni las prácticas que han desarrollado las comunidades ancestrales que habitan los territorios a través de las generaciones. Sin embargo, estos conocimientos y prácticas no solamente son valiosos por su potencial en la cadena de valor de la bioeconomía, sino que están fundamentados en creencias espirituales y leyes tradicionales que conforman la identidad, la cultura y el estilo de vida de la comunidad. Por esta razón, el conocimiento tradicional sobre la biodiversidad de un territorio pertenece a las comunidades que lo habitan. (Lombeida García et al., 2020).

Los conocimientos tradicionales han sido la base para múltiples desarrollos agrícolas, farmacéuticos, alimentarios, y en otras áreas relacionadas con las ciencias de la vida. En muchos de estos casos las comunidades ancestrales tienen conocimiento de los procesos de transformación primaria, pues saben de los ciclos naturales del recurso biológico, de sus condiciones idóneas para la cosecha, crianza o reproducción, así como el procedimiento óptimo para su recolección y tratamiento. Adicionalmente, las expresiones culturales tradicionales también son conocimiento que sirve como fuente directa para múltiples creaciones culturales como diseños, obras artísticas, literarias y musicales.

Esta fuente de conocimiento, sumada a la recolección y el aprovechamiento de los recursos

genéticos ha permitido a investigadores y empresas dar lugar a productos que han salvado miles de vidas y generado grandes réditos económicos. Sin embargo, a raíz de prácticas como la biopiratería, históricamente el reconocimiento a las comunidades ancestrales ha sido invisibilizado, sus conocimientos han sido apropiados y no se les ha reconocido un beneficio justo por su aporte en el desarrollo científico y económico.

En este proceso de apropiación indebida de los conocimientos tradicionales ha sido crucial la forma en que entendemos la propiedad sobre los mismos, pues figuras relacionadas a la propiedad intelectual (en las cuales se profundizará más adelante), como las patentes, han sido usadas para legitimar las prácticas de biopiratería concediendo la protección a los productos que se han desarrollado a partir de esos conocimientos.

Por esta razón, tanto las poblaciones indígenas como los Gobiernos de los países megadiversos han solicitado que las políticas de propiedad intelectual, protejan las formas tradicionales de creatividad e innovación de las comunidades ancestrales para que estas dejen de ser consideradas como de dominio público, y empiecen a reconocer la necesidad de consultar de forma previa a las comunidades antes de extraer un recurso biológico de su territorio o de aplicar conocimientos tradicionales a un producto o servicio (OMPI, 2020)

2. ¿Cómo se regulan los conocimientos ancestrales en Colombia?

El instrumento internacional que reconoce la soberanía de los pueblos originarios sobre sus conocimientos ancestrales es el Protocolo de Nagoya de 2010 . Colombia ha firmado este documento pero actualmente no hay ley que lo ratifique. No obstante, existe un marco jurídico legal que obliga a investigadores a realizar el procedimiento de consulta previa y a negociar la repartición de beneficios ante el eventual acceso a un recurso genético en el territorio nacional (Muñoz Rojas et al., 2019).

a. Medidas de protección en la Constitución Política de Colombia

Así mismo, la Constitución Política de 1991 contiene dos artículos que permiten a las autoridades de los pueblos indígenas ejercer soberanía sobre sus conocimientos tradicionales. Por un lado, el artículo 246 establece que estas autoridades “podrán ejercer funciones jurisdiccionales dentro de su ámbito territorial” dando lugar a las jurisdicciones especiales indígenas. Esto va en consonancia con el artículo 286 de la Constitución que reconoce a los territorios indígenas como entidades territoriales al mismo nivel de los departamentos, los distritos y los municipios.

Ahora bien, a propósito del uso de los recursos naturales en estos territorios especiales, el párrafo del artículo 330 de la Constitución establece que este aprovechamiento debe hacerse sin afectar la integridad cultural, social y económica de las comunidades. Así, toda decisión que se adopte respecto del aprovechamiento de recursos naturales deberá tomarse propiciando la participación de los representantes de las comunidades afectadas. Este último artículo es uno de los fundamentos principales de la consulta previa.

Así las cosas, cuando un investigador(a) requiere acceder a un recurso biológico o hacer



uso de un conocimiento tradicional debe reconocer la autoridad indígena para poder acceder a su territorio y consultar de manera previa sobre su proyecto de investigación/comercialización.

b. Leyes nacionales sobre la consulta previa

Existen casos en los que la bioprospección sobre recursos biológicos del territorio requieren de consulta previa, la cual se tramita ante el Ministerio de Interior. A continuación, se referencian las normas nacionales que ordenan a centros de investigación surtir este procedimiento cuando se realiza bioprospección y cuando se aprovechan los recursos biológicos de un territorio o el conocimiento tradicional de una comunidad específica.

El Decreto 1320 de 1998 establece que el objetivo de la consulta previa es “analizar el impacto económico, ambiental, social y cultural que puede ocasionarse a una comunidad indígena o negra por la explotación de recursos naturales dentro de su territorio”. Esta consulta se realiza cuando el proyecto, obra o actividad se pretenda desarrollar en

- Zonas de resguardo o reservas indígenas.
- Zonas adjudicadas en propiedad colectiva a comunidades negras.
- Zonas no tituladas y habitadas en forma regular y permanente por dichas comunidades indígenas o negras certificadas por la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior.

Ahora bien, cuando se trata de bioprospección o aprovechamiento de recursos naturales, como lo son los recursos biológicos, los recursos genéticos y sus productos derivados, la Directiva presidencial n.º 01 del 26 de marzo de 2010 establece que la consulta previa es necesaria cuando se llevan a cabo “programas de prospección o explotación de los recursos naturales en sus territorios”.

Así mismo, el Decreto 1376 de 2013 establece que, cuando las actividades de recolección de especímenes biológicos requieran la consulta previa a grupos étnicos, es obligación de la institución que adelanta la investigación hacer los trámites legales pertinentes para cumplir con este requisito de forma previa a la ejecución del proyecto de investigación.

Así mismo, durante la negociación del contrato de acceso a recursos genéticos, es necesario presentar uno de dos documentos legales que se pueden obtener a través del Ministerio del Interior. Puede ser un certificado de que la zona donde se adelantará la investigación y recolección del recurso genético no tiene presencia de grupos étnicos y, por lo tanto, no requiere de consulta previa. O, en caso de que la zona de investigación si cuente con presencia de estos grupos o haga uso de su conocimiento tradicional, debe presentarse un acta protocolizada en donde conste que se realizó la consulta previa (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Aunque este no es un requisito para presentar solicitud del contrato de acceso, este sí se requerirá al momento de suscribir el contrato, cuyo procedimiento será detallado en el siguiente eslabón de la cadena.

c. Procedimiento para el trámite de consulta previa en actividades de bioprospección

El procedimiento en estos casos es el siguiente (Decreto 1320 de 1998) (Ministerio del Interior, s. f.):

- Solicitud de certificación: una persona natural o jurídica interesada en ejecutar un proyecto, obra o actividad solicita una certificación a la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior para saber si hay presencia de grupos étnicos en el área de influencia del proyecto.
- Concepto inicial: la Dirección emite concepto usando de bases de datos (de la Dirección de Asuntos Indígenas, ROM y Minorías; la Dirección de Comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras; el Incoder; y la información cartográfica IGAC DCP). Información que se verifica en campo con presencia del solicitante y apoyo de las autoridades de las comunidades étnicas.
- Notificación y gestión: el concepto es notificado al solicitante con dos posibles respuestas: (1) se certifica que no residen comunidades étnicas o (2) se notifica que existe presencia de comunidades étnicas y, por lo tanto, es necesario el proceso de consulta previa.
- Coordinación y preparación: el Ministerio del Interior informa a la autoridad ambiental competente para informar sobre el proyecto de aprovechamiento del recurso biológico, así como la existencia de comunidades étnicas y la necesidad del proceso de consulta previa.
- Reunión de consulta: dentro de los 15 días siguientes a la notificación, la autoridad ambiental competente citará una reunión de consulta en la que deben participar el interesado, los representantes de las comunidades indígenas y negras involucradas y el Ministerio del Interior. Allí se busca recoger los argumentos para analizar el impacto del proyecto o actividad en la comunidad.
- Decisión: una vez agotado el objeto de la reunión, la autoridad ambiental competente dejará constancia de lo ocurrido en el acta y continuará con el trámite de autorización del proyecto o actividad que implica la transformación del recurso biológico (ya sea su simple colecta o el aprovechamiento de los recursos genéticos). En ese trámite tomará la decisión sobre el otorgamiento o negación de la licencia ambiental o del establecimiento del plan de manejo ambiental.
- Seguimiento y cierre: el Ministerio del Interior hace seguimiento de lo pactado durante la consulta previa y mantiene contacto con la autoridad ambiental competente para obtener información sobre el curso del proyecto.

Tercer eslabón: transformación secundaria para la obtención de ingredientes naturales y bioactivos.



La transformación secundaria implica la obtención de compuestos activos o ingredientes naturales purificados que agreguen valor a productos o servicios en el mercado. En muchos de estos procesos, acceder a recursos genéticos o productos derivados asociados a la biodiversidad recolectada es fundamental. Por lo tanto, esta sección se enfoca en los trámites para el contrato de acceso a recursos genéticos:

1. Principios del contrato de acceso a recursos genéticos:

Dado que los recursos genéticos son parte del patrimonio nacional, la Decisión 391 establece que su acceso por terceros, tanto nacionales como extranjeros, debe acordarse bajo condiciones que promuevan los principios del Convenio sobre la Diversidad Biológica de 1992: conservación de la diversidad biológica, uso sostenible de sus componentes y distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su uso.

La mejor forma de establecer estas condiciones es a través de un contrato. Por esta razón, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible regula el procedimiento del contrato de acceso a recursos genéticos y sus productos derivados.

Este contrato se rige por varios principios que fundamentan su negociación (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011a):

- Consentimiento Fundamentado Previo (CFP): Debido a que los estados proveedores tienen soberanía sobre los recursos genéticos de su territorio, el acceso por parte de usuarios requiere que las autoridades nacionales competentes autoricen previamente dicho acceso.
- Condiciones Mutuamente Acordadas (CMA): El contrato se basa en la negociación de las condiciones para el acceso y uso de los recursos genéticos. Deben reflejarse los términos acordados entre las partes, incluyendo (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011b):
 - o Tipo y cantidad de recursos genéticos, así como el área geográfica de la actividad.
 - o Restricciones sobre el uso del material.
 - o Transferencia a terceros y las condiciones para ello.
 - o Reconocimiento de los derechos soberanos del país proveedor.
 - o Áreas de conocimiento y propósitos de uso (comercial o no comercial).
- Distribución justa y equitativa de beneficios: Las condiciones acordadas deben garantizar beneficios mutuos para el estado proveedor de los recursos genéticos, los usuarios y las comunidades locales involucradas. Estos beneficios pueden ser monetarios o no monetarios.

2. Regulación del Contrato de Acceso a Recursos Genéticos:

Basado en estos principios, se ha desarrollado un marco legal a nivel regional y nacional. Este marco se detalla en el Manual de Solicitud del Contrato de Acceso a Recursos Genéticos y

sus Productos Derivados en Colombia, emitido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Rojas et al., 2016). El objetivo de esta sección es proporcionar una visión general del procedimiento y resaltar la contribución de las autoridades competentes en la clarificación del contrato de acceso a recursos genéticos:

- Marco regulatorio regional: La Decisión 391 de 1996 establece un marco regulatorio para los países de la Comunidad Andina de Naciones sobre cómo la autoridad nacional debe regular el acceso a recursos genéticos. En Colombia, este marco se aplica a través de la Resolución 620 de 1997, que establece el procedimiento de solicitud.
- Autoridad Nacional Competente: Según el artículo 38 de la Ley 99 de 1993, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible supervisa que las investigaciones, tanto nacionales como extranjeras, sobre recursos naturales renovables respete la soberanía nacional y los derechos de Colombia sobre sus recursos genéticos. Por lo tanto, el trámite del contrato de acceso se realiza ante la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (DBBSE) de este Ministerio (Decreto 730 de 1997).
- Actividades que constituyen acceso a recursos genéticos: La Resolución 1348 de 2014 detalla qué actividades de investigación requieren un contrato de acceso a recursos genéticos, tales como:
 - Separación de unidades funcionales y no funcionales de ADN o ARN.
 - Aislamiento de moléculas micro y macro, como proteínas o hormonas, derivadas del metabolismo de organismos vivos.
 - Solicitudes de patentes relacionadas con funciones moleculares, incluso sin purificación o aislamiento completo.

Esto es especialmente relevante para actividades de prospección biológica o aprovechamiento con fines comerciales e industriales.

- Actividades que no constituyen acceso a recursos genéticos: El Decreto 1376 de 2013 (Artículo 2, párrafos 5 y 6) establece excepciones para actividades de investigación no comerciales, conservación o estudio de la biodiversidad, como:
 - Evolución molecular.
 - Sistemática molecular.
 - Taxonomía molecular.
 - Biogeografía molecular.

Para estas actividades, no se requiere un contrato de acceso a recursos genéticos, siempre que la investigación cuente con los permisos ambientales de recolección y cumpla con la regulación sobre colecciones biológicas.

Cuarto eslabón: transformación terciaria para la elaboración de productos terminados como cosméticos, alimentos, fármacos.

1. Protección y Aprovechamiento de Productos Derivados de la Biodiversidad: Después de esbozar el marco para la recolección de la diversidad biológica, el acceso a sus recursos genéticos, productos derivados, así como los conocimientos, innovaciones y prácticas tradicionales, es crucial considerar las buenas prácticas de gestión de la información. La protección de los productos resultantes del aprovechamiento de esta biodiversidad añade valor a la cadena de bioeconomía. Por tanto, es esencial establecer un protocolo claro para el manejo de la información, tanto para investigadores como para las comunidades y colaboradores involucrados. A continuación, se presentará una breve explicación sobre los procesos asociados a la propiedad intelectual en los siguientes eslabones de la cadena de la bioeconomía.

- Buenas Prácticas en la Gestión de la Propiedad Intelectual: La propiedad intelectual protege los activos intangibles generados por actividades académicas, artísticas, industriales o comerciales. Existen tres categorías principales: propiedad industrial, derechos de autor y derechos de obtención de nuevas variedades vegetales. Más que definir estas categorías, este apartado resalta aspectos relevantes para su gestión adecuada a lo largo de la cadena de valor.
- Herramientas para la Identificación de Activos Intangibles: Para aprovechar económicamente un bien intangible, es crucial identificarlo desde el inicio. Los gestores de proyectos deben tener herramientas para reconocer qué activos intangibles emergen de la investigación y cómo protegerlos. El formato de identificación de activos intangibles permite a los investigadores describir de manera confidencial una invención, incluyendo aspectos técnicos, avances científicos, alcance de uso y posibles limitaciones.
- Propiedad Intelectual: Cláusulas Relacionadas con Terceros:
 - Acuerdos de Cooperación Tecnológica: Estos acuerdos son celebrados por múltiples partes para desarrollar y comercializar un nuevo producto, definiendo la titularidad de los derechos de propiedad intelectual, acceso, beneficios compartidos y marco legal de la colaboración.
 - Contratos de Prestación de Servicios u Obra: Establecen la relación entre contratista y contratante para actividades de investigación, desarrollo de productos derivados e innovaciones, donde la empresa contratante adquiere derechos de explotación.
 - Propiedad Intelectual en Proyectos de Investigación Financiados por el Estado: Cuando proyectos de bioprospección son financiados con fondos públicos, el Estado puede ceder sus derechos de propiedad intelectual a terceros a través de la entidad financiadora. Esto facilita el aprovechamiento de tecnologías financiadas con recursos públicos en situaciones de interés público, como emergencias nacionales.
- Medidas de Protección y Gestión de la PI: i. Acuerdos de Confidencialidad: Estos acuerdos son fundamentales para proteger la información sensible sobre recursos



genéticos, métodos de obtención, productos derivados y resultados de investigación. Evitan la divulgación no autorizada y promueven la protección de conocimientos tradicionales y culturales.

- o Categorías de Protección de la Propiedad Intelectual: 1. Propiedad Industrial: Incluye patentes para proteger invenciones técnicas, con requisitos específicos en la Comunidad Andina para evitar biopiratería y proteger el conocimiento tradicional. 2. Derechos de Autor: Protege obras artísticas y literarias. 3. Derechos de Obtentor de Nuevas Variedades Vegetales: Protegen variedades vegetales desarrolladas por obtentores.
- o Secretos Empresariales, Know-How y Goodwill: Los secretos empresariales protegen información confidencial de valor comercial, aunque no se otorga una protección formal en Colombia.

Quinto eslabón. Comercialización

1. Escalamiento y transferencia de tecnología

- Mecanismos de transferencia de tecnología
 - o Cesión: En un contrato de cesión de derechos de propiedad intelectual, el titular de la tecnología transfiere completamente los derechos que posee sobre la misma. Equiparable a una compraventa, el titular cede todos los derechos económicos y asume las responsabilidades que antes correspondían al cedente, a cambio de una compensación financiera.
 - o Licencia: A diferencia de la cesión, el titular conserva los derechos sobre la tecnología y permite a un tercero usarla bajo condiciones específicas. Este tipo de contrato es común en la transferencia de tecnología y conocimiento, autorizando el uso en términos acordados, en un territorio definido y por un período determinado.
 - o Know How: Protege el conocimiento técnico sobre cómo realizar una actividad, sin transferir derechos de propiedad intelectual. Aunque no tiene protección jurídica específica, su valor económico puede equipararse al de un secreto industrial, protegido contra la competencia desleal.
 - o Investigación y desarrollo: Se utiliza para obtener soluciones técnicas específicas mediante contratos de prestación de servicios. En proyectos conjuntos, como la investigación y desarrollo colaborativo, diferentes entidades como universidades, empresas y centros tecnológicos pueden participar mediante convenios de colaboración, definiendo la propiedad intelectual resultante y los derechos asociados.
 - o Investigación patrocinada: Establece la colaboración entre una institución de investigación (como una universidad) y un patrocinador (gubernamental o comercial), financiando la investigación a cambio de derechos preferenciales sobre la propiedad intelectual derivada.



- o Spin offs: Empresas que surgen para explotar conocimientos y tecnologías desarrolladas en instituciones académicas. Pueden ser independientes o vinculadas a la institución, permitiendo la comercialización de resultados de investigación e innovación.

2. Permisos de exportación:

Para exportar productos derivados de la bioprospección de recursos biológicos, se requiere un permiso de exportación emitido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Puede ser un Permiso CITES para especies amenazadas reguladas por la Convención CITES, o un Permiso no CITES para especies no incluidas en esta convención, según el tipo de especie y el propósito de la exportación.

3. Permisos de comercialización de industrias reguladas:

Colombia ha establecido un marco legal para regular la comercialización de productos de biodiversidad en industrias como la farmacéutica, alimentaria y de variedades vegetales. Adaptar la producción a estándares de buenas prácticas de manufactura es crucial, pero costoso y técnica y financieramente exigente para nuevos emprendimientos en bioeconomía. La Ley 2069 de 2020 y el Decreto 1732 de 2021 fomentan la creación de clústeres de innovación para estas industrias, bajo la supervisión de entidades como el Invima y el ICA.

6.5.2 instrumentos de política definidos por aplicación y sus implicaciones

La implementación de instrumentos de política en el contexto de la bioeconomía, vista desde una perspectiva territorial, es un enfoque integral que reconoce la importancia del lugar y las características específicas de cada región. Este enfoque busca armonizar las iniciativas de bioeconomía con las necesidades, capacidades y peculiaridades de los territorios, promoviendo así un desarrollo equilibrado y adaptado a cada contexto.

En este sentido, se destacan los tres instrumentos principales de política enfocados en la bioeconomía desde una perspectiva territorial:

Apoyo directo: este instrumento se centra en acciones específicas y adaptadas a cada territorio, considerando sus particularidades culturales, sociales y ambientales. Se refiere a la implementación de proyectos que respeten y potencien las características únicas de cada región, como programas que valoricen las prácticas tradicionales y el patrimonio local en el marco de la bioeconomía.

Apoyo indirecto: este enfoque implica la creación de un ambiente que fomente la participación activa y consciente de las comunidades locales en la bioeconomía. Incluye la educación y capacitación adaptadas a las necesidades y potenciales de cada territorio, así como la promoción de redes de colaboración entre diferentes regiones para compartir conocimientos y experiencias.

Gobernanza y marco regulatorio: aquí se enfatiza la importancia de políticas y regulaciones que respeten la diversidad territorial y promuevan la participación local en la toma de decisiones. Un marco regulatorio efectivo desde la perspectiva territorial asegura que las iniciativas de bioeconomía se alineen con las necesidades y aspiraciones de las comunidades locales, fortaleciendo la autonomía y el bienestar territorial.

En los anexos de este documento, se presentará un análisis detallado de cómo cada uno de estos instrumentos han sido desarrollados para cada aplicación, destacando casos de éxito y lecciones aprendidas. Este análisis proporcionará una comprensión profunda de cómo la perspectiva territorial en la bioeconomía puede contribuir al desarrollo de los territorios, adaptado a las realidades locales, sin perder de vista los objetivos globales de sostenibilidad.

7. GLOSARIO

Alimentos y bebidas funcionales: son productos que, además de su valor nutricional básico, contienen componentes bioactivos con efectos preventivos o curativos en la salud humana. Entre estos componentes se incluyen antioxidantes, fitoquímicos, probióticos, prebióticos, ácidos grasos omega-3, fibras dietéticas, fitosteroles, proteínas y péptidos bioactivos.

Biodiversidad: variedad de vida en la tierra que incluye la diversidad de especies, ecosistemas y las variaciones genéticas dentro de las especies. La biodiversidad posee un valor intrínseco independiente de las necesidades de los seres humanos y constituye el sustento de la mayoría de las actividades humanas.

Bioeconomía: se define 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” (Global Bioeconomy Summit, 2018).

Bioinsumos: productos utilizados en la agricultura, derivados de fuentes naturales o biológicas, que incluyen semillas, fertilizantes orgánicos, biopesticidas y bioestimulantes, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles y reduciendo la dependencia de químicos sintéticos.

Biopolímeros: polímeros producidos a partir de recursos biológicos, como plantas y microorganismos. Son biodegradables y ofrecen una alternativa sostenible a los polímeros sintéticos derivados del petróleo en una variedad de aplicaciones, incluyendo embalajes, productos médicos y textiles.

Biorrefinería: instalación o proceso que convierte biomasa en energía y productos valiosos, similar a una refinería de petróleo.



Biorremediación: es el proceso de utilizar organismos vivos, principalmente microorganismos y plantas, para descontaminar suelos, aguas subterráneas, superficiales y el aire contaminados con sustancias químicas peligrosas. Este método se basa en la capacidad de estos organismos para metabolizar, inmovilizar o acumular estos contaminantes, transformándolos en compuestos inofensivos o menos tóxicos.

Bonos verdes: instrumentos de deuda utilizados para financiar proyectos que tienen beneficios ambientales positivos, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático y la protección del medio ambiente.

Cadena de valor: se refiere al conjunto de actividades y procesos que agregan valor a los productos y servicios biobasados, desde la obtención de recursos biológicos hasta su transformación, distribución y llegada al consumidor final.

Canje de deuda por servicios ambientales: mecanismo financiero por el cual un país recibe una reducción de su deuda externa a cambio de compromisos para realizar inversiones en conservación y gestión sostenible de los recursos naturales.

CTel (Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel)): conjunto de actividades que involucran el conocimiento científico y tecnológico para desarrollar innovaciones que promuevan el progreso social y económico.

Conocimientos ancestrales: saberes tradicionales de las comunidades indígenas y locales, transmitidos de generación en generación, relacionados con la utilización y manejo de la biodiversidad.

Cosmeceútica: se refiere a productos que combinan propiedades cosméticas y terapéuticas, enfocándose en ingredientes naturales y orgánicos. Estos productos, especialmente en el contexto colombiano, se distinguen por su enfoque en la nutrición capilar y la prevención de la caída del cabello, utilizando ingredientes no convencionales como cebolla, noni, guácimo y café. Dentro de la bioeconomía, las cadenas de valor abarcan una amplia gama de sectores, incluyendo la agricultura, silvicultura, pesca, biotecnología, y la producción de alimentos y bebidas funcionales, cosmeceúticos, biopolímeros, bioenergía, entre otros. Estas cadenas se caracterizan por su enfoque en la sostenibilidad, la innovación y la integración de conocimientos tradicionales y científicos, con el objetivo de desarrollar productos y servicios que no solo sean económicamente viables, sino que también contribuyan a la conservación del medio ambiente y al bienestar social.

Economía basada en el conocimiento: economía que prioriza la generación, distribución y uso del conocimiento como principal motor del crecimiento, la riqueza y el empleo. Se caracteriza por un fuerte enfoque en la educación, la investigación y el desarrollo (I+D) y la innovación.

Economía circular: modelo económico que promueve la reducción, reutilización, reciclaje y recuperación de materiales y energía en los procesos de producción y consumo, minimizando el desperdicio.



Fitomedicamentos: medicamentos derivados de plantas utilizados para tratar y prevenir enfermedades. Representan una intersección entre la medicina tradicional y la farmacología moderna, destacando la importancia de la biodiversidad en la salud humana.

Innovación Abierta: práctica que promueve el uso de flujos de conocimiento externos e internos para acelerar la innovación interna y expandir los mercados para el uso externo de la innovación, respectivamente. Implica la colaboración entre organizaciones, investigadores y la sociedad civil para compartir ideas, recursos y talentos.

OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) (OMPI): agencia especializada de las Naciones Unidas dedicada a desarrollar un sistema internacional equilibrado y accesible de propiedad intelectual, que recompensa la creatividad, estimula la innovación y contribuye al desarrollo económico.

Participación comunitaria: involucramiento activo de las comunidades locales en los procesos de toma de decisiones, planificación y ejecución de proyectos, asegurando que sus necesidades y conocimientos sean considerados.

Patentes: derechos exclusivos concedidos a inventores o titulares sobre una invención, permitiendo controlar su uso comercial durante un período determinado.

PIIOM: Política de Investigación e Innovación Orientada por Misiones (PIIOM): marco político y estratégico que guía las actividades de investigación e innovación hacia la consecución de objetivos específicos, orientados a resolver desafíos sociales, económicos o ambientales significativos.

Propiedad Intelectual (PI): derechos legales otorgados a individuos o entidades sobre sus creaciones intelectuales. Estos derechos permiten a los creadores obtener reconocimiento o ganancia financiera por sus inventos o obras y comprenden patentes, derechos de autor, marcas y diseños industriales.

Servicios Ecosistémicos: beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas, incluyendo, pero no limitado a provisión de alimentos, regulación del clima y enfermedades, soporte de ciclos de nutrientes y beneficios culturales.

Sostenibilidad: principio que busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para satisfacer las suyas, asegurando un equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social.

Superintendencia de Industria y Comercio (SIC): entidad colombiana encargada de promover y proteger la competencia económica, la propiedad industrial, los derechos de los consumidores, entre otros.

Technology Readiness Levels (TRL): Es una metodología utilizada para evaluar y describir el nivel de madurez de una tecnología a lo largo de su desarrollo, desde la idea inicial hasta su plena implementación y uso comercial. Los TRL se originaron en la NASA para evaluar el estado de las tecnologías espaciales, pero su uso se ha extendido a otros sectores, incluida la bioeconomía, para gestionar el desarrollo tecnológico, la innovación y el riesgo asociado.

Transferencia de tecnología: proceso mediante el cual se comparte tecnología, conocimientos, habilidades y métodos de producción entre gobiernos, universidades, organizaciones e industrias para asegurar que avances científicos y tecnológicos sean accesibles para un mayor número de usuarios que pueden desarrollar y explotar estos para nuevos productos, procesos, aplicaciones, materiales o servicios.

Turismo de naturaleza: actividad turística basada en la experiencia y disfrute de la naturaleza, promoviendo su conservación y el desarrollo sostenible de comunidades locales. Incluye ecoturismo y turismo rural.

Vigilancia tecnológica: proceso sistemático de capturar, analizar y explotar conocimientos sobre tecnologías emergentes, innovaciones y desarrollos del mercado para anticipar y responder a cambios.

8. REFERENCIAS

Aldunate, E. y Córdoba, J. (2011). Formulación de programas con la metodología de marco lógico. *Manuales*, 68. <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/uneclac/unpan045744.pdf>

Aramendis R.H. y Rodríguez, A. G. (2021). Oportunidades de la bioeconomía para la recuperación post pandemia de COVID-19: un análisis basado en las recomendaciones de la Misión Internacional de Sabios Colombia 2019. *Recursos Naturales y Desarrollo*, 206. (LC/TS.2021/103), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Aristizábal O., M. C. (s.f.). Análisis sector químico. Corporación Biointropic.

Autor no disponible. (s.f.). Capacidades de investigación y empresariales en Colombia.

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (2023). *Importación y Exportación No CITES*. https://www.anla.gov.co/O1_anla/index.php/allcategories-es-es/231-tramites-y-servicios/tramites/vistos-buenos/importacion-y-exportacion-no-cites

Ayilara, M.S. et al. (2023). Biopesticides as a promising alternative to synthetic pesticides: A case for microbial pesticides, phytopesticides, and nanobiopesticides. *Frontiers in Microbiology*, 14. doi:10.3389/fmicb.2023.1040901.

Biointropic. (2018a). *Estudio sobre bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia, Fase I*.

Biointropic. (2018b). *Estudio sobre bioeconomía, como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia, Fase II. Análisis de la situación y recomendaciones de política de bioeconomía*.

- Bonilla Buitrago, R., González de Bashan, L. E., Pedraza, R. O., Estrada Bonilla, G. A. y Pardo Díaz, S. (2021). Bacterias promotoras de crecimiento vegetal en sistemas de agricultura sostenible. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7405019>
- Bravo, K., y Pereañez, J. A. (2016). Colombian biodiversity, an opportunity for the strengthening of the pharmaceutical and cosmetic industries. *Vitae*, 23(3), 163-165. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v23n3a01>
- Cano-Restrepo, J. A., Luna-Tapia, A. L., Martínez-Hernandez J. F. et al. (2023) Misión Nacional de Bioeconomía: lineamientos para potenciar la bioeconomía en Colombia. En Rincón-Ruiz A. (Ed). 2023. Bioeconomía: Miradas múltiples, reflexiones y retos para un país en crisis estructural. Un libro sobre economías diversas, y economías “otras” para la vida. Centro Editorial – Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Colombia.
- Carrillo-Hormaza, L., & Osorio, E. (2017). Botanical ingredients: the key link in Colombia for the development of innovative and natural pharmaceutical, cosmetic, and food products. *Vitae*, 24(2), 85-87. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v24n2a01>.
- Castillo-Llamosas, A.D., Rodríguez-Martínez, B., Río, G.d., Eibes, G., Garrote, G., Gullón, B. (2021). Hydrothermal treatment of avocado peel waste for the simultaneous recovery of oligosaccharides and antioxidant phenolics, *Bioresource Technology*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125981>
- Castrillón R., M. L. (s.f.). Análisis sector alimentos y bebidas. Corporación Biointropic.
- Castrillón R., M. L. (s.f.). Análisis sector farmacéutico. Corporación Biointropic.
- Chowjarean, V., Phiboonchaiyanan, P. P., Harikarnpakdee, S., & Tengamnuay, P. (2019). A natural skin anti-ageing serum containing pseudobulb ethanolic extract of *Grammatophyllum speciosum*: a randomized double-blind, placebo-controlled trial. *International Journal of Cosmetic Science*, 41(6), 548-557. <https://doi.org/10.1111/ics.12571>.
- Colombia Productiva (2022). Informe de Gestión Colombia Productiva 2022. <https://www.colombiaproductiva.com/CMSMessages/Error.aspx?aspxerrorpath=/CMSPages/PortalTemplate.aspx>
- Comisión Económica para América Latina [CEPAL]. (2022). Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2022: dinámica y desafíos de la inversión para impulsar una recuperación sostenible e inclusiva. Santiago, Chile: Naciones Unidas. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48077-estudio-economico-america-latina-caribe-2022-dinamica-desafios-la-inversion>
- CONPES 3934. (2018). *Política Nacional de Crecimiento Verde*. DNP: Bogotá D.C.
- CONPES 3990. (2020). *Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030*. DNP: Bogotá D.C.



- CONPES 4004. (2020). *Economía circular en la gestión de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales*. DNP: Bogotá D.C.
- CONPES 4021. (2020). *Política Nacional para el control de la deforestación y la gestión sostenible de los bosques*. DNP: Bogotá D.C.
- CONPES 4023 (2021). *Política para la reactivación, la repotenciación y el crecimiento sostenible e incluyente: nuevo compromiso por el futuro de Colombia*. DNP: Bogotá D.C.
- CONPES 4069. (2021). *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022–2031*. DNP: Bogotá D.C.
- Consejo de Estado – Sala de Consulta y Servicio Civil. (8 de Agosto de 1997). Sentencia n° 977.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES]. (2019). Documento CONPES 3930 de 2019 COLOMBIA POTENCIA BIOCEÁNICA SOSTENIBLE 2030. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3990.pdf>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES 3834. (2015). *Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias*. DNP: Bogotá D.C.
- Convención sobre la Diversidad Biológica. (s.f.). Convención sobre la Diversidad Biológica. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Cuadrado–Osorio, P. D., Ramírez–Mejía, J. M., Mejía–Avellaneda, L. F., Mesa, L., y Bautista, E. J. (2022). Agro–industrial residues for microbial bioproducts: A key booster for bioeconomy. *Bioresource Technology Reports*, 20, 101232. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101232>
- DANE (2022). *Boletín Estadístico 2022 Sectorial Agropecuario*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/Bolet%C3%ADn_estad%C3%ADstico_sectorial_agropecuario_2022.pdf
- DANE (2023). *Boletín Técnico de la Cuenta satélite de turismo (CST) 2021 provisional y 2022 preliminar*.
- DANE. (2020). *Diseño Cuenta Satélite de Bioeconomía. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales*.
- DNP–GGGI (2020). *Insumos técnicos Estrategia Nacional de Bioeconomía–ENBE Colombia 2020–2030*.
- Dogget, A. (2004). *A Statistical Comparison of the Root Cause Analysis Tools*. *Journal of Industrial Technology*. <http://c.ymcdn.com/sites/www.atmae.org/resource/resmgr/JIT/doggett010504.pdf>

- Dolge, K., Balode, L., Laktuka, K., Kirsanovs, V., Barisa, A., & Kubule, A. (2023). A Comparative Analysis of Bioeconomy Development in European Union Countries. *Environmental management*, 71(2), 215–233. <https://doi.org/10.1007/s00267-022-01751-3>.
- El-Sayed, E. M. (2020). The role of biofertilizers in reducing agricultural costs, reducing environmental pollution, and achieving sustainable agriculture. *Journal of Agricultural Science and Crop Research*, 1(1), 103–109. <https://www.yumedtext.com/files/publish/published-pdf--6-JASCR-103.pdf>.
- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, A sustainable bioeconomy for Europe. (2018). *Strengthening the connection between economy, society and the environment – Updated bioeconomy strategy*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/792130>.
- Ferrari, F., Striani, R., Fico, D., Alam, M.M., Greco, A. y Esposito Corcione, C. (2022). An overview on wood waste valorization as biopolymers and biocomposites: Definition, classification, production, properties and applications. *Polymers*, 14(24), 5519. <https://doi.org/10.3390/polym14245519>
- Fontagro, Comunicaciones. (2023). *La bioeconomía en la agenda de América latina y el Caribe*. <https://www.fontagro.org/es/publicaciones/prensa/la-bioeconomia-en-la-agenda-de-america-latina-y-el-caribe/#:-:text=El%20objetivo%20de%20FONTAGRO%20es,t emas%20prioritarios%20de%20innovaci3n%20tecnol3gica>.
- Gamez, R.M., Ramirez, S., Montes, M. et al. Complementary Dynamics of Banana Root Colonization by the Plant Growth-Promoting Rhizobacteria *Bacillus amyloliquefaciens* Bs006 and *Pseudomonas palleroniana* Ps006 at Spatial and Temporal Scales. *Microb Ecol* 80, 656–668 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00248-020-01571-0>.
- García-Villegas, A.; Rojas-García, A.; Villegas-Aguilar, M.d.C.; Fernández-Moreno, P.; Fernández-Ochoa, Á.; Cádiz-Gurrea, M.d.l.l.; Arráez-Román, D.; Segura-Carretero, A. (2022). Cosmeceutical Potential of Major Tropical and Subtropical Fruit By-Products for a Sustainable Revalorization. *Antioxidants* 11, 203. <https://doi.org/10.3390/antiox11020203>.
- García-Vallejo, M.C., Agudelo Patiño, T., Poveda-Giraldo, J.A., Piedrahita-Rodríguez, S. y Cardona Alzate, C.A. (2023). Alternatives for the valorization of avocado waste generated in the different links of the value chain based on a life-cycle analysis approach. *Agronomy*, 13(9), 2229. <https://doi.org/10.3390/agronomy13092229>
- Global Bioeconomy Summit. (2018). Global Bioeconomy Summit 2018 Report. Recuperado de https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2021/10/GBS_2018_Report_web.pdf
- Gobierno de España, Ministerio de Economía y Competitividad, Secretaría de Estado de

Investigación, Desarrollo e Innovación. (s. f.). Estrategia Española de Bioeconomía: Horizonte 2030. https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/innovacion-medio-rural/estrategiaenbioeconomia23_12_15_tcm30-560119.pdf

González Álvarez, Julia. (2018). *Documento de investigación 05/2018; Programa de "Trabajo de Futuros", "Panorama de tendencias geopolíticas"*. Las Biorrefinerías: aplicación a materiales y residuos lignocelulósicos. Horizonte 2050. Organismo solicitante del estudio: Instituto Español de Estudios Estratégicos (IEEE)- Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (Ceseden).

Grand View Research. (s.f.). Agricultural Biologicals Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Biopesticides, Biofertilizers, Biostimulants), By Application (Cereals & Grains, Oilseeds & Pulses, Fruits & Vegetables), And Segment Forecasts, 2022-2030. Recuperado de <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/agricultural-biologicals-market>

Grillo, G.; Tabasso, S.; Solarino, R.; Cravotto, G.; Toson, C.; Ghedini, E.; Menegazzo, F.; Signoretto, M. (2021). From Seaweeds to Cosmeceutics: A Multidisciplinary Approach. *Sustainability*, 13, 13443. <https://doi.org/10.3390/su132313443>.

Hamed, S. M., Abd El-Rhman, A. A., Abdel-Raouf, N., & Ibraheem, I. B. M. (2018). "Role of marine macroalgae in plant protection & improvement for sustainable agriculture technology". *Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1), 104-110. <https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2017.08.002>.

Howlett, M., Ramesh, M. and Perl, A. (2009). *Studying Public Policy Policy Cycles and Policy Subsystems*. Oxford.

Herrera-Rodríguez, T., Parejo-Palacio, V., González-Delgado, Á. (2023). Evaluación ambiental mediante algoritmo de reducción de residuos WAR de la producción de aceite y biochar a partir de aguacate criollo en el Norte de Colombia. *Revista Ing-Nova*, 2(1), 11-22. <https://doi.org/10.32997/rin-2023-4259>

<http://dx.doi.org/10.1351/pac200173071163>

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (s. f.). Fertilizantes y bioinsumos. <https://www.ica.gov.co/getdoc/a5c149c5-8ec8-4fed-9c22-62f31a68ae49/fertilizante-s-y-bio-insumos-agricolas.aspx>.

International Union for Conservation of Nature. (2022). *Digital genetic information and conservation*. IUNC Issues brief. <https://www.iucn.org/resources/issues-brief/digital-genetic-information-and-conservation>

Invima. (2023). *Establecimientos fabricantes de productos cosméticos que cuentan con*



capacidad de producción.
<https://www.invima.gov.co/documents/20143/4459455/CCP+COSMETICOS+ENERO+2023.pdf>.

Invima. *Cosméticos*. <https://www.invima.gov.co/cosmeticos>.

Invima. *Sala especializada de medicamentos fitoterapéuticos, homeopáticos y suplementos dietarios*.
<https://www.invima.gov.co/documents/20143/4198364/CCP+COSMETICOS+DICIEMBRE+2022.pdf>

Jadoon S, Karim S, Bin Asad MH, Akram MR, Khan AK, Malik A, Chen C, Murtaza G. (2015). Anti-Aging Potential of Phytoextract Loaded-Pharmaceutical Creams for Human Skin Cell Longevity. *Oxid Med Cell Longev*. 2015:709628. doi: 10.1155/2015/709628. Epub 2015 Sep 10. PMID: 26448818; PMCID: PMC4581564.

Jiménez Torres, A. (2023). *Caracterización de los procesos productivos referentes a la bioeconomía en Colombia*. DANE, DNP, Fondo Acción.

Lachman, J., Bisang, R., de Obschatko, E. S. y Trigo, E. (2020). Bioeconomía: una estrategia de desarrollo para la Argentina del siglo XXI. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/12478/BVE20108164e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Lombeida García, E., Medina Litardo, R., Cobos Mora, F., & Hasang Morán, E. S. (2020). Importancia de los conocimientos tradicionales, recursos genéticos y derechos de propiedad intelectual. *Journal of Science and Research*, 5(Extra 1), 60-78.

Manickam, V., Sundar, V., Panchangam, R.L., Amity, S, K.A., Tamizhselvi, R. (2021). Nanotechnology in Delivery and Targeting of Phytochemicals. In: Yata, V., Ranjan, S., Dasgupta, N., Lichtfouse, E. (eds) *Nanopharmaceuticals: Principles and Applications Environmental Chemistry for a Sustainable World*, 47. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44921-6_6.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-44921-6_6.

Martín, M., Taifouris, M. y Galán, G. (2023). *Lignocellulosic biorefineries: A multiscale approach for resource exploitation*. Bioresource Technology.

Mejía Zapata, C. (s.f.). Análisis sector cosmético y Aseo. Corporación Biointropic.

Markets and Markers (2021). Functional Food Ingredients Market. Recuperado de: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/functional-food-ingredients-market-9242020.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAmZGrBhAnEiwAo9qHiYlz2Hw7lS6xtMqqyeAbcl5AGGX5VrarheoixMeWmEJOPzo4kO7NsBoCs8EQAyD

Martínez, M. (1997). Molecular Systematics: comparison between different techniques and

applications. *Botanical Sciences*, 60, 123-136. <https://doi.org/10.17129/botsci.1525>

Melgarejo, L. M. (2013). Bioprospecting as a possible development mechanism for Colombia. *Acta Biologica Colombiana*, 18(1), 19-30.

Mendoza Guerra, Y.I., Castro Echavez, F. L., Marín Leal, J. C. y Behling Quintero, E. H. (2016) Fitorremediación como alternativa de tratamiento para aguas residuales domésticas de la ciudad de Riohacha (Colombia). *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 39(2). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702016000200004

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina. (s.f.). Modelo de negocios para el agregado de valor a la biomasa. Recuperado de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bioeconomia/archivos/Modelo_de_negocios.pdf

Ministerio de Agricultura, Pecuario y Abastecimiento. (2021). MAPA, *Programa Bioeconomía Brasil, Sociodiversidad*. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/hortalicas/2019/58a-ro/bioeconomia-dep-saf-mapa.pdf>.

Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicaciones (MCITC). (2018). *Plan de Acción en Ciencia, tecnología e Innovación en Bioeconomía*, https://repositorio.mctic.gov.br/bitstream/mctic/4355/1/2018_plano_acao_ciencia_tecnologia_inovacao_bioeconomia.pdf

Ministerio de Economía Argentina, Observatorio Bioeconomía. *Marco legal*. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/observatorio_bioeconomia/institucional/politicas/index.php.

Ministerio de Economía Argentina, Subsecretaría de alimentos. *Bioeconomía y desarrollo regional*. Disposición 11/2023 <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/disposicion-11-2023-383477/texto>

Ministerio De Economía Argentina, Subsecretaría De Alimentos. *Bioeconomía Y Desarrollo Regional*. <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/alimentos-y-bioeconomia/programa-fomento-de-la-bioeconomia>.

Ministerio De Economía, Subsecretaría De Alimentos, Bioeconomía Y Desarrollo Regional. (2023). *Disposición 11/2023*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/disposicion-11-2023-383477/texto>

Moreno, D. M. L., Torres, E. A. A., & Álvarez, M. I. G. (2021). El mercado de los biofertilizantes. Recuperado de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/37084/Ver_Documento_37084.pdf?sequence=6.



- Miedzinski, M., Mazzucato, M., & Ekins, P. (2019). A framework for mission-oriented innovation policy roadmapping for the SDGs: The case of plastic-free oceans (UCL Institute for Innovation and Public Purpose, Working Paper Series No. IIPP WP 2019-03). Obtenido de https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/sites/public-purpose/files/a_framework_for_mission-oriented_policy_roadmapping_for_the_sdgs_final.pdf
- Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) y Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). (2018). Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia. https://repositorio.mctic.gov.br/bitstream/mctic/4355/1/2018_plano_acao_ciencia_tecnologia_inovacao_bioeconomia.pdf
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (s. f.). Misión de Sabios. https://minciencias.gov.co/mision_sabios
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. (s.f.). Política de Turismo de Naturaleza. Recuperado de <https://www.mincit.gov.co/minturismo/calidad-y-desarrollo-sostenible/politicas-del-sector-turismo/politica-de-turismo-de-naturaleza>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y Confecámaras. (s. f.). Red Cluster Colombia. <https://redclustercolombia.gov.co/>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (s. f.). Estadísticas territoriales de turismo. <https://portucolombia.mincit.gov.co/tematicas/estadisticas-territoriales/estadisticas-territoriales-de-turismo-1>
- Ministerio del Interior. (s. f.). Proceso de consulta previa. <https://www.mininterior.gov.co/proceso-de-consuta-previa/>
- Mordor Intelligence Research & Advisory. (s. f.). Análisis participación y tamaño del mercado de productos químicos de plataforma de base biológica tendencias y pronósticos de crecimiento (2024-2029). <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/bio-based-platform-chemicals-market>
- Muñoz Rojas, T. M., Giraldo-Builes, J., y López Gómez, M. (2019). Mecanismos de protección de los conocimientos tradicionales: el caso de Colombia. *Revista Derecho del Estado*, 43, 235-264. <https://doi.org/10.18601/01229893.n43.09>
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2023). *Prototipo de medición sobre dinámica sectorial-académica de la Misión de Bioeconomía*.
- OECD (2009). Executive Summary. En *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264056886-2-en>.



- OECD. (2018). *Meeting Policy Challenges for a Sustainable Bioeconomy*. OECD Publishing, <https://www.oecd.org/publications/policy-challenges-facing-a-sustainable-bioeconomy-9789264292345-en.htm>.
- OIT. (2021). *La bioeconomía y los empleos verdes en Colombia*.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2020). Propiedad intelectual y recursos genéticos, conocimientos tradicionales y expresiones culturales tradicionales. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/wipo_pub_933_2020.pdf
- Ortegon, E., Pachecho, J. y Prieto, A. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyecto. *Serie Manuales*, 42. http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf?sequence=1
- Pinzón, D. G. (2020). *Compuestos bioactivos derivados de plantas utilizados en productos cosmecéuticos*. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/49903>.
- Pizarro Correal, C. (s.f.). Análisis sector salud. Corporación Biointropic.
- Plan Nacional de Negocios Verdes 2022-2030. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia (2022). Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Biointropic y Corporación Biocomercio Sostenible. WRI: Bogotá.
- Presidencia de la República de Colombia. (2013). Decreto No. 1376 de 2013. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Decreto-1376-de-2013.pdf>
- Puder, Janina & Tittor, Anne. (2023). Bioeconomy as a promise of development? The cases of Argentina and Malaysia. *Sustainability Science*, 18. 1-15. 10.1007/s11625-022-01284-y.
- Rathee, P., Renu S., Pooja R., Anurag K., Esra K. A., Khatkar, S., Redhu, A., Türkcanoğlu, G., and Sobarzo-Sánchez, E. (2023). Polyphenols: Natural Preservatives with Promising Applications in Food, Cosmetics and Pharma Industries; Problems and Toxicity Associated with Synthetic Preservatives; Impact of Misleading Advertisements; Recent Trends in Preservation and Legislation. *Materials* 16, (13), 4793. <https://doi.org/10.3390/ma16134793>
- Reyna Carrera, M. J. (2019). Biopiratería: otro reto para el desarrollo sostenible. *Revista Auctoritas Preidentium*, 20, 1-13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6957086>
- Rodríguez, A. G., Rodrigues, M. y Sotomayor, O. (2019). Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe. *Recursos Naturales y Desarrollo*, 191, (LC/TS.2019/25). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f23d8b68-db93-4013-8556-18ab4061d01e/content>

Rodríguez, A.G., & Aramendis, R.H. (2019). El financiamiento de la bioeconomía en América Latina: identificación de fuentes nacionales, regionales y de cooperación internacional. *Serie Recursos Naturales y Desarrollo*, 193. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/12478/BVE20108164e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rojas, P. A., C. A. Ospina, C. Villafañe, X. Carranza, L. H. Escobar, L. A. García, J. M. Murillo, B. A. Acevedo & M. C. Orjuela. (2016). Manual de solicitud del contrato de acceso a recursos genéticos y sus productos derivados en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
<https://www.udca.edu.co/wp-content/uploads/2020/04/manual-solicitud-contrato-acceso-recursos-geneticos-colombia.pdf>

Rosero García, D. A. y Rentería Arango, M. A. (2020). Estudios sobre la biorremediación en Colombia. *Hechos Microbiológicos*, 10(1-2), 39-48.
<https://doi.org/10.17533/udea.hm.v10n1a05>.

Scienti. (2023). Archivo Excel:

Grupos - Investigadores - Revistas - Búsqueda - Línea - Industria (v2).xlsx.
Suministrado por: Claudia Liliana Castro

Sentencia n° 977 de Consejo de Estado - Sala de Consulta y Servicio Civil, de 8 de Agosto de 1997

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2011a). Introducción al acceso y participación en los beneficios. Convenio sobre la diversidad biológica (ABS).
<https://www.cbd.int/abs/infokit/revised/print/brochure-es.pdf#:~:text=Consentimiento%20fundamentado%20previo%20%28CFP%29%3A%20es%20el%20permiso%20otorgado,con%20un%20marco%20institucional%20y%20legal%20nacional%20adecuado.>

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2011b). Convenio sobre la diversidad biológica (ABS).
<https://www.cbd.int/abs/infokit/revised/web/factsheet-bonn-es.pdf>

Silverman, A. B. (1994). Writing an effective invention disclosure. *JOM*, 46, 70.
<https://doi.org/10.1007/BF03220679>

Sistema de Información sobre Comercio Exterior (SICE). (s.f.). Decisiones y documentos del Consejo de la Junta de Gobernadores del Acuerdo de Cartagena. Recuperado de <http://www.sice.oas.org/trade/junac/decisiones/dec391s.asp>

- Sinan, K. I., Zengin, G., Zheleva-Dimitrova, D., Gevrenova, R., Picot-Allain, M. C. N., Dall'Acqua, S., Behl, T., Goh, B. H., Ying, P. T. S., & Mahomoodally, M. F. (2021). Exploring the chemical profiles and biological values of two spondias species (*S. Dulcis* and *S. Mombin*): Valuable sources of bioactive natural products. *Antioxidants*, 10(11), [1771]. <https://doi.org/10.3390/antiox10111771>
- Singh, S., & Ojha, A. (2021). An overview of some biopesticides and their importance in plant protection for commercial acceptance. *Journal of Fungi*, 7(6), 437. <https://doi.org/10.3390/jof7060437>.
- Solarte-Toro, J. C., Ortiz-Sanchez, M., Restrepo-Serna, D. L., Peroza Piñeres, P., Pérez Cordero, A. y Cardona Alzate, C. A., Influence of products portfolio and process contextualization on the economic performance of small- and large-scale avocado biorefineries. *Bioresource Technology*, 342, 2021, 126060.
- Solarte-Toro, J.C.; Cardona Alzate, C.A. Sustainability of Biorefineries: Challenges and Perspectives. *Energies*, 16, 3786. <https://doi.org/10.3390/en160937866>
- Steffen, Will & Broadgate, Wendy & Deutsch, Lisa & Gaffney, Owen & Ludwig, Cornelia. (2015). The Trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*. 10.1177/2053019614564785.
- Villanueva-Mejía, D. F. (s.f.). Análisis sector agrícola y pecuario. Universidad EAFIT.
- Vargas, R., Mondaini, A. y Rodríguez, A. G. (2023). Cuentas satélite de bioeconomía para 13 países de América Latina y el Caribe: metodología y resultados. *Recursos Naturales y Desarrollo*, 219 (LC/TS.2023/138). CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/19f09d4d-6bbc-43a7-9dec-579c7b7583f0/content>
- Vidali, M. (2001) Bioremediation: An Overview. *Pure and Applied Chemistry*, 73, 1163-1172.
- World Wildlife Fund [WWF]. (2017). Colombia Viva - Informe 2017. Recuperado de <https://www.wwf.org.co/?316652/Informe-Colombia-Viva-2017>

9. ANEXOS

Anexo 1. Socializaciones territoriales Misión Bioeconomía y Territorio

Taller "Bioeconomía en acción: caminos hacia la sostenibilidad en Latinoamérica"

Considerando la importancia de promover la cooperación científica, tecnológica y de innovación, reconociendo la necesidad de fomentar la conservación y el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, así como la importancia de los lazos entre el desarrollo sostenible y la ciencia, la tecnología y la innovación a través de la cooperación bilateral, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación en articulación con el Instituto de Ambiente de Estocolmo (SEI), organizaron el taller Bioeconomía en acción: caminos hacia la sostenibilidad en Latinoamérica con aprendizajes desde África y Asia, cuyo objetivo fue contribuir al avance de la bioeconomía en Colombia y Latinoamérica a través del intercambio de experiencias internacionales que estimulen la transición a la sostenibilidad, generando planes de acción para su puesta en marcha.

Este taller contempló varias fases de trabajo: la primera fase, incluyó presentaciones en plenaria con los representantes de los ministerios y agencias implementadoras de la bioeconomía en Colombia, así como de otros países de Latinoamérica (Brasil, Ecuador y Costa Rica), además de África del este y Asia (Malasia y Tailandia). La segunda fase se desarrolló a través de mesas de trabajo para analizar diferentes aspectos relacionados con los tres niveles de la implementación de la bioeconomía (micro, meso y macro), así como un espacio en el que participaron los actores regionales invitados al taller, en el que se discutieron aspectos relacionados con el alcance de la Misión Bioeconomía y Territorio, considerando que para Minciencias es muy importante que la formulación de la hoja de ruta diseñada para esta misión, sea concertada con todos los actores interesados.

La tercera fase de este taller incluyó una visita de campo en Bogotá y sus alrededores para conocer experiencias de empresas relacionadas con bioeconomía. La fase final, resaltó las conclusiones que aportan a complementar el plan de acción para la puesta en marcha de la bioeconomía en Colombia, asegurando la sostenibilidad y facilitando la gestión de las micro, pequeñas y medianas empresas MiPyMEs.

Socialización realizada con los actores de las regiones Caribe, Pacífico y Amazonía

La Mesa de trabajo sobre biotecnología para contribuir a la productividad y competitividad en las regiones de Colombia fue un espacio estratégico desarrollado en el marco de la Misión Bioeconomía y Territorio. Esta iniciativa reunió a diversos actores regionales, con el objetivo de explorar las tecnologías más prometedoras en biotecnología para mejorar la productividad y competitividad en las regiones participantes. Durante el evento, se destacó la importancia de la biotecnología en el contexto económico actual y su capacidad para impulsar un desarrollo sostenible y equitativo en las comunidades territoriales.

La jornada inició con una introducción que presentó el propósito del taller y se resaltó el trabajo realizado por la Misión de Bioeconomía y Territorio, mencionando los avances



logrados hasta la fecha. Se enfatizó cómo esta iniciativa puede impulsar la investigación y aplicación de la biotecnología en diversos sectores económicos, generando un impacto positivo en las regiones. Posteriormente, los participantes realizaron un ejercicio de reflexión para compartir sus perspectivas sobre cómo entienden la biotecnología y qué importancia le atribuyen para el desarrollo regional. A través de este intercambio de ideas, se obtuvieron diferentes enfoques y percepciones que enriquecieron las discusiones subsiguientes.

La siguiente parte del taller se centró en exponer los sectores económicos con alto potencial para beneficiarse de la biotecnología. Se presentaron ejemplos concretos de cómo esta tecnología puede agregar valor y generar nuevos productos en cadenas de valor específicas. Esta presentación despertó el interés y la participación activa de los asistentes.

En la segunda mitad del taller, se abordaron los cuellos de botella y limitaciones que enfrenta la biotecnología a nivel regional. Los participantes compartieron experiencias y desafíos encontrados en sus respectivas regiones, identificando limitaciones técnicas, financieras e institucionales que obstaculizan su desarrollo pleno. A través de un diálogo abierto y colaborativo, se generó un ambiente propicio para la búsqueda de soluciones y estrategias para superar los obstáculos identificados. Se resaltó la importancia de la colaboración entre instituciones y la participación activa de las comunidades en la toma de decisiones para lograr un desarrollo sostenible y equitativo.

Cabe resaltar que, la biotecnología es entendida de manera diversa en diferentes regiones de Colombia. En la región Amazonía, representada por Rosmira Narváez, representante legal de Agroinpa, quienes se encuentran ubicados en Puerto Asís, Putumayo y trabaja con Frutos amazónicos, principalmente con Arazá, Azaí, Copoaz, Cocona, Camu Camu, Canangucha entre otras, lo percibe como una oportunidad para aprovechar la biodiversidad y generar ingresos y empleo a través de una bioeconomía sostenible.

En la región Pacífico, según Hamilton Valoyes de Chocó, representante de la iniciativa Agroinsumos valoyes que realiza transformación de frutas, pulpas deshidratadas, ají con frutas y demás productos locales, la biotecnología es vista como la tecnología aplicada a la vida y se enfoca en potencializar los recursos biológicos para generar nuevos productos y mejorar el nivel de vida, destacando el valor agregado y la generación de empleo.

Por otro lado, en la región Caribe, representada por Paula Andrea Sánchez, socia fundadora de Acsa cesar, es una entidad sin ánimo de lucro, que nace como una fundación del sector agropecuario, principalmente en Valledupar y José Luis Garrido, quien parte de la Asociación de Pescadores Artesanales Cría Pez, la cual lleva 25 años, pasando de ser pescadores a piscicultores, se reconoce la biotecnología como una herramienta que mejora la producción local, genera valor agregado y sostenibilidad a los procesos, y ofrece alternativas económicas para el desarrollo sostenible de sus sectores.

En cuanto a los sectores y cadenas de valor con alto potencial para beneficiarse de la biotecnología, se mencionan diversas aplicaciones. En la restauración de bosques de manglar en la región Caribe, se podrían utilizar semillas de mangle negro como fungicidas para proteger las plántulas. En el sector agrícola, los microorganismos eficientes podrían



utilizarse mediante aspersión para combatir plagas en frutos amazónicos como el Copoazú. Sin embargo, se precisa más información en estas áreas para concretar las técnicas y cadenas de valor específicas.

En cuanto a los obstáculos para el desarrollo de la biotecnología a nivel regional, cada región enfrenta sus propios retos. En la región Caribe, se menciona la falta de apoyo de los gobiernos locales, la tramitología y la necesidad de mayor apoyo a la investigación. Para superar estos obstáculos, se sugiere formar y capacitar a la mano de obra local, valorar el conocimiento ancestral, y transferir conocimientos y experiencias exitosas a través de eventos y ferias.

En la región Amazonía, se destacan obstáculos como la falta de cobertura de proyectos y apoyo a poblaciones vulnerables, la falta de presupuesto para institutos de investigación y la escasa socialización de estudios e investigaciones a la comunidad. Para abordar estas limitaciones, se propone fortalecer el Instituto Sinchi, así como promover políticas públicas para incentivar el consumo local y valorar el conocimiento y saberes locales.

En el caso del Pacífico, se menciona la falta de cobertura para apoyar proyectos productivos integrales, desarticulación institucional, y poco apoyo presupuestal para asociaciones. Para superar estos obstáculos, se sugiere proporcionar apoyo social y económico a los proyectos, brindar educación ambiental, y ampliar la oferta de capacitación para impulsar el uso de productos locales y promover la transferencia de experiencias exitosas.

Entre las problemáticas transversales identificadas, se encuentran la falta de apoyo de otras entidades, desigualdades en las oportunidades de participación en el mercado, dificultades en la financiación de proyectos, el impacto de la pandemia, y la necesidad de una sostenibilidad social, económica y ambiental. También se resalta la importancia de una perspectiva territorial de necesidades y saberes para comprender plenamente las particularidades de cada región y aprovechar sus recursos locales.

De la misma forma, las reflexiones realizadas en torno a la biotecnología y su impacto en los territorios y procesos productivos revelan la importancia de un enfoque integral y colaborativo para lograr un desarrollo sostenible y equitativo en las diferentes regiones de Colombia. Cada región, representada por Amazonas, Caribe y Pacífico, ha destacado sus propias necesidades y oportunidades, pero todos coinciden en la relevancia de la articulación institucional y la participación activa de las comunidades locales.

En la región del Amazonas, se reconoce la importancia de apoyar a toda la cadena de biotecnología para generar fuentes de empleo e ingresos, y se enfatiza en la necesidad de una gobernanza coherente y políticas públicas articuladas para impulsar las iniciativas locales.

En el Caribe, la región se enfoca en proyectos de investigación para potenciar nuevos usos de la biodiversidad y enfrentar los desafíos de la minería a cielo abierto como se evidencia en el departamento del Cesar. La implementación de la biotecnología en proyectos de transición energética y bioeconomía podría brindar nuevas oportunidades y enfoques para el desarrollo local, con especial énfasis en beneficiar a las comunidades de manera



colectiva.

En el Pacífico, se destaca la corresponsabilidad y la necesidad de una articulación institucional eficiente para apoyar iniciativas concretas relacionadas con la biotecnología y así impulsar el desarrollo de la región.

Para abordar estos desafíos, se requiere un enfoque integral y colaborativo liderado por instituciones y comunidades. El papel del Ministerio es crucial en esta tarea, ya que debe promover y facilitar la articulación entre las diferentes entidades, así como brindar apoyo y financiamiento para proyectos de biotecnología que beneficien a las regiones y contribuyan al desarrollo sostenible del país.

Socialización territorial región Orinoquía

Este taller fue desarrollado con el propósito de generar propuestas concretas que refuercen la economía regional, enfocándose en soluciones biobasadas en sectores clave. Este enfoque busca impulsar el desarrollo local en el marco de la Misión de Bioeconomía y Territorio. Durante la sesión, se proporcionó una visión completa de la Misión de Bioeconomía y Territorio, destacando su enfoque en la transformación productiva y el desarrollo sostenible basado en recursos biológicos. Asimismo, se hizo énfasis en la importancia de generar proyectos específicos que tengan un impacto directo en la economía de la región.

Para garantizar un debate fructífero y colaborativo, el taller se estructuró en diversas etapas. Se inició con la identificación de cadenas de valor y recursos biobasados potenciales para el desarrollo regional. Posteriormente, se discutieron las limitaciones y los desafíos que podrían obstaculizar la implementación de estas iniciativas. En una tercera fase, los participantes se centraron en la formulación de acciones concretas y la definición de objetivos específicos. Finalmente, se resumieron todos estos elementos con el fin de elaborar un portafolio de proyectos efectivo y aplicable.

Se hizo hincapié en que las contribuciones de los participantes son fundamentales para el éxito del taller y la posterior implementación de los proyectos discutidos. En resumen, el taller sirvió como una herramienta de colaboración para abordar los retos multidimensionales de la sostenibilidad y el desarrollo de la región de la Orinoquía, promoviendo una estrategia holística basada en la ciencia, la tecnología y la cooperación intersectorial.

Exploración de Sectores con Potencial para el desarrollo de productos y servicios biobasados en la región de la Orinoquía

Durante el taller, se discutieron varias estrategias y proyectos en detalle, con el objetivo de fomentar tanto la conservación como el desarrollo sostenible en la Región de la Orinoquía. A continuación se desglosan las iniciativas más destacadas:

- Conservación y reintroducción del Caimán Llanero: enfatizándose la importancia de acciones inmediatas, se consideró el desarrollo de un programa de conservación de amplio alcance que podría incluir medidas como monitoreo constante, educación

pública y colaboración con las autoridades gubernamentales para asegurar la protección de la especie.

- Conservación de especies emblemáticas: se propuso una estrategia completa que engloba diversas especies icónicas de la región, como el chigüiro y el venado cola blanca. Este programa tendría un enfoque multidisciplinario que combina investigación, monitoreo y educación pública para abordar las amenazas a su hábitat y población.
- Programa de conservación de especies amenazadas: se consideró un plan robusto destinado a la conservación de especies en peligro crítico, como las tortugas charapa y terecay. Este programa implicaría prácticas de cría en cautiverio y liberación controlada, así como la reintroducción de huevos en su entorno natural, coordinando estas acciones con campañas de sensibilización comunitaria.
- Inventario de especies endémicas y potencial ornamental: se abogó por la realización de un extenso inventario de especies endémicas con potencial ornamental y comercial, explorando su viabilidad en los mercados locales e internacionales.
- Corredor ecológico para el Jaguar: se planteó la creación de un corredor de biodiversidad que interconecte zonas clave para la supervivencia y tránsito de los jaguares, mejorando así sus oportunidades de conservación.
- Desarrollo sostenible alrededor del Moriche: se presentó una iniciativa que busca promover la utilización sostenible del moriche, incluyendo su potencial para productos como aceite y artesanías, al mismo tiempo que se protege su entorno natural.
- Sostenibilidad en la ganadería: se habló de la implementación de prácticas sostenibles en la industria ganadera, particularmente en las sabanas inundables y piedemonte. Este proyecto aspira a desarrollar una cadena de valor sustentable para la carne.
- Mejoramiento genético y producción de material vegetal : se informó sobre los avances en investigación y desarrollo para mejorar genéticamente diferentes tipos de plantas con el fin de incrementar su productividad y resistencia a enfermedades.
- Identificación de vectores y enfermedades: se discutió el progreso en la identificación de vectores de enfermedades que afectan a las plantas, y cómo esta información podría usarse para un control más efectivo.
- Consolidación de infraestructura para cultivos: se propuso un plan para robustecer la infraestructura existente para la producción de cultivos clave como la piña, el plátano y la yuca.

- Evaluación de escarabajos en cultivos de palma: se expuso un estudio sobre la incidencia de escarabajos en estos cultivos y el uso de feromonas como método de control.
- Corredor agrologístico: se mencionó un corredor que integraría información sobre los cultivos y actividades de los distintos actores en la cadena de producción, con el fin de optimizar la logística y distribución.

La discusión abarcó una variedad de enfoques para la conservación y el uso sostenible de recursos biobasados en la región, destacando la importancia de acciones concretas, educación ambiental y colaboración entre diferentes actores. Se resaltó la necesidad de delimitar y priorizar estrategias, establecer una base sólida de conocimientos y capacidades, y evaluar el potencial de mercado tanto local como de exportación.

Limitaciones y cuellos de botella

Durante el taller, se abordaron múltiples desafíos que actualmente obstaculizan el desarrollo sostenible y la implementación de soluciones biobasadas en la región. Estos cuellos de botella y limitaciones se discutieron en profundidad y se categorizan a continuación:

- Conectividad y divulgación de información: los participantes resaltaron que la escasa conectividad, especialmente en áreas rurales, impide la efectiva transferencia de conocimientos y la difusión de los resultados de investigaciones clave.
- Estándares y certificaciones: se resalta la importancia de adoptar certificaciones y estándares internacionales en laboratorios y para productos. La ausencia de estos parámetros puede frenar la aceptación de investigaciones y su posterior implementación.
- Transferencia de conocimiento: se hizo énfasis en la importancia de establecer mecanismos robustos para la divulgación de información técnica y científica, asegurando que esta llegue a todos los niveles de la cadena productiva.
- Estrategias para la priorización de proyectos: se abogó por la necesidad de establecer criterios claros para priorizar proyectos y enfoques, con el objetivo de maximizar el impacto y la eficacia en la implementación de soluciones.
- Infraestructura y recursos: se destacó la relevancia de contar con la infraestructura adecuada y recursos disponibles en el terreno para llevar a cabo proyectos exitosos, que podrían servir como modelos a replicar en otras regiones.
- Apropiación social del conocimiento: se resaltó el papel crítico que desempeña la apropiación del conocimiento en la comunidad, enfocándose en cómo dicho conocimiento puede ser transferido efectivamente para mejorar las prácticas agrícolas, entre otros.

- Manejo de la innovación y extensión rural: se reconoció que estos componentes, aunque cruciales, no son siempre plenamente comprendidos por todos los participantes en el desarrollo, lo que puede restringir el éxito de los proyectos.
- Acceso a datos climáticos: la falta de información detallada sobre las condiciones climáticas en la región fue señalada como un factor que puede complicar la planificación en sectores como la agricultura y la ganadería.
- Enfoque de priorización: se recalcó la imperativa necesidad de establecer prioridades en áreas de investigación y proyectos para garantizar que los recursos sean utilizados de la manera más efectiva posible.
- Coordinación interinstitucional: la discusión concluyó con el llamado a fortalecer la colaboración entre diferentes entidades e instituciones para asegurar un alineamiento efectivo en la implementación de estrategias de desarrollo sostenible en la región.

Este espacio aborda una serie de desafíos que se encuentran interrelacionados, donde se destacan desde brechas en el acceso a la información y la adopción de estándares, hasta la necesidad de una coordinación y priorización más efectivas. Estas discusiones marcan un punto de partida crucial para abordar las limitaciones existentes y preparar el terreno para futuros avances en la región.

Diseño de iniciativas concretas para fortalecer el desarrollo de productos y servicios biobasados en sectores clave de la economía regional

Durante esta etapa del taller, se concentraron los esfuerzos en concebir iniciativas específicas para impulsar el desarrollo de productos y servicios biobasados en sectores económicos clave de la región. A continuación, se resumen los puntos cruciales abordados:

- Información y enfoque estratégico: se resalta la necesidad de disponer de datos concretos sobre recursos disponibles y áreas prioritarias. Este enfoque permitiría la formulación de proyectos más efectivos, alineados con las necesidades técnicas y financieras de ciertas cadenas productivas.
- Apropiación social del conocimiento: se hizo hincapié en la relevancia de asegurar que las comunidades locales comprendan y apliquen el conocimiento científico de manera adecuada. Esto debería considerar factores culturales y de conservación ambiental para lograr una implementación más efectiva.
- Retos en comunicación y participación: se señaló que la colaboración entre distintos actores plantea desafíos, especialmente en términos de convocatoria y participación. Las barreras geográficas y la falta de incentivos adecuados a menudo obstaculizan las reuniones y el compromiso activo.
- Vigilancia de mercado y adaptabilidad: se puso de relieve la importancia de mantener una vigilancia continua sobre las tendencias del mercado, especialmente para cadenas productivas como la piña y el mango. La adaptabilidad a las demandas cambiantes del mercado es crucial para el éxito a largo plazo.

- Dificultades financieras y de gestión: se identificaron varios desafíos relacionados con la financiación y administración de proyectos. La complejidad aumenta cuando se busca trabajar en alianza con otras instituciones, lo cual requiere una coordinación meticulosa.
- Planificación estratégica y fortalecimiento de capacidades a nivel local: se sugirió una estrategia de planificación que abarque diversos aspectos: evaluación de mercado, mejoramiento de la calidad de producción, investigación de posibles subproductos y fortalecimiento de capacidades locales.

La discusión se centró en la necesidad de desarrollar un enfoque integral para la promoción de productos y servicios biobasados. Este enfoque debe ser lo suficientemente flexible como para adaptarse a condiciones cambiantes, pero lo suficientemente riguroso como para abordar desafíos en la financiación, la administración y la participación de múltiples actores. Este equilibrio permitirá impulsar iniciativas más robustas y sostenibles en los sectores económicos clave de la región.

Algunas conclusiones y aspectos clave

Al cierre de este espacio, se generaron varias conclusiones que contribuyeron a la construcción de una visión holística para el desarrollo sostenible y la transformación productiva en la región de la Orinoquía. Se resaltó la necesidad de focalizar estrategias orientadas en la utilización de recursos biológicos para impulsar la economía regional. La diversidad de sectores con potencial para beneficiarse de esta transformación es notable, desde la conservación de especies hasta la implementación de buenas prácticas en el sector agrícola. Sin embargo, estos esfuerzos se ven obstaculizados por una serie de desafíos, como la falta de conectividad en áreas rurales, que limita el acceso a la información y la transferencia de conocimientos.

Para abordar estos desafíos, se resaltó la necesidad de adoptar certificaciones y estándares específicos que den credibilidad y solidez a las investigaciones y productos desarrollados. Además, se enfatizó la importancia de establecer mecanismos eficaces para la transferencia de conocimiento a los actores en el territorio, así como la importancia de la apropiación social del conocimiento para el mejoramiento de las prácticas agrícolas y otras áreas.

En el tema de la planificación, se sugiere que esta debe ser estratégica, enfocándose en proyectos clave y priorizando aquellos con un impacto significativo. Esto se complementa con la necesidad de una infraestructura adecuada y una gestión de recursos eficiente, especialmente en colaboración con otras instituciones. Finalmente, se hizo énfasis en la necesidad de una coordinación interinstitucional sólida para alinear esfuerzos y prioridades, junto con una vigilancia continua del mercado para adaptarse a demandas cambiantes. Se identificaron también desafíos financieros y administrativos que requieren una solución para lograr un desarrollo efectivo y sostenible.

Las conclusiones del taller apuntan a una agenda compleja pero viable que exige una cooperación interinstitucional. A través de la innovación, la gestión del conocimiento, y un

enfoque estratégico y coordinado, se puede impulsar el desarrollo sostenible basado en recursos biobasados en la Orinoquía, pese a los desafíos existentes.

Socialización territorial San José del Guaviare

La socialización territorial en San José del Guaviare representa una valiosa oportunidad para realinear las prácticas y visiones del turismo hacia la naturaleza y la sustentabilidad. Esta iniciativa busca ir más allá de las perspectivas tradicionales, orientándose hacia la valoración y protección de la naturaleza y los medios de vida locales. Al enfocar los esfuerzos en la conservación, la educación ambiental y la inclusión de la comunidad en la toma de decisiones, San José del Guaviare puede crear un modelo de turismo que no solo respeta, sino que también valora la naturaleza. En este sentido, se identificaron oportunidades entre las cuales se destacan:

Fomento del turismo regenerativo en áreas protegidas: las áreas protegidas de San José del Guaviare presentan una oportunidad única para promover un turismo que va más allá de la mera conservación, buscando activamente regenerar y revitalizar tanto la naturaleza como las comunidades locales. Al integrar la sustentabilidad en cada aspecto del turismo, se pueden crear experiencias que conecten a los visitantes con la naturaleza de manera responsable.

Impulso al turismo científico y acústico: la región ofrece un entorno ideal para el turismo científico, incluyendo modalidades innovadoras como el turismo acústico, que se centra en la apreciación de los sonidos del entorno natural. Esta forma de turismo atrae a aquellos interesados en una comprensión más profunda de la biodiversidad y fomenta una apreciación más consciente y respetuosa de la naturaleza.

Promoción de la paz ambiental y aumento de la visibilidad: al promover la paz ambiental y aumentar la visibilidad de San José del Guaviare a nivel nacional, se abren puertas para atraer un turismo más informado y comprometido con la sustentabilidad. Esta estrategia no solo mejora la percepción del destino, sino que también subraya la importancia de un turismo que respeta y valora la naturaleza y las culturas locales.

Estas oportunidades, alineadas con una visión de respeto y enriquecimiento del entorno natural y cultural, pueden posicionar a San José del Guaviare como un destino turístico líder en sustentabilidad y conservación.

Sin embargo, también se hace énfasis en las barreras, las cuales son diversas para el desarrollo de un turismo centrado en la naturaleza y requieren una atención detallada para superarlas. Estas se detallan a continuación:

Conflictos sociales y gobernabilidad: los desafíos en términos de conflictos sociales y falta de una gobernabilidad efectiva pueden obstaculizar la implementación de proyectos turísticos sostenibles. Estos conflictos pueden derivar de intereses contrapuestos entre diferentes grupos y de la falta de un liderazgo claro que guíe hacia una visión de turismo sostenible.

Falta de apoyo institucional y financiamiento: la escasez de apoyo institucional y la dificultad para obtener financiamiento adecuado son barreras significativas. Sin el respaldo de las instituciones y la inversión necesaria, es difícil desarrollar y mantener proyectos turísticos que respeten y valoren la naturaleza y los medios de vida locales.

Obstáculos regulatorios y legales: las regulaciones inadecuadas o la falta de implementación de leyes existentes pueden crear barreras para el desarrollo del turismo sostenible. Estos obstáculos legales y regulatorios pueden limitar la capacidad de la región para proteger sus recursos naturales y promover un turismo respetuoso con el medio ambiente.

Estas barreras evidencian la necesidad de un enfoque integral y colaborativo para superar los desafíos y fomentar un turismo que beneficie tanto a la naturaleza como a las comunidades locales de San José del Guaviare.

Las iniciativas para el desarrollo del turismo enfocado en la naturaleza y la sustentabilidad en San José del Guaviare representan un enfoque estratégico y reflexivo. Estas propuestas buscan crear un equilibrio entre la preservación del entorno natural y la inclusión de las comunidades locales en el turismo. La idea es forjar un camino que integre de manera armónica las prácticas turísticas con el respeto y cuidado del medio ambiente y las culturas locales. Estas iniciativas, detalladas a continuación, son el resultado de un análisis cuidadoso de las necesidades y potencialidades de la región.

Financiación sostenible y alianza con comunidades ancestrales: se busca una financiación estable para proyectos turísticos, con un énfasis en la inclusión y respeto hacia las comunidades ancestrales. Esta colaboración es clave para un turismo que se integra armónicamente con la cultura y el ambiente local.

Promoción de la reforestación y bonos de carbono: incentivar la reforestación y la implementación de bonos de carbono se orienta hacia la mitigación del impacto ambiental, promoviendo un turismo que apoya activamente la preservación de la biodiversidad y el equilibrio ecológico.

Coordinación organizativa y apoyo institucional: la unión de esfuerzos entre diferentes organizaciones y un fuerte respaldo institucional son esenciales para la efectividad de un turismo respetuoso con la naturaleza. Esta sinergia facilita una gestión más eficiente y una ejecución efectiva de proyectos turísticos sostenibles.

Estas iniciativas son fundamentales para establecer un turismo que valora y cuida la naturaleza y el tejido social de San José del Guaviare.

Socialización territorial San Andrés

En San Andrés, la socialización territorial enfocada en el aprovechamiento sostenible de su potencial marino costero revela oportunidades únicas. Este enfoque estratégico busca armonizar las prácticas turísticas y económicas con la conservación del ambiente marino y la valoración de las comunidades locales. A continuación, se detallan las oportunidades identificadas en los documentos, resaltando cómo pueden contribuir al desarrollo de un



turismo y una economía que respeten y cuiden el medio ambiente y las tradiciones culturales de San Andrés.

Con respecto al potencial marino costero de San Andrés destaca varias oportunidades para el desarrollo sostenible de la región. Incluye aspectos como el aprovechamiento hídrico, la utilización de biofertilizantes, el cultivo de especies marinas, y la promoción del turismo sostenible, especialmente enfocado en los arrecifes de coral y los manglares. También se resalta la importancia de la cultura marítima del pueblo Raizal y sus conocimientos y prácticas tradicionales en torno a los ecosistemas marinos y costeros. Además, se hace énfasis en la posibilidad de aprovechar la energía solar y la pesca sostenible como sectores productivos clave. En este sentido, en San Andrés, se identifican algunas oportunidades clave, entre las que se pueden mencionar:

Innovación en productos derivados de la biodiversidad y prácticas ancestrales: esta oportunidad implica la creación de productos que se basen en la biodiversidad única de San Andrés, combinándola con prácticas ancestrales. Esto no solo protege el ecosistema, sino que también mantiene vivas las tradiciones culturales de la región.

Centros de investigación en bioeconomía conectados con la tradición local: el fortalecimiento de centros de investigación dedicados a la bioeconomía, donde la ciencia y los conocimientos tradicionales se fusionan, promueve un uso consciente y ético de la biodiversidad de la isla.

Fomento del turismo ecológico respetuoso con el ecosistema: promover un turismo que tenga en cuenta la conservación de áreas clave como los arrecifes de coral y manglares, ofreciendo experiencias educativas que sensibilicen sobre la importancia de preservar el medio ambiente.

Estas oportunidades destacan la importancia de un enfoque holístico y respetuoso en San Andrés, priorizando la conservación y la valorización de las prácticas culturales y el entorno único. Las barreras identificadas en San Andrés para la implementación de un enfoque centrado en la naturaleza.

En San Andrés, a pesar de las significativas oportunidades para avanzar hacia un enfoque sostenible y respetuoso con el medio ambiente, existen diversas barreras que desafían este proceso. Estas barreras incluyen aspectos de gobernanza, infraestructura, recursos y comunicación. Su reconocimiento y entendimiento son fundamentales para identificar estrategias que permitan superar estos obstáculos y así facilitar la transición hacia prácticas más sostenibles y respetuosas con el ambiente y las comunidades locales de la isla. Entre estas podemos destacar:

Desafíos en la gobernanza y la coordinación: los retos en la gobernanza y la falta de una coordinación efectiva entre las distintas entidades y comunidades pueden obstaculizar la implementación de iniciativas sostenibles.



Limitaciones en infraestructura y recursos: la falta de infraestructura adecuada y la limitación de recursos necesarios son barreras significativas para desarrollar un turismo ecológico y proyectos de conservación.

Desafíos culturales y de comunicación: las barreras culturales y los desafíos en la comunicación eficiente entre las comunidades locales y los entes gubernamentales pueden dificultar el avance hacia un enfoque sostenible.

Estas barreras subrayan la necesidad de un enfoque colaborativo y bien coordinado para superar los obstáculos y avanzar hacia un enfoque de sustentabilidad y respeto por el medio ambiente en la isla.

Para profundizar en las iniciativas en San Andrés, se destacan las siguientes acciones detalladas:

Fortalecimiento de la gobernanza: esta iniciativa busca fortalecer la colaboración entre las autoridades locales, las comunidades y otros actores para asegurar una gobernanza más holística. Esto incluye la creación de plataformas de diálogo y la implementación de políticas que reflejen las necesidades y aspiraciones de todos los involucrados.

Infraestructura sostenible y respetuosa con el ambiente: se enfatiza en el desarrollo de infraestructuras que apoyen la conservación y el turismo ecológico, como instalaciones de energía renovable, sistemas de gestión de residuos y facilidades que minimicen el impacto ambiental.

Promoción de la comprensión cultural y comunicación efectiva: mejorar la comunicación y la comprensión intercultural es fundamental para asegurar que las iniciativas sostenibles sean inclusivas y respeten la diversidad cultural de San Andrés. Esto incluye programas de educación y sensibilización que fomenten un mayor entendimiento y respeto mutuo.

Las iniciativas en San Andrés representan esfuerzos significativos hacia la creación de un entorno más sostenible y respetuoso, que armoniza la preservación ambiental y cultural con las necesidades de la comunidad.

Socialización territorial Cali

El foro que se llevó a cabo en la ciudad de Cali sobre ¿Cuál bioeconomía para Colombia? Destacó la biodiversidad como un recurso esencial para el bienestar comunitario, enfocándose en un modelo económico circular y regenerativo. Se enfatizó la necesidad de integrar el conocimiento social y el uso responsable de la biodiversidad, enfocándose en la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental y social.

Se reconoció la importancia de la bioeconomía para generar empleo "verde", impulsar nuevos productos de exportación y fortalecer las cadenas de valor. Se resaltó la necesidad de una bioeconomía inclusiva, con una visión de mercado y criterios de economía circular adaptados al contexto territorial.

También se mencionó la importancia de la protección del medio ambiente y la conservación de servicios ecosistémicos. Finalmente, se reconoció la existencia de brechas en la



apropiación territorial de la bioeconomía, la necesidad de una mayor institucionalidad y la importancia de fortalecer los encadenamientos en las cadenas de valor. Se destacó la necesidad de una mayor transferencia de conocimiento y tecnología, así como la importancia de una articulación efectiva entre diferentes actores para lograr resultados tangibles en la bioeconomía. La visión general del taller fue la de una bioeconomía adaptada al contexto territorial, que integre aspectos económicos, sociales y ambientales de manera armónica.

Socialización territorial Leticia

La socialización que se llevó a cabo en Leticia, donde se presentaron de manera conjunta las cinco misiones, representa una oportunidad excepcional para la región amazónica en términos de sustentabilidad, soberanía alimentaria y conexión con la naturaleza. Esta misión tiene como objetivo principal la integración de los conocimientos locales en la bioeconomía, lo que abre una serie de oportunidades clave:

Aprovechamiento sustentable de la biodiversidad: la región amazónica es un tesoro de biodiversidad. La oportunidad radica en desarrollar estrategias que permitan el uso sostenible de esta biodiversidad, lo que no solo contribuye a la conservación de los ecosistemas naturales, sino que también crea oportunidades económicas para las comunidades locales en armonía con la naturaleza. Esto incluye la posibilidad de comercializar productos sustentables, como alimentos y medicinas naturales, que pueden generar ingresos significativos sin dañar el entorno.

Convergencia de saberes ancestrales y científicos: la colaboración entre las comunidades locales y la academia es esencial para esta misión. La integración de saberes ancestrales y científicos puede llevar a la creación de soluciones innovadoras que respeten y cuiden la naturaleza. Esto no solo promueve la conservación de la cultura local, sino que también impulsa la sustentabilidad al aprovechar la sabiduría acumulada a lo largo de generaciones.

Desarrollo de prácticas respetuosas con la naturaleza: en el taller se hizo énfasis en el desarrollo de prácticas respetuosas con la naturaleza. Esto implica la promoción de técnicas agrícolas y forestales que preserven la biodiversidad y el equilibrio ecológico, al mismo tiempo que garantizan la soberanía alimentaria. Estas prácticas son fundamentales para mantener la armonía con la naturaleza y garantizar la disponibilidad continua de alimentos y la conservación de los ecosistemas.

Promoción de productos en armonía con la naturaleza: la bioeconomía ofrece la oportunidad de crear productos que estén en total armonía con la naturaleza. Esto implica la posibilidad de desarrollar productos y tecnologías que respeten y cuiden los ecosistemas locales y contribuyan a la soberanía alimentaria. Al crear productos que no dañen la naturaleza, la región puede aumentar su competitividad económica sin comprometer la sustentabilidad.

La Misión de Bioeconomía y Territorio en Leticia brinda una serie de oportunidades que están en línea con la soberanía alimentaria, la sustentabilidad y la conexión con la naturaleza. Estas oportunidades tienen el potencial de impulsar la sustentabilidad de la región amazónica,



promoviendo la conservación ambiental y el bienestar de sus comunidades locales en perfecta armonía con la naturaleza.

Desafíos transfronterizos: la región amazónica abarca varios países, lo que plantea desafíos en términos de coordinación y colaboración entre naciones para abordar cuestiones relacionadas con la bioeconomía y la conservación de la naturaleza de manera coherente y efectiva. Las diferencias en las políticas y regulaciones entre países pueden dificultar la implementación de programas y proyectos orientados a la conservación de ecosistemas clave para la sustentabilidad de este territorio.

Limitaciones en el acceso a recursos financieros: una de las barreras clave es la dificultad para acceder a los recursos financieros necesarios para impulsar proyectos orientados a la sustentabilidad en la región. Esto limita la capacidad de las comunidades locales y las iniciativas sostenibles para avanzar en armonía con la naturaleza.

Desafíos de infraestructura: la falta de infraestructura adecuada, como carreteras y tecnología de comunicación, se convierte en un obstáculo para el transporte de productos y la conexión con mercados externos. Esta limitación afecta la capacidad de las iniciativas de bioeconomía a nivel local y regional.

Desafíos ambientales y de conservación: existe una fuerte presión sobre los ecosistemas debido a la minería ilegal, la deforestación y la caza furtiva, así como vulnerabilidad al cambio climático y sus impactos en la biodiversidad.

Conflictos sociales y culturales: se evidencian importantes desafíos en la integración de las prácticas y conocimientos indígenas con los modelos de desarrollo modernos, así como conflictos por la tenencia de la tierra y el uso de recursos entre comunidades locales y entidades externas.

Regulaciones y complejidad de las normativas: las regulaciones y normativas existentes pueden resultar complejas y poco adaptadas a las particulares del territorio amazónico. Esto crea obstáculos burocráticos que dificultan la implementación de enfoques respetuosos con la naturaleza y la cultura local.

Escasez de capacidades técnicas: la falta de capacitación y habilidades técnicas en bioeconomía representa un desafío significativo. Se necesita un esfuerzo para fortalecer las capacidades de las comunidades locales y otros actores involucrados.

Desconexión entre actores: la falta de coordinación y colaboración efectiva entre diferentes actores, incluyendo comunidades locales, entidades gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado, puede obstaculizar el progreso hacia la sustentabilidad y la implementación de soluciones respetuosas con la naturaleza.

Resistencia al cambio: en algunos casos, puede existir resistencia al cambio en las comunidades locales o entre los actores involucrados. Esto puede deberse a preocupaciones sobre la viabilidad de nuevas prácticas o la pérdida de ingresos inmediatos.



Estas barreras presentan desafíos significativos para el logro de una bioeconomía orientada hacia la sustentabilidad en la región amazónica, pero también ofrecen oportunidades para abordarlos con enfoques creativos y colaborativos que respeten y cuiden la naturaleza.

En base a las oportunidades y barreras identificadas, se proponen iniciativas específicas para promover la sustentabilidad de la región. Estas iniciativas abarcan desde el fortalecimiento de la infraestructura y los servicios básicos hasta la promoción de prácticas agrícolas sostenibles, pasando por la mejora de políticas públicas y la inversión en investigación y desarrollo. Cada una está diseñada para abordar tanto los desafíos locales como los nacionales, asegurando que el desarrollo de la región amazónica sea inclusivo, respetuoso con el ambiente y beneficioso para todas sus comunidades.

Programas de reforestación y conservación de bosques: implementar proyectos de reforestación utilizando especies nativas, y establecer sistemas de manejo forestal comunitario que promuevan la conservación y el uso sostenible de los bosques.

Promoción del ecoturismo y turismo cultural: desarrollar iniciativas de turismo que resalten la riqueza natural y cultural de la región, generando ingresos para las comunidades locales y promoviendo la conservación ambiental.

Apoyo a la agricultura y agroforestería sostenibles: fomentar métodos de agricultura y agroforestería que sean compatibles con la conservación del suelo y la biodiversidad, y que ofrezcan alternativas económicas sostenibles para las comunidades locales.

Desarrollo de cooperativas de productos y servicios de base bio: fomentar la creación de cooperativas locales para la producción y comercialización de productos y servicios de base bio, como frutos del bosque, cacao orgánico y artesanías.

Fortalecimiento de la legislación ambiental: trabajar con gobiernos locales y nacionales para fortalecer las leyes y regulaciones que protegen los ecosistemas amazónicos y los derechos de las comunidades indígenas y locales.

Programas de sensibilización y capacitación en legislación ambiental: implementar programas para educar y capacitar a las comunidades y autoridades locales en materia de legislación ambiental, derechos indígenas y prácticas de gestión sostenible.

Cooperación en investigación y desarrollo: establecer colaboraciones entre instituciones educativas, gobiernos y organizaciones no gubernamentales para fomentar la I+D+i en la región.

Las iniciativas propuestas para la región amazónica representan un modelo de desarrollo donde la conservación del ambiente y el bienestar de las comunidades son primordiales. Este enfoque se aleja de la explotación intensiva de recursos, enfocándose en lugar de ello en prácticas que preservan y realzan la biodiversidad única y la riqueza cultural de la región.

Al poner la conservación de ecosistemas, la protección de la biodiversidad y el fortalecimiento de las comunidades locales en el centro de las políticas y acciones, se busca un equilibrio entre el bienestar humano y la salud del planeta. Las iniciativas como la



promoción del ecoturismo, la agricultura y agroforestería sostenibles, y la inclusión de las comunidades en la gestión ambiental, no solo protegen el patrimonio natural de la Amazonía, sino que también ofrecen oportunidades para la generación de medios de vida de sus habitantes.

El enfoque en la educación ambiental, la capacitación en prácticas sostenibles y el empoderamiento a través de la participación activa en la toma de decisiones, refuerza el vínculo entre las comunidades y su entorno, fomentando un sentido de responsabilidad y pertenencia. Al integrar estos elementos en un marco de políticas y legislación ambiental sólida, se establece una base para un futuro resiliente y próspero para la Amazonía, donde el respeto por la naturaleza y la cultura es clave.

Este enfoque holístico en la Amazonía no solo beneficia a la región y sus habitantes, sino que también contribuye significativamente a los esfuerzos globales para enfrentar desafíos ambientales, como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Al promover un modelo de desarrollo que respeta y protege la singularidad de la Amazonía, se da un paso importante hacia un futuro sustentable y justo para todos.

Socialización territorial Santa Marta

La socialización en Santa Marta, centrada en su excepcional entorno marino-costero, ofrece una plataforma única para fomentar la conexión de la comunidad con la naturaleza y promover prácticas de uso sostenible. Esta iniciativa subraya la importancia de la naturaleza en la vida cotidiana de los habitantes y visitantes, incentivando un mayor respeto y cuidado del entorno marino.

A través de la interacción y colaboración entre diferentes sectores de la sociedad, se puede desarrollar un entendimiento más profundo del ecosistema marino-costero y su importancia para la vida local. Esta aproximación a la socialización no solo enriquece la vida cultural y social de territorios como la ciudad de Santa Marta, sino que también impulsa un compromiso colectivo hacia la conservación y el uso responsable de estos entornos naturales. De acuerdo con lo anterior, se pueden evidenciar algunas oportunidades, entre las que se pueden destacar:

Integración de las comunidades en ciencia y cultura: fomentar la inclusión activa de las comunidades locales en proyectos científicos y culturales, lo que puede mejorar la comprensión y la valoración de la ciencia en la sociedad Y Desarrollar iniciativas que vinculen la ciencia con las prácticas y conocimientos tradicionales, promoviendo así un intercambio enriquecedor entre saberes ancestrales y científicos.

Redes de colaboración social y cultural: consolidar y expandir redes de colaboración entre diferentes actores sociales y culturales, tanto a nivel local como nacional. Esto puede incluir universidades, ONGs, grupos comunitarios y entidades gubernamentales, así como establecer programas que promuevan el arte y la cultura locales, incentivando la participación comunitaria y el intercambio cultural.



Integración de mujeres y regiones en la economía: implementar mecanismos que faciliten la inclusión económica de mujeres y comunidades menos representadas, especialmente en sectores emergentes o de alto valor. De la misma manera, promover el emprendimiento y la capacitación en habilidades empresariales y técnicas entre estos grupos.

Potencializar el conocimiento del ecosistema marino: utilizar el conocimiento existente sobre el ecosistema marino para impulsar sectores económicos como el turismo, la pesca sostenible y la biotecnología marina, así como fomentar la investigación y el desarrollo en áreas relacionadas con la biología marina y la conservación, creando así nuevas oportunidades económicas y científicas.

Restauración y conservación de ecosistemas marinos: iniciar proyectos de restauración de manglares y arrecifes de coral, que no solo mejoran la salud de los ecosistemas marinos, sino que también ofrecen beneficios para la pesca y el turismo. Por otro lado, también es fundamental educar y sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de los ecosistemas marinos y su conservación.

Uso sostenible de la biodiversidad marina: explorar el potencial de la biodiversidad marina en sectores como la cosmética y la farmacéutica, promoviendo prácticas sostenibles y éticas en el uso de estos e incentivar la investigación y el desarrollo en torno a los recursos marinos, con un enfoque en su uso sostenible y la preservación de la biodiversidad.

Estas oportunidades, al ser desarrolladas e implementadas de manera efectiva, pueden transformar a Santa Marta en un modelo de desarrollo sostenible, donde la integración social, el crecimiento económico y la conservación ambiental trabajan de manera armónica para el beneficio de la región y sus habitantes.

En Santa Marta, la superación de barreras específicas es crucial para desbloquear el potencial de desarrollo sostenible de la región, especialmente en lo que respecta a su valioso entorno marino-costero. Estas barreras, que abarcan desde desafíos en la inclusión y visualización científica hasta limitaciones en la financiación y gestión ambiental, representan obstáculos significativos que requieren una atención y estrategia detallada. Estas se detallan a continuación:

Desafíos en la inclusión y visualización científica: existen algunas dificultades para integrar la ciencia básica en el contexto local y para que las comunidades locales sean reconocidas y valoradas en los proyectos científicos.

Limitaciones en financiación y logística para I+D+i: se presentan obstáculos en la obtención de financiamiento adecuado para proyectos de investigación, desarrollo e innovación, así como desafíos logísticos asociados.

Fragmentación del conocimiento ambiental: carencia de un enfoque integrado en la gestión ambiental, lo que lleva a una fragmentación en el conocimiento y en la aplicación de estrategias de conservación.

Barreras sectoriales específicas: se evidencian desafíos relacionados con la articulación interinstitucional, el uso de bioinsumos, y la gestión de bosques maderables sostenibles.



Falta de sentido de pertenencia y de interés: ausencia de un sentido de pertenencia y de interés a nivel nacional hacia las iniciativas locales, lo que afecta la motivación y el apoyo a los proyectos.

Desafíos en la financiación y fortalecimiento de capacidades: problemas en la financiación de proyectos a nivel nacional y en el fortalecimiento de las capacidades locales para el manejo de proyectos.

Conocimiento limitado sobre la biodiversidad marina: escaso conocimiento a nivel nacional sobre la biodiversidad en los océanos y su importancia para el ecosistema y la sociedad.

Barreras socioambientales y regulatorias específicas: desafíos relacionados con la articulación entre comunidades, la biorremediación, la construcción con biomateriales, y la regulación de la captura de CO₂.

Estas barreras representan desafíos significativos que requieren un enfoque coordinado y estratégico para su superación. Es crucial abordar estas cuestiones a través de la colaboración entre distintos sectores, la mejora en los procesos de financiación y la promoción de un conocimiento más profundo y accesible sobre la importancia del entorno marino-costero y su sostenibilidad. Al superar estas barreras, estos territorios pueden avanzar hacia alternativas que beneficien tanto a sus comunidades como a su valioso entorno natural.

En Santa Marta, la implementación de iniciativas estratégicas es fundamental para superar las barreras identificadas y aprovechar las oportunidades disponibles, especialmente en relación con su entorno marino-costero. Estas iniciativas deben estar diseñadas para fomentar una mayor integración científica y cultural, mejorar la financiación y la logística en proyectos de innovación, y fortalecer la gestión ambiental. Al centrarse en estas áreas clave, se puede promover alternativas que no solo beneficien económicamente a la región, sino que también apoye la conservación de su entorno natural y fortalezca el tejido social de la comunidad. Estas acciones estratégicas, al ser implementadas de manera colaborativa y con una visión a largo plazo, tienen el potencial de transformar Santa Marta en un modelo, donde el respeto por la naturaleza y la cultura local es un pilar fundamental.

Programas de ciencia participativa: establecer iniciativas que vinculen a científicos con comunidades locales para proyectos de investigación y conservación. Esto puede incluir monitoreo de ecosistemas marinos y programas de ciencia ciudadana.

Talleres y Capacitaciones: organizar talleres que promuevan el intercambio de conocimientos entre la comunidad científica y las comunidades locales, fomentando la inclusión y el respeto por los saberes tradicionales.

Plataformas de financiamiento colaborativo: crear plataformas que faciliten la financiación colectiva para proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico, enfocándose en temas marino-costeros.



Incubadoras de emprendimientos locales: establecer incubadoras que apoyen el emprendimiento en sectores como turismo ecológico, pesca sostenible y biotecnología marina.

Programas de restauración de ecosistemas marinos: iniciar proyectos para la restauración de manglares y arrecifes de coral, involucrando a la comunidad en estas acciones.

Estrategias de concientización ambiental: desarrollar campañas y programas educativos que fomenten la conciencia ambiental y el compromiso con la conservación del entorno marino-costero.

Mesas de trabajo multisectoriales: crear espacios de diálogo y cooperación entre entidades gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, sector productivo y comunidades, para coordinar esfuerzos y recursos encaminados al uso sostenible del potencial marino costero que caracteriza a la región.

Proyectos colaborativos: fomentar proyectos que requieran la colaboración entre distintos sectores, promoviendo una gestión integrada de los ecosistemas marino-costeros.

Estas iniciativas, orientadas a superar las barreras específicas y maximizar las oportunidades en Santa Marta, buscan un enfoque holístico que combine la protección ambiental, el desarrollo económico y la inclusión social. La clave del éxito radica en la colaboración efectiva entre todos los actores involucrados y en el compromiso a largo plazo con el desarrollo sostenible de la región.

A pesar de las diferentes realidades que definen a estos territorios, todos comparten un compromiso unificado con la bioeconomía. En este contexto, la socialización se convierte en un instrumento esencial para construir puentes y alinear esfuerzos en la búsqueda de soluciones que beneficien a estas regiones y a Colombia en su conjunto, en línea con los principios de sostenibilidad y responsabilidad hacia su entorno.

A modo general, las socializaciones territoriales se han enfocado en identificar cadenas de valor para la generación de productos y servicios biobasados que contribuyan al desarrollo regional, así como discutir desafíos y limitaciones, y formular acciones y objetivos concretos y la consolidación de un portafolio de proyectos que impacte positivamente a los territorios. Adicionalmente, se asegurará que las estrategias se adapten a las condiciones territoriales, respetando las diferencias culturales, sociales y económicas de las regiones en donde serán aplicadas. La metodología sugerida se diseña para ofrecer un marco integral y flexible que oriente el establecimiento de rutas políticas efectivas, apoyando los propósitos de la Misión de Bioeconomía y Territorio.