

Estudio Monográfico de Tendencias y Aplicaciones de la Bioeconomía en Colombia

Juan Bernardo Alzate Mejia

Maestría en Administración de Organizaciones

ECACEN

UNAD

2020

Tabla de Contenido

Resumen	III
Abstract	V
Palabras Clave	VII
Key Words	VIII
Prólogo	IX
Introducción	XI
Planteamiento del Problema	XIII
Justificación	XV
Metodología	XVI
Objetivo General	XVIII
Objetivos Específicos	XVIII
Contexto Global de Bioeconomía	20
Definición general de bioeconomía	20
Bioeconomía en el mundo.....	20
Desarrollo de la Bioeconomía en Colombia	28
Concepto de bioeconomía para Colombia	28
Priorización de sectores de bioeconomía en Colombia.....	28
Oportunidades de Expansión, Mercado Nacional e Internacional	41
Oportunidades de mercado y exportación.....	41
Políticas y Reglamentaciones Para la Bioeconomía en Colombia.....	59
Barreras que Limitan el Desarrollo de la Bioeconomía en Colombia	67
Lecciones Aprendidas y Contribución al Conocimiento	81
Conclusiones	83
Bibliografía	88

Resumen

En general, a nivel mundial crece la tendencia de todos los países desarrollados y en vía de desarrollo a tener programas, planes, políticas o estrategias para promover la utilización sostenible de los recursos biológicos en el desarrollo de sus comunidades a través del sector agroalimentario, generando cadenas de valor específicas. En unos casos se ha avanzado ya en el ámbito de la bioeconomía, a través de la valorización de residuos o incluso a través de políticas. Cada país tiene la oportunidad de desarrollar su propia estrategia de bioeconomía, dirigiendo el conocimiento y la innovación hacia la utilización sostenible de estos recursos, de origen agrario, pesquero, forestal o de la biodiversidad, promoviendo la economía local, el desarrollo rural y la creación de cadenas de valor.

El desarrollo de una plataforma de bioeconomía se propone como una oportunidad para crear una herramienta en la que las instituciones participantes puedan compartir estrategias, acciones, medidas, experiencias, proyectos, casos de éxito y fracasos, para la generación de conocimiento, promoción de la innovación y desarrollo de empresas, y siempre bajo el marco común de la utilización sostenible de los recursos biológicos para el desarrollo económico de los entornos rurales.

Este documento se enfocará en la realización de un estudio sobre bioeconomía como fuente de nuevas organizaciones y procesos basados en el capital natural de Colombia. El estudio busca específicamente identificar el avance de los conceptos de Bioeconomía en Colombia y la posterior priorización de los sectores estratégicos de bioeconomía del país, para establecer cuales sectores presentan mayor potencial de crecimiento e impacto en la producción

nacional de acuerdo a las clasificaciones existentes en biotecnología, siempre apoyándose en el contenido actual referente a políticas, programas, inversiones y demás que adicionalmente nos conduzcan a mostrar los principales obstáculos y barreras para la implementación de estrategias bioeconómicas en Colombia.

Abstract

In general, globally, the trend of all developed and developing countries to have programs, plans, policies or strategies to promote the sustainable use of biological resources in the development of their communities through the agri-food sector is growing, generating specific value chains. In some cases, progress has already been made in the field of the bioeconomy, through the recovery of waste or even through policies. Each country has the opportunity to develop its own bioeconomy strategy, directing knowledge and innovation towards the sustainable use of these resources, of agricultural, fishing, forestry or biodiversity origin, promoting the local economy, rural development and creation of value chains.

The development of a bioeconomy platform is proposed as an opportunity to create a tool in which the participating institutions can share strategies, actions, measures, experiences, projects, success stories and failures, for the generation of knowledge, promotion of innovation and business development, and always under the common framework of the sustainable use of biological resources for the economic development of rural environments.

This document will focus on conducting a study on the bioeconomy as a source of new organizations and processes based on the natural capital of Colombia. The study specifically seeks to identify the advancement of the concepts of Bioeconomy in Colombia and the subsequent prioritization of the strategic sectors of the country's bioeconomy, to establish which sectors have the greatest potential for growth and impact on national production according to existing classifications in biotechnology. always relying on current content regarding policies,

programs, investments and others that additionally lead us to show the main obstacles and barriers to the implementation of bioeconomic strategies in Colombia.

Palabras Clave

Sectores Bioeconómicos, Biodiversidad, Biotecnología, Economía Circular,
Recursos Fósiles.

Key Words

Bioeconomic Sectors, Biodiversity, Biotechnology, Circular Economy, Fossil
Resources.

Prólogo

Desde una perspectiva unadista, donde nos vemos siempre comprometidos desde el inicio de nuestra formación con realizar aportes como profesionales a nuestro país que puedan traer desarrollo al mismo y a nuestra región, siempre será un reto emprender cualquier negocio, cualquier carrera profesional o cualquier proyecto, incluso un proyecto de grado y más si éste lo abordamos como una modalidad de monografía.

Es así como después buscar en diferentes medios, con diferentes personas, para así observar, escuchar y finalmente realizar un profundo análisis que ayudara a relacionar todo lo recientemente aprendido en la Maestría en Administración de Organizaciones con los principales temas de la actualidad económica mundial, encontrándome así durante dicho análisis con uno de los temas con mayor proyección económica en naciones desarrolladas y en vía de desarrollo como lo es el tema de la bioeconomía.

El auge que cada vez toma la bioeconomía en las esferas políticas y económicas de los diversos países no es de extrañarnos ya que dicha disciplina enmarca las soluciones a las principales problemáticas y preocupaciones de los líderes mundiales en cuanto a protección del medio ambiente, seguridad alimentaria, dependencia de productos derivados fósiles o no renovables, fomentar e intensificar la economía circular, disminución de los efectos de la acción económica en el cambio climático, masificar el uso de la bioenergía, mayor aprovechamiento de la biodiversidad, utilización de la innovación tecnológica, estimulación de la generación de conocimiento, consecución de una mayor equidad social, etc.

Es por todo ello, que en este texto se decide abordar el tema de la bioeconomía desde el punto de vista de viabilidad en su aplicación en Colombia, analizando su concepción para nuestro país, su contexto, políticas relacionadas, barreras para su desarrollo, oportunidades de mercado, limitaciones, etc. Con el fin de generar un documento que permita a los emprendedores colombianos enfocar sus recursos de la manera más eficiente posible y así lograr que las regiones y el país en general avancen y sean pioneros en América Latina hacia la que se perfila como la economía del futuro.

Introducción

Los primeros conceptos e ideologías relacionadas con la bioeconomía en el mundo surgieron a principios del siglo XXI, en el marco de la política de investigación de la Comisión Europea. Con esta base, muchos países han elaborado estrategias de bioeconomía con el objetivo de impulsar el desarrollo económico de los países, basado en la generación y aplicación del conocimiento para la utilización sostenible de los recursos naturales, biológicos en particular, promoviendo el desarrollo y evolución endógeno ligado al territorio en el que se generan esos recursos.

El análisis prospectivo de los mercados ubica a la bioeconomía como una de las principales tendencias globales de la economía y la sociedad para las próximas décadas. La bioeconomía enmarcada en una rápida definición, podríamos señalarla como la aplicación de la biotecnología al servicio de la producción primaria, la salud, los procesos farmacéuticos, la industria, la energía, etc.

Así, encontramos que uno de los principales desafíos en la implementación de la bioeconomía es el desarrollo de procesos innovadores, que adapten los modelos actuales de negocio a las nuevas realidades del mercado. El programa de futuros internacionales de la Organización para la Cooperación del Desarrollo Económico (Oecd) a la cual ahora pertenece Colombia, desarrolló una agenda política sobre bioeconomía para el 2030.

Algunos temas de la agenda son la aplicación de la biotecnología al mejoramiento de los cultivos para el consumo humano, procesos terapéuticos, desarrollo de un marco regulatorio, alimentos funcionales, productos farmacogenéticos, desarrollo de procesos químicos, sobre enzimas y biosensores. También promueven el desarrollo de la innovación en la biotecnología, lo cual significa promover la investigación biotecnológica con aplicaciones comerciales.

Por otra parte, la Comisión Europea plantea una visión de la bioeconomía para Europa, basada en la producción renovable de recursos biológicos, el desarrollo de la bioenergía, bioproductos, la biomasa, entre otros.

El desarrollo de la bioeconomía en América Latina parte de una posición favorable debido a la cantidad de recursos naturales de la región, los cuales representan un valor agregado estratégico para la creación de los nuevos procesos biotecnológicos.

Latinoamérica presentará una transformación agrícola gracias a la incorporación de nuevas tecnologías y al conocimiento intensivo en los procesos para la obtención de alimentos, energía, fibras y biomasa.

Por lo tanto, se requiere una nueva base científica y la optimización de las cadenas de valor para satisfacer la demanda global de alimentos y fibras.

En relación con Colombia, el Consejo Nacional de Política Económica y Social planteó una política para el desarrollo comercial de la biotecnología, teniendo como objetivo la creación de empresas y productos biológicos y genéticos con carácter comercial, lo cual incentivará la producción de nuevos productos y procesos en la industria agroalimentaria, cosmética y farmacéutica.

Los avances de la biotecnología comercial en Colombia deben contar con una capacidad institucional que garantice su desarrollo comercial, atraer inversiones del sector público y privado, la definición de un marco regulatorio o normativo para el acceso a recursos genéticos, la comercialización de medicamentos fitoterapéuticos, biotecnológicos, y el acceso a nuevos mercados.

La bioeconomía como estrategia del futuro indica el desarrollo de innovaciones en investigación, regulaciones en la propiedad intelectual que garanticen la seguridad de los productos biotecnológicos, innovación en nuevos modelos de negocio para la biotecnología, basados en modelos colaborativos, para reducir los costos de investigación, y modelos integrados para crear y mantener mercados. La aplicación de la biotecnología aumentará la productividad y generará condiciones de sostenibilidad económica y social.

Planteamiento del Problema.

De lo anteriormente mencionado, podemos dar apertura para plantear el problema investigativo, esto partiendo de las causas y efectos que genera el desconocimiento general de bioeconomía en todos los niveles determinantes para el éxito de su implementación debido al débil esquema de poca agregación y diversificación de valor que recibía por parte de la industria y a la consideración de que los recursos naturales son limitados e indispensables para su sostenibilidad.

Debido a esto, muchos países están aún atrapados en el mercado de los productos básicos como materias primas, commodities, sujetos al vaivén de su disponibilidad y a sus precios cambiantes.

Es allí donde cobran mayor relevancia la bioeconomía y la importancia de difundir sus conceptos, tendencias y aplicaciones así como su estado actual de implementación entre los emprendedores, las instituciones educativas, de investigación, legislativas y los consumidores con el fin de mejorar el débil esquema actual y migrar a un modelo socioeconómico mucho más robusto y eficaz que reduce la dependencia de los recursos fósiles y promueve la producción y utilización intensiva del conocimiento sobre los recursos, procesos y principios biológicos, para el suministro sostenible de bienes y servicios en todos los sectores económicos (bioenergía, agrícola y bioinsumos, alimentos, fibras, productos para la salud, productos industriales y bioplásticos) a la vez que contribuye de manera decidida al bienestar humano y a “descarbonizar” la economía para dar cumplimiento a los diversos acuerdos ambientales globales para la sostenibilidad.

Esto sin dejar de tener en cuenta los riesgos que implica la transformación bioeconómica en ámbitos como la seguridad alimentaria por el posible aumento en el precio de los alimentos, aumento de la desigualdad debido a la exclusión que teóricamente acompaña al progreso tecnológico, la degradación o pérdida de recursos naturales por métodos ineficientes o uso excesivo del suelo para usos agropecuarios, riesgos a la salud por el uso inadecuado de tecnologías y formas de terapias, riesgos ambientales por aumento de emisiones debido al cambio de uso de tierra directo e indirecto entre otros que se pueden presentar si no se realiza la implementación bioeconómica bajo los marcos conceptuales y normativos adecuados.

Esta monografía presenta una solución de consulta para todos los involucrados, especialmente para los emprendedores quienes encontrarán en él una rica fuente de información para enfocar mejor sus recursos y esfuerzos por hacer un mejor país desarrollando la bioeconomía como potencial que impulse el aprovechamiento intensivo de los recursos y

principios biológicos presentes en Colombia para una producción sostenible, que permita incrementar la eficiencia y agregación de valor de la agricultura y demás actividades bioeconómicas a la vez que intensifica la densidad económica de los territorios rurales.

Dado todo lo anteriormente mencionado debemos formular la pregunta de investigación: **¿Es viable la implementación práctica de tendencias, aplicaciones, conceptos y estrategias bioeconómicas en Colombia?** Y así mismo apoyarnos para su solución en el planteamiento de la hipótesis: “Es posible reconocer las tendencias y aplicaciones de Bioeconomía en Colombia mediante la revisión sistemática de su alcance en el país, la documentación de las políticas y reglamentaciones, las actividades y sectores que lo aplican y las oportunidades de negocio e innovación”.

Justificación.

Partiendo de un concepto netamente teórico, nuestra cultura política y productiva en el sector agropecuario sigue siendo primordialmente cortoplacista, las políticas y reglamentaciones concernientes a la economía circular no escapan a estas teorías. Una costosa fórmula de supervivencia que pone en riesgo nuestra economía agraria en el largo plazo. Hay esperanza. En la última década han comenzado a aparecer tendencias y aplicaciones de modelos en el sector agropecuario colombiano, uno de los principales sectores en Colombia, que aplican los principios de la bioeconomía. Una de las más significativas oportunidades de negocio e innovación de rápida expansión, es el desarrollo considerable de nuevos bioproductos que comienzan a ser aprovechados no solamente en aquellos modelos de producción etiquetados como “orgánicos”, sino por productores que vienen incorporándolos en sistemas productivos convencionales, porque están viendo en ellos una herramienta valiosa para dar sostenibilidad a sus emprendimientos y para minimizar los impactos negativos ambientales y de imagen negativa

de la producción agrícola en parte de la sociedad. Debemos seguir de cerca los desarrollos asociados a las estrategias en bioeconomía de algunos países desarrollados para saber cómo aprovechamos los mismos con esfuerzos focalizados en nuestra propia economía como desarrollar una oferta competitiva de generación de biomasa local aprovechando nuestras condiciones de trópico donde tenemos ventajas comparativas para sacarle el mayor provecho a los desarrollos de terceros.

Ahora bien, desde el punto de vista personal, el trabajo me enriquece y fortifica principalmente en mi perspectiva profesional unadista, donde como profesionales y como personas nos vemos siempre comprometidos con realizar aportes como profesionales a nuestro país que puedan traer desarrollo al mismo y a nuestra región. Adicional a esto, la satisfacción personal de vincular mi desarrollo y avance intelectual con un estudio que beneficie a los emprendedores Colombianos al proporcionarles una herramienta de orientación de sus esfuerzos y recursos hacia un camino efectivo de desarrollo de sus iniciativas.

Metodología.

En cuanto a los aspectos metodológicos, dado que el trabajo es monográfico compilativo, la metodología se enfoca hacia la revisión bibliográfica, en ese contexto se emplea un tipo de revisión bibliográfica descriptiva con el fin de brindar al lector conceptos acerca de la evolución de la Bioeconomía, así mismo se realiza una revisión sistemática, donde se describe la búsqueda bibliográfica, los criterios de selección y las fuentes documentales.

Para Gomez-Luna, “el trabajo de revisión bibliográfica constituye una etapa fundamental de todo proyecto y debe garantizar la obtención de la información más relevante, corresponde a la descripción detallada de cierto tema”.(2014, p. 158)

La metodología que se presenta para la revisión bibliográfica está compuesta de cuatro fases fundamentales, las cuales deben retroalimentarse a lo largo de la búsqueda: definición del problema, búsqueda de la información, organización de la información y análisis de la información. Es necesario entender que la revisión bibliográfica fue el paso previo que se dió antes de comenzar a realizar la investigación. Con la revisión bibliográfica nos aproximamos al conocimiento del tema y fue en sí la primera etapa del proceso de investigación porque ayudó a identificar qué se sabe y qué se desconoce del tema de bioeconomía. La revisión bibliográfica es para esta monografía una sinopsis que resume diferentes investigaciones y artículos que nos da una idea sobre cuál es el estado actual de la Bioeconomía. En la revisión se realizó una valoración crítica de otras investigaciones sobre el tema, proceso que ayudó a poner el tema en su contexto. La intención siempre fué ofrecer al lector un resumen conciso, objetivo y lógico del conocimiento actual sobre la Bioeconomía.

Objetivo General

Reconocer las tendencias y aplicaciones de la Bioeconomía en Colombia.

Objetivos Específicos

1. Establecer el alcance de la definición de Bioeconomía para Colombia.
2. Documentar qué políticas y reglamentaciones hay concernientes a la bioeconomía en Colombia.
3. Identificar las principales actividades y sectores bioeconómicos aplicables en Colombia.
4. Determinar las oportunidades de negocio e innovación de rápida expansión más viables para la bioeconomía colombiana.

1. Contexto Global de Bioeconomía.

1.1 Definición general de Bioeconomía. Por Bioeconomía entendemos el conjunto de las actividades económicas de las que podemos obtener productos y servicios, generando valor económico, utilizando de manera ecoeficiente y sostenible los recursos de origen biológico. La bioeconomía tiene como objetivo, no solo la producción y comercialización de alimentos, sino también los productos forestales, los bioproductos y la bioenergía. Todo ellos se obtienen mediante transformaciones físicas, químicas, bioquímicas o biológicas de materia orgánica que no se destina al consumo humano o animal, empleando procesos eointeligentes respetuosos con el medio ambiente. Por tanto se entiende la Bioeconomía como la gestión eficiente y sostenible de la biodiversidad para generar nuevos productos, procesos y servicios con valor agregado, evitando el uso de los recursos naturales no renovables con el fin de promover la innovación tecnológica, desarrollar empleos cualificados y mejorar la calidad de vida de las comunidades en las localidades y de los países en general. (Zuñiga, 2018, p. 1)

En términos generales, uno de los principales componentes de la bioeconomía basada en el conocimiento es la capacidad de los recursos naturales renovables para la producción de biomasa y su posterior transformación en productos útiles, sus desarrollos están orientados a la conservación y el uso sostenible de los recursos biológicos por medio de la promoción del comercio, la inversión en productos y servicios, y la reducción de la dependencia de combustibles fósiles y recursos no renovables. (Betancur, 2018, p. 13)

1.2 Bioeconomía en el Mundo. De manera general, la implantación de la bioeconomía en cada país conlleva un proceso de transición desde los sistemas de producción y procesamiento tradicionales hasta aquellos que permitan el uso óptimo de los recursos

renovables y la producción de productos de origen biológico. Han sido numerosos los países e instituciones supranacionales que vienen desarrollando políticas en torno a la bioeconomía como eje para alcanzar sus retos sociales, económicos, científico-técnicos, energéticos y de sostenibilidad medioambiental desde diferentes aproximaciones. (Betancur, 2018, p. 14)

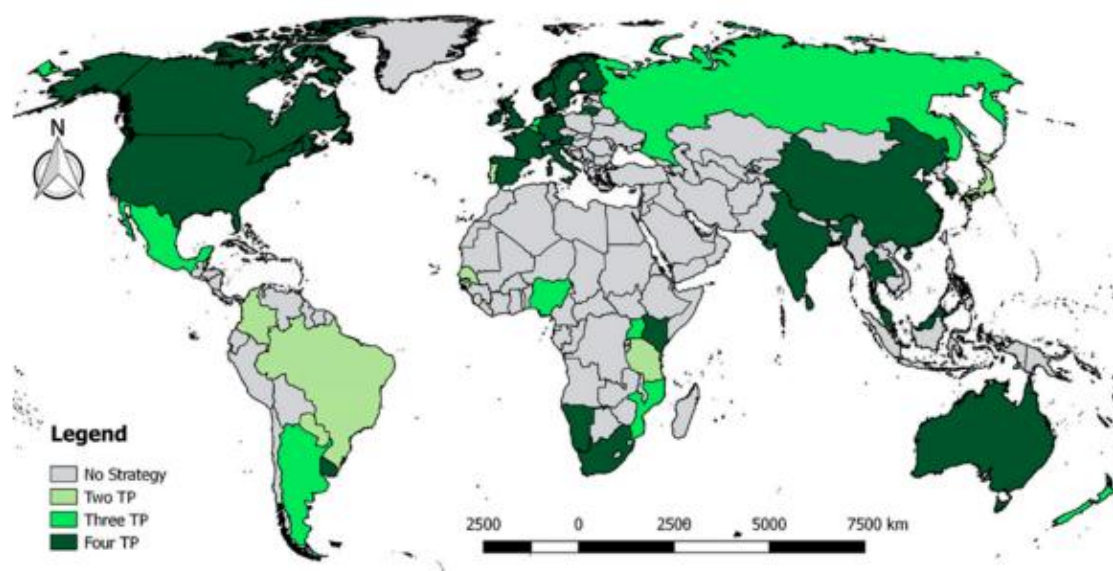
Los procesos de transformación hacia la bioeconomía pueden desencadenarse por la interacción de fuerzas impulsoras, como el crecimiento de la población y la innovación tecnológica, o por la acción política o social. Dependiendo del contexto del país y su interacción con otras economías, por ejemplo en forma de comercio y transferencia de conocimiento, la transformación bioeconómica puede avanzar a lo largo de una o más de las cuatro vías descritas a continuación:

- Ruta de transformación 1 (TP1): Demanda de bioenergía, con efectos directos e indirectos sobre el uso de la tierra en todo el mundo dependiendo de la disponibilidad de la tierra y la eficacia de los sistemas de gobernanza ambiental y económica.
- Ruta de transformación 2 (TP2): Si la innovación tecnológica aumenta la productividad en la agricultura, la silvicultura o incluso la pesca, puede liberar fuerzas transformadoras que abren nuevos métodos de producción o ubicaciones. Sin embargo, se ha demostrado que los impulsos de la productividad agrícola aumentan la demanda de tierras en biomas ecológicamente sensibles, lo que provoca pérdidas en los servicios de los ecosistemas valorados a nivel mundial.
- Ruta de transformación 3 (TP3): La innovación en los sectores posteriores a menudo tiene como objetivo aumentar la eficiencia del uso de biomasa y

el reciclaje de la corriente de desechos. Tal innovación se puede asociar con "efectos rebote", es decir, mayor demanda debido a una mejor provisión. Sin embargo, a largo plazo, el impacto depende de la dinámica de la oferta, el comportamiento de los consumidores y el entorno regulador.

- Ruta de transformación 4 (TP4): Los principios y procesos biológicos se pueden utilizar en gran medida independientemente de las aplicaciones industriales de las corrientes de biomasa, como en el caso de la síntesis enzimática y la "biomimetización". Los correspondientes procesos de transformación resultan, entre otras cosas, de proporcionar métodos de producción más baratos y respetuosos con el medio ambiente o productos completamente nuevos. (Dietz et al., 2018, p. 4)

Prácticamente todos los países con estrategias explícitas de bioeconomía apuntan a impulsar procesos de transformación a lo largo de al menos dos rutas. En países que prevén explícitamente solo dos vías de transformación, a menudo se hace especial hincapié en el suministro eficiente de biomasa, tanto a nivel nacional como para socios comerciales, como en el caso de Brasil.



Fuente (Dietz et al., 2018, p. 9)

Por el contrario, la mayoría de las naciones industrializadas, así como algunas economías emergentes, prevén o implementan actualmente estrategias más diversificadas a lo largo de los cuatro PT. En la mayoría de los casos, la selección y el enfoque en los PT individuales en las estrategias examinadas refleja tres aspectos: la respectiva disponibilidad de recursos de los países (por ejemplo, disponibilidad o escasez de área agrícola); roles pioneros históricamente desarrollados en tecnologías especiales y áreas de investigación (por ejemplo, biotecnología); o los déficits de desarrollo específicos de cada país que deben superarse.

Es decir que cada país adapta su estrategia en función de sus sectores potenciales. Por ejemplo, Alemania y España siguen la línea estratégica trazada por la UE, centrada en el uso de biomasa, mientras que la de Estados Unidos tiene un fuerte peso en el sector sanitario. Por otro lado, Costa Rica, Argentina y Colombia se centran fundamentalmente en el sector de la biodiversidad, aunque sus estrategias de bioeconomía se encuentran aún en una fase incipiente. (Betancur, 2018, p. 14)

Fuente (Betancur, 2018, p. 17)

Es importante recalcar también la posibilidad de que las mismas oportunidades que se generen en el sector de la bioeconomía traigan consigo riesgos que atentan contra la sostenibilidad social o económica de una nación, región o industria que apunte a la transformación de los procesos convencionales hacia los procesos sostenibles socialmente y con el medio ambiente, en la persecución de las metas propuestas desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible y otros parámetros internacionales. Es por esto que se presenta la siguiente tabla:

Posibles oportunidades y riesgos de la transformación bioeconómica		
Dimensión de sostenibilidad (ODS)	Oportunidades	Riesgos
Seguridad alimentaria (ODS 2)	Incrementar a través de mayores rendimientos y nuevos métodos de producción	Reducción por aumentos en el precio de los alimentos
Pobreza / desigualdad (ODS 1, 10)	Reducir mediante transferencia de tecnología y saltos	Incremento por exclusión del progreso técnico
Recursos naturales (ODS 7, 14, 15)	Conservar mejorando los métodos de producción	Degradación / pérdida por producción ineficiente y uso excesivo
Salud (ODS 3)	Mejorar a través de formas de terapia nuevas y refinadas	Riesgo / daño por uso inadecuado de tecnologías de riesgo
Cambio climático (ODS 13)	Mitigar mediante la reducción de emisiones	Se agrava por el cambio de uso de la tierra directo e indirecto

Fuente: Dietz et al., 2018, p. 7

Tanto los puntos de vista optimistas como los críticos antes mencionados sobre el impacto de la transformación bioeconómica en los logros de los ODS, mencionados en la tabla anterior, dependen en gran medida de los supuestos sobre cómo y en qué contextos se utilizarán nuevas tecnologías y principios de base biológica. Ilustramos este punto en los siguientes ejemplos.

Ejemplo 1: La UE promueve los biocombustibles con el objetivo de reducir las emisiones (ODS 13). Esto puede conducir a una pérdida global de bosques tropicales a través de cambios directos e indirectos en el uso de la tierra, pero también a la propagación de métodos de producción peligrosos para el medio ambiente y que amenazan la salud (que entra en conflicto

con los ODS 3, 14, 15). Tanto la innovación tecnológica (por ejemplo, mejorar la producción de biomasa en sitios marginales con mayores rendimientos) y los mecanismos de gobernanza (por ejemplo, implementar la legislación existente para prevenir la deforestación ilegal o el uso indebido de agroquímicos o sistemas de incentivos para la producción sostenible) pueden ayudar a aliviar este conflicto.

Ejemplo 2: Los países desarrollados promueven aplicaciones de base biológica en los sectores químico o farmacéutico (ODS 3). Debido a los derechos de patente restrictivos y a los procedimientos de concesión de licencias a menudo largos y costosos, los beneficios asociados se acumulan únicamente para el segmento acomodado de la población mundial. Esto podría crear un conflicto con el ODS 10. Este conflicto podría mitigarse mediante la transferencia de innovación, más eficiente estructuras administrativas y un sistema de patentes más inclusivo.

Estos dos ejemplos muestran cómo las narrativas de la bioeconomía que destacan los riesgos potencialmente asociados a menudo asumen que las regulaciones que restringen la bioeconomía son ineficaces, o que las tecnologías y procesos existentes que podrían aumentar la eficiencia de la bioeconomía siguen siendo inaccesibles. Por otro lado, perspectivas que resalten las oportunidades inherentes a los desarrollos bioeconómicos asumen que las biotecnologías eficientes evolucionarán y se difundirán y que se pueden establecer marcos de gobernanza apropiados para regular los efectos potencialmente negativos restantes de la bioeconomía.

Al analizar este tema de la regulación de la bioeconomía, sorprende que varios gobiernos y actores no gubernamentales ya han desarrollado una variedad de reglas para regular las actividades bioeconómicas en diferentes áreas de la bioeconomía. Por ejemplo, múltiples partes interesadas iniciativas como la Asociación Mundial de Bioenergía o las Directrices

voluntarias de las Naciones Unidas sobre la gobernanza responsable de la tenencia, la tierra, la pesca y los bosques en el contexto de la seguridad alimentaria tiene como objetivo garantizar la prioridad del derecho a la alimentación en la bioeconomía para prevenir el acaparamiento de tierras. Otros ejemplos incluyen el Proyecto de Norma Internacional DIN EN ISO 14046: 2015-11, que establece pautas para determinar la huella hídrica de los productos con base en una evaluación del ciclo de vida, o el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, que tiene como objetivo conectar la bioeconomía a iniciativas de conservación.

Fuente (Dietz et al., 2018, p. 7)

2 Desarrollo de la Bioeconomía en Colombia.

Se está llevando a cabo el proyecto nacional Colombia BIO, liderado por Colciencias, e igualmente se llevó a cabo la misión de sabios en 2019, que apuntan a construir una bioeconomía para 2025 contando con la fortaleza de ser el segundo país más biodiverso del mundo.

2.1 Concepto de Bioeconomía para Colombia: Una estrategia de crecimiento económico basada en bioeconomía es aquella en la que se gestiona de manera eficiente y sostenible la biodiversidad y la biomasa residual para generar nuevos productos, procesos y servicios de valor agregado, basados en el conocimiento y la innovación, que permitan apalancar el crecimiento, el desarrollo y el progreso en las regiones de Colombia. (Betancur, 2018, p. 23)

Para realizar la gestión y el análisis de información asociado a los criterios, variables e indicadores, se hizo un análisis de información secundaria cualitativa y cuantitativa según cinco componentes: análisis del mercado internacional; estudios previos en el país relacionados con biotecnología, negocios verdes y políticas de ciencia y tecnología; capacidades en investigación y capacidades empresariales bio en el país; análisis del mercado sectorial nacional; y análisis del contexto de biodiversidad en el país. Esta información sirve de línea base para definir el estado actual de la situación del país en temas relacionados con bioeconomía y biotecnología, que permita dar soporte a la priorización de los sectores de mayor potencial para desarrollar la bioeconomía en Colombia. (Betancur, 2018, p. 17)

2.2 Priorización de sectores de bioeconomía en Colombia. Con el objetivo de lograr una priorización adecuada de aquellos sectores que deben recibir una mayor atención en la bioeconomía, la estrategia de priorización se basa en una combinación de análisis

cuantitativo y cualitativo. Ambas metodologías tienen sus ventajas y limitaciones, y por esta razón se articulan para lograr una priorización más comprensiva. Las distintas áreas de interés que sitúan a la bioeconomía en la órbita de la economía circular son: Agroalimentación, Forestal, Pesca, acuicultura y recursos marinos, Química, Bioenergía, Agua.

La bioeconomía de la mano del área de la biotecnología puede contribuir al desarrollo económico en muchas áreas de actividad, aprovechando la colaboración público – privada para transformar el conocimiento en innovación.

Por otra parte, continuando con la clasificación sectorial, a nivel internacional, actualmente se consideran cinco agrupaciones fundamentales de los usos biotecnológicos, que han sido identificadas mediante un sistema de colores: Biotecnología roja, biotecnología verde, biotecnología blanca, biotecnología gris y biotecnología azul. (Betancur, 2018, p. 29)

Biotecnología Roja: Comprende las aplicaciones terapéuticas, diagnósticas, de salud humana y animal y de investigación biomédica. La biotecnología roja incluye la obtención de vacunas y antibióticos, el desarrollo de nuevos fármacos, medicamentos biológicos y biosimilares, técnicas moleculares de diagnóstico, las terapias regenerativas, terapias celulares, medicina regenerativa, enfermedades tropicales, nuevos sistemas de administración de fármacos y vacunas, farmacogenética o medicina personalizada, entre otras. (Betancur, 2018, p. 109)

Por ejemplo, las insulinas bovina y porcina difieren ligeramente en su estructura química de la existente en el hombre. Como estas deficiencias estructurales tienen consecuencias inmunológicas, ha existido desde hace tiempo un gran interés en obtener y utilizar una insulina estructuralmente idéntica a la producida por el páncreas humano. Hace tiempo sólo 2 métodos permitían la producción de insulina humana a gran escala y en cantidad suficiente para su

disponibilidad comercial; uno comprende la síntesis de insulina humana por bacteria (insulina humana biosintética) y el otro consiste en la conversión de insulina porcina a humana por la sustitución de un aminoácido (insulina humana semisintética). (Santana, 1987, p. 1)

La insulina es imprescindible en la diabetes tipo 1 y en algunos casos de la diabetes gestacional y la diabetes tipo 2. Desde el descubrimiento de la insulina la esperanza de vida de los diabéticos ha aumentado más de 45 años. La producción de insulina inicialmente se obtuvo de animales: perros, cerdos, vacas, peces. No obstante, actualmente se obtienen de la ingeniería genética.

Con la ingeniería genética se ha conseguido que la bacteria *Escherichia Coli* (*E. Coli*) pueda producir insulina. A esta insulina se le llama insulina con ADN recombinante; la cual ha desplazado insulinas de origen animal que resultaban de bajo rendimiento y alto costo, pues tomando como ejemplo la insulina extraída del cerdo proporcionaba tratamiento para tres días, y además había que cuidar y alimentar al cerdo generando costos extra; mientras que con las insulinas de ADN recombinante se obtiene mayor cantidad y a menor coste. (¿Cómo se obtiene la insulina?, s. f.).

Biotecnología verde: Es aquella dedicada a dar productos o servicios en el área agrícola y pecuario, organismos modificados genéticamente y plantas transgénicas. La biotecnología verde incluye la producción de biofertilizantes y biopesticidas, control biológico, el cultivo in vitro, la clonación de vegetales, la creación de nuevas variedades, organismos genéticamente modificados, plantas transgénicas (capaces de crecer en condiciones ambientales desfavorables; y plantas resistentes a plagas y enfermedades, con mejores propiedades nutricionales o con sustancias de interés médico), biotecnología aplicada a la producción animal para razas que sean más nutritivas, y animales económicamente más productivos, fertilización de

embriones in vitro, uso de hormonas de crecimiento, nuevas variedades, entre otros. (Betancur, 2018, p. 109)

En el campo de la agricultura las aplicaciones de la biotecnología son innumerables, una de ellas siendo la resistencia a herbicidas, la cual se basa en la transferencia de genes de resistencia a partir de bacterias y algunas especies vegetales, como la petunia. Así se ha conseguido que, plantas como la soja, sean resistentes al glifosato, a glufosinato en la colza y bromoxinil en algodón. Así con las variedades de soja, maíz, algodón o canola que las incorporan, el control de malas hierbas se simplifica para el agricultor y mejoran la compatibilidad medioambiental de su actividad, sustituyendo materias activas residuales.

Otro aspecto muy importante de estas variedades es que suponen un incentivo para que los agricultores adopten técnicas de agricultura de conservación, donde se sustituyen parcial o totalmente las labores de preparación del suelo. Esta sustitución permite dejar sobre el suelo los rastrojos del cultivo anterior, evitando la erosión, conservando mejor la humedad del suelo y disminuyendo las emisiones de CO₂ a la atmósfera. A largo plazo se consigue mejorar la estructura del suelo y aumentar la fertilidad del mismo.

Logrando así cultivos que se auto protegen sobre la base de la síntesis de proteínas u otras sustancias que tienen carácter insecticida. Este tipo de protección aporta una serie de ventajas muy importantes para el agricultor, consumidores y medio ambiente como la reducción del consumo de insecticidas para el control de plagas; la protección duradera y efectiva en las fases críticas del cultivo; el ahorro de energía en los procesos de fabricación de insecticidas, así como disminución del empleo de envases difícilmente degradables. En consecuencia, hay estimaciones de que en EEUU gracias a esta tecnología hay un ahorro anual de 1 millón de litros de insecticidas (National Center for Food and Agricultural Policy), que además requerirían un

importante consumo de recursos naturales para su fabricación, distribución y aplicación; se aumentan las poblaciones de insectos beneficiosos y se respetan las poblaciones de fauna terrestre. (Mendel, B., s. f.)

Para Colombia han sido diferentes procesos avances y logros a lo largo de los años, en el año 2000 fue la aprobación del primer OGM (Organismo Genéticamente Modificado) en Colombia: el clavel azul, para el 2009 Colombia aprueba la comercialización de rosas azules genéticamente modificadas para exportación y se ubica en el puesto 17 de los países con cultivos genéticamente modificados.

En el 2010 Colombia aprueba a su vez el cultivo comercial de Soya genéticamente modificado tolerante a herbicidas para la región de la Orinoquia; en el 2014 Colombia tiene aprobados para siembra cultivos genéticamente modificados de rosas y claveles azules, maíz y algodón y soya (esta última aún no se siembra). (Historia de logros importantes para la agricultura, s. f.)

Biotechnología blanca: Es aquella aplicada a la industria y procesos industriales, es decir, la aplicación de las herramientas de la naturaleza a la industria. Dentro de esta categoría se incluyen ingredientes obtenidos de fuentes naturales de la biodiversidad o a partir de procesos biotecnológicos de aplicación en la industria. Esta categoría es la más amplia y engloba muchos sectores industriales, incluyendo el sector químico, alimentos, cosméticos, energía y textil, entre otros.

La biotecnología blanca incluye la utilización de microorganismos para la producción de productos químicos, biomateriales como los biopolímeros, el desarrollo de nuevas fuentes de energía sostenibles como los biocombustibles, alimentos funcionales y nutraceuticos, bioingredientes alternativos a la síntesis química para alimentos, cosméticos y fármacos, uso de

enzimas y biocatalizadores, nanobiotecnología, bioprocesos y bioinformática, entre otros.

(Betancur, 2018, p. 110)

Un buen ejemplo de esta son los llamados biocombustibles o biocarburantes pues son, junto con las enzimas, las grandes estrellas de la biotecnología industrial. Un biocombustible es un combustible para motores de explosión o combustión que se elabora a partir de materia prima de origen biológico o renovable (principalmente vegetal).

Los biocombustibles actuales en el mercado, llamados de primera generación, son dos, el bioetanol (utilizado para motores de gasolina) y el biodiésel (utilizado para motores diésel). Este tipo de combustibles tiene un gran inconveniente: se utilizan semillas vegetales, que coinciden con las que se destinan a la alimentación, y su cadena de producción completa requiere el uso de fertilizantes, pesticidas y maquinaria agrícola, hecho que provoca emisiones de gases de efecto invernadero, lo cual hace disminuir el balance neto de ahorro respecto de los combustibles tradicionales.

La utilización de materias primas alternativas a las propias de la cadena alimenticia para la fabricación de biocarburantes es fundamental para pasar de biocarburantes de primera generación a disponer de biocarburantes de segunda generación, que se obtienen a partir de residuos agrarios, residuos forestales o residuos industriales biodegradables. La gran ventaja de esta nueva generación de biocarburantes radica en el mayor aprovechamiento de la biomasa, hecho que minimiza los problemas de competencia con el uso de materias primas alimenticias. Los proyectos más vanguardistas incluso se plantean utilizar residuos urbanos como fuente de carbono. Eso hará aumentar el ahorro neto de emisiones respecto de los combustibles convencionales en más de un 90%. (Castells, 2010, p. 175)

Otro ejemplo son los bioplásticos, los cuales tienen propiedades similares a las de los plásticos convencionales. Son totalmente biodegradables, pueden ser fácilmente descompuestos por bacterias, tanto en el suelo como en el agua, y generan hasta un 80% menos de emisiones de gases tóxicos en su proceso de fabricación. Por una parte, tenemos bioplásticos obtenidos como polímeros biológicos, como los fabricados a base de almidón de maíz, o el polihidroxibutirato sintetizado por ciertas bacterias a partir de la glucosa. Otra aproximación consiste en sintetizar los monómeros mediante procesos biológicos de transformación de materias primas renovables, por medio de bacterias genéticamente modificadas, para obtener químicamente polímeros como el ácido hidroxipropanoico, el ácido poliláctico o el polímero derivado del 1,3-propanodiol (usado industrialmente en procesos tan diferentes como la elaboración de envases o la fabricación de automóviles). (Castells, 2010, p. 176)

Biotechnología gris: Está constituida por todas aquellas aplicaciones directas de la biotecnología al medioambiente. Se divide en dos campos de acción: conservación y mantenimiento de la biodiversidad y remediación de entornos contaminados (tierra, aire, agua). La biotecnología gris incluye en relación a la conservación y el mantenimiento lo siguiente: aplicación de la biología molecular al análisis genético de poblaciones y especies integrantes de ecosistemas, su comparación y catalogación. También pueden incluirse las técnicas de clonación, con el fin de preservar especies y la utilización de tecnologías de almacenamiento de genomas (bancos de germoplasma). En cuanto a la remediación de entornos contaminados o biorremediación, la biotecnología gris hace uso de microorganismos y especies vegetales para el aislamiento y la eliminación de diferentes sustancias como metales pesados e hidrocarburos, transformar contaminantes en sustancias no tóxicas, generar materiales biodegradables a partir de

recursos renovables, desarrollar manejo de desechos ambientalmente seguros, con la posibilidad de aprovechar el desarrollo de subproductos derivados de esta actividad. (Betancur, 2018, p. 110)

Como se ha dicho anteriormente la biotecnología gris se centra en dos grandes áreas de acción: la preservación de la biodiversidad y la eliminación de contaminantes. En su primera área de acción se encuentra la conservación de flora y fauna, enfoque multidisciplinario enfocado en el estudio de la biología molecular y la realización de análisis genéticos de poblaciones y especies que conforman los ecosistemas. Además se encarga de comparar y clasificar las especies, lo que permite incluso a través de técnicas de clonación y tecnologías de almacenamiento del genoma, preservar especies que estén en peligro de extinción.

En cuanto a la segunda área, la reducción de residuos, específicamente en referencia a reducción de residuos tóxicos, la biotecnología gris hace uso de microorganismos y plantas para aislar y eliminar sustancias diversas como metales pesados e hidrocarburos. Los seres vivos tienen la capacidad de degradar sustancias presentes en el medio ambiente a través del oxígeno, lo que se conoce como biodegradación aeróbica o en ausencia de este, lo que se denomina degradación anaeróbica.

También pueden desarrollar tecnologías limpias para el tratamiento de residuos peligrosos para su reciclaje o valorización. Un ejemplo con el que puede ilustrarse esta aplicación es a través de las plantas de tratamiento de aguas residuales, las cuales realizan procesos de fermentación con los lodos obtenidos en su proceso de depuración. Este producto es aprovechable para la generación de energía eléctrica y composta para la jardinería. (Pappalardo, M. G., 2019)

Entre otras aplicaciones de la biotecnología gris encontramos el tratamiento de desechos, con el uso microorganismos para metabolizar los desechos en condiciones aerobias y

anaerobias; la biodegradación con herramientas de ingeniería genética que posibilitan generar sistemas biológicos que sean capaces de metabolizar hidrocarburos, plásticos, herbicidas, pesticidas, metales pesados, etc.; la biorremediación, proceso de recuperación y limpieza de sitios contaminados o la degradación de desechos tóxicos, utilizando microorganismos; los biosensores, diseñando métodos de diagnóstico que sean capaces de detectar y cuantificar compuestos específicos en diferentes condiciones para poseer un monitoreo ambiental eficaz y preciso; la conservación de la biodiversidad, por medio de la generación de herramientas capaces de preservar a la flora y fauna que esté en peligro de extinción; y la metagenómica, estudio de genomas de poblaciones completas (virus, hongos, bacterias), presentes en diferentes condiciones ambientales, con la finalidad de descubrir nuevas enzimas, rutas metabólicas, etc., con múltiples aplicaciones. (Biotecnología gris. Ejemplos y aplicaciones ambientales, s. f.)

Biotecnología azul: Se ocupa de la aplicación de métodos moleculares y biológicos a los organismos marinos y de agua dulce. Esto implica el uso de estos organismos y sus derivados para fines tales como aumentar la oferta de productos del mar y la seguridad, el control de la proliferación de microorganismos nocivos transmitidos por el agua y el desarrollo de nuevos medicamentos. La biotecnología azul incluye la acuicultura en relación a la cría o cultivo de organismos acuáticos, con miras a su mayor producción, la algología o ficología, donde el estudio y cultivo están dando como resultado muchas aplicaciones prácticas como biosensores, nuevos alimentos, biorremediación, cosméticos, producción de nuevos fármacos, nuevos dispersores, microorganismos y enzimas de origen marino, que permiten controlar los vertidos y favorecer su eliminación. (Betancur, 2018, p. 110)

Entre sus aplicaciones está garantizar las fuentes alternativas de energía; es otra de las razones por las cuales se aplica la biotecnología en este ámbito de estudio, ya que el medio

marino es una fuente sostenible de bioenergía. Una de las investigaciones que se está llevando a cabo es la producción de biocombustibles con microalgas, algo que sin duda es bastante prometedor.

En cuanto a las empresas que se dedican a desarrollar esta rama de la biotecnología, hay que destacar que España es pionera en Europa. Cuentan con gran cantidad de empresas que se dedican a ella como el Centro de Biotecnología Marina de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria (que además tiene el Banco Nacional de Algas), la Universidad de Huelva, el Instituto de Investigaciones Marinas, Centros del Instituto Español de Oceanografía y el Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía.

Con este término se describen las aplicaciones de la biotecnología en ambientes marinos y acuáticos. Aún en una fase temprana de desarrollo sus aplicaciones son prometedoras para la acuicultura, cuidados sanitarios, cosmética y productos alimentarios. La biotecnología azul se ocupa de la aplicación de métodos moleculares y biológicos a los organismos marinos y de agua dulce. Esto implica el uso de estos organismos, y sus derivados, para fines tales como aumentar la oferta de productos del mar y la seguridad, el control de la proliferación de microorganismos nocivos transmitidos por el agua y el desarrollo de nuevos medicamentos. (Biotecnología Azul de la biología—Docsity, s. f.)

También es posible identificar el uso de esta biotecnología en la acuicultura, incrementando la producción y calidad de peces aleta, crustáceos, algas, almejas y ostras para consumo humano; la salud de animales marinos, interviniendo la salud de los organismos acuáticos utilizados en la acuicultura, mediante herramientas de detección de enfermedades y entender la susceptibilidad a las enfermedades y patógenos, con la generación de nuevos antibióticos y vacunas; los productos de algas, en la manipulación y selección genética de algas

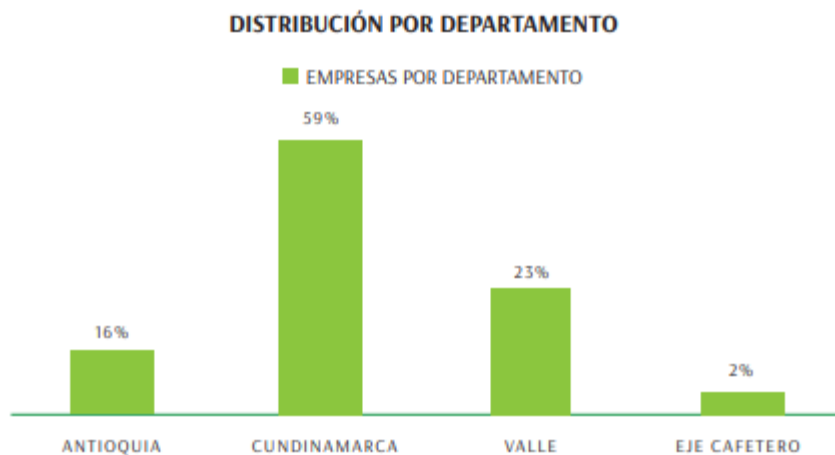
para la producción en cultivos, resistentes a enfermedades y para incrementar la producción de metabolitos de interés; las aplicaciones médicas, a partir de los metabolitos primarios y secundarios encontrados en los organismos acuáticos, los científicos estudian su estructura y función para encontrar funciones antitumorales, antivirales, anti-inflamatorias, enzimáticas y antibióticas; el estudio del ambiente marino, con herramientas que existen en la actualidad, es posible identificar y cuantificar nuevas especies y poblaciones de microorganismos acuáticos. Con la finalidad de encontrar candidatos para la biorremediación de zonas marinas.

(Biotecnología azul: Mundo marino. Ejemplos y aplicaciones, s. f.)

Teniendo en cuenta lo anterior y analizando el comportamiento del mercado Colombiano, se propone la siguiente distribución, en relación a la economía nacional para su posterior correlación con la bioeconomía y sus sectores.

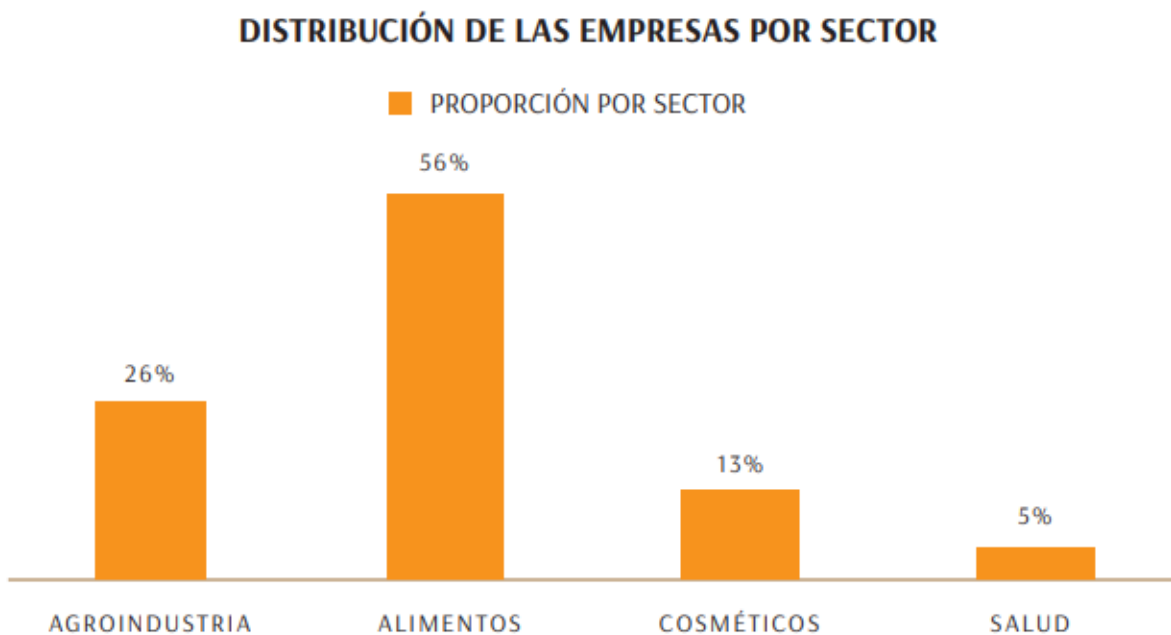
Respecto a la distribución de la muestra de mercado tomada por Mesa, *et al.*, en su *Estudio del Sector Biotecnológico en la Industria Colombiana*, el país tiene una distribución de los sectores de economía por departamento en la que dada la misma distribución de la actividad económica y población de nuestro país, la mayor proporción de empresas se le otorgó al departamento de Cundinamarca con una participación muestral de 59% de las empresas.

(2017, p. 25)



Fuente: Mesa, 2017, p. 25.

De igual forma se analiza la distribución por sectores económicos, determinando que la mayor participación se encuentra en el sector de alimentos y bebidas, y el menor porcentaje lo lleva el sector de salud, así:



Fuente: Mesa, 2017, p. 24

De acuerdo al análisis anterior se ha establecido para Colombia la siguiente tabla de distribución de sectores y actividades económicas con potencial bioeconómico y su clasificación respecto a su aplicación biotecnológica:

SECTOR	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	APLICACIONES BIOTECNOLOGÍA
AGRICULTURA, GANADERÍA, CAZA, SILVICULTURA Y PESCA	Agrícola y pecuario	VERDE
	Silvicultura y extracción de madera	VERDE
	Pesca y acuicultura	VERDE
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	Alimentos Procesados y bebidas	BLANCA
	Cosmética y aseo	BLANCA
	Farmacéuticos	ROJA
	Químicos	BLANCA
	Construcción	BLANCA
	Textiles, prendas de vestir, Moda	BLANCA
	Cuero, calzado y marroquinería	BLANCA
	Pulpa, papel, impresión	BLANCA
	Caucho y plástico	BLANCA
	Fabricación madera	BLANCA
	Energía y derivados	BLANCA
SERVICIOS	Turismo	GRIS
	Servicios de Salud	ROJA
	Tratamiento de residuos	GRIS

Fuente (Betancur, 2018, p. 29)

Con la anterior información es posible identificar que aunque el mercado agro y pecuario ha sido resalta constantemente para Colombia por estar enmarcado como el segundo país más biodiverso en el mundo, y en los diferentes análisis es el sector de alimentos y bebidas el que le sigue. Para Colombia hay una gran oportunidad en el sector industrial con la biotecnología blanca.

3 Oportunidades de Expansión, Mercado Nacional e Internacional.

3.1 Oportunidades de Mercado y Exportación. Para lo cual se debe iniciar por la definición de criterios para la identificación de los sectores de bioeconomía en Colombia. Teniendo en cuenta que a nivel mundial diversas instituciones y países han adoptado la definición de la bioeconomía según su contexto, se plantea como propuesta inicial delimitar el concepto de bioeconomía para Colombia según las capacidades científicas preexistentes, la tipología de los recursos biológicos y de biomasa, la capacidad tractora de las empresas usuarias y los objetivos socioeconómicos perseguidos, considerando que no hay un único patrón de bioeconomía aplicable a todo el territorio, sino bioeconomías posibles dependientes del contexto y definidas según dichos criterios. De hecho, diferentes países han optado por diferentes definiciones en conformidad con sus prioridades políticas. En sus estrategias para el despliegue de la bioeconomía requieren tanto el sector público (impulsor y coordinador) como de los sectores productivos y tecnológicos (movilizadores), y del conjunto del sistema de ciencia y tecnología (generadores de conocimiento y del desarrollo tecnológico).

En términos generales, uno de los componentes principales de los desarrollos en bioeconomía, basado en conocimiento, es la capacidad de los recursos naturales renovables para la producción de biomasa y su posterior transformación en productos útiles. Por esto, la región de América Latina y el Caribe, y con ello particularmente Colombia, es llamada a desarrollar activa y progresivamente una economía basada en el uso de los recursos biológicos, gracias a la extraordinaria riqueza de recursos naturales en términos de agua, suelo y biodiversidad.

Según el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB), más del 50 % del país se encuentra protegido en un área que comprende alrededor de 56.000 especies de flora y fauna, razón por la cual Colombia es considerada como un país megabiodiverso.

Asimismo, el país hace parte y contiene dos de las biorregiones con mayor biodiversidad del mundo: la Amazonía (con más de seis millones de km), compartida con Brasil, Perú, Venezuela, Ecuador, Guyana, Surinam y Guayana Francesa, y la biorregión del Pacífico, la cual es 99 % de Colombia y el resto es compartida entre Ecuador y Panamá. (Betancur, 2018, p. 42)

Para Colombia el potencial agrícola, con medición en toneladas de producto por año y, de igual forma, el nivel en toneladas/año de la biomasa producida por los sectores económicos, así como la biomasa residual generada en dichos sectores, a partir de los cuales se estableció el potencial bioenergético que tiene el país por el uso de la biomasa residual generada. Además, se identificó la necesidad en la demanda de agua por sector económico y se determinó el impacto ambiental evitado según la emisión de gases de efecto invernadero, mitigadas en toneladas de CO₂ equivalente (t CO₂eq), y el número de productos y empresas biotecnológicas disponibles en el mercado. (Betancur, 2018, p. 43)

El volumen de negocios de la bioeconomía total (incluidos alimentos y bebidas y los sectores primarios de agricultura y silvicultura) en la UE es de € 2.100 millones. Para Colombia, se relacionó el potencial agrícola de especies vegetales comerciales y tradicionales, entre las cuales se destacan 8.646.654 t de cultivos agroindustriales, 4.908.426 t de tubérculos y plátano, 1.554.186 t de hortalizas y 2.208.532 t de frutales (Censo Nacional Agropecuario, 2014). Existe potencial para el uso de especies nativas que pueden ser domesticadas, entre ellas las plantas vasculares tales como sacha inchi, achiote, asaí, variedades de palma y arazá, que están integrando comunidades en cadenas de valor. Se destaca el sector primario como generador de biomasa residual, a partir de la información secundaria disponible, en el número de toneladas/año (t/año) de biomasa producida: 71.943.812 de biomasa residual en los cultivos agrícolas, 99.168.607 de bovinos, 2.803.111 de porcinos y 105.418.066 de biomasa residual

avícola, información que fue base para establecer el potencial bioenergético que tiene el país (Ministerio de Minas y Energía, 2010). Se identificó la necesidad en demanda de agua por sector económico, con un total de 35.987 millones de m³/año en todo el país. Se determinó el impacto ambiental evitado según la emisión de gases de efecto invernadero, mitigado en toneladas de CO₂ equivalente (t CO₂eq), con un total de 3.754.024.2 t de CO₂. Aparte de los indicadores en macrobiodiversidad, también fue sustentado el potencial de uso de la microbiodiversidad y la diversidad genética de Colombia, fuentes de recursos que pueden catalogarse como ilimitados y aún pobremente estudiados.

Las múltiples experiencias de la región en campos como los cultivos genéticamente modificados, los desarrollos en bioenergía, así como los avances identificados en industrias enfocadas en el aprovechamiento de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, demuestran claramente las ventajas competitivas existentes en Colombia. (Betancur, 2018, p. 44)

Teniendo en cuenta lo anterior, los sectores potenciales para dinamizar la bioeconomía en Colombia en su primera fase son Agrícola y pecuario, Alimentos y bebidas, Químico, Farmacéutico, Cosmética, y Salud, los cuales representan oportunidades al mercado, a la vez que enfrentan varios retos relacionados con la producción agrícola y pecuaria sostenible, producción de alimentos más saludables, desarrollo de bioenergías, generación de nuevos bioproductos (bioinsumos agrícolas, bioplásticos, biofarmacos, biocosméticos, bioingredientes), desarrollo de la medicina personalizada, generación de nuevas bioindustrias y biorrefinerías, aprovechamiento de biomasa residual, así como el uso sostenible de la biodiversidad. Este tipo de innovaciones permitirán contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y a los planteamientos de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

(Corporación Biointropic, *et al*, 2018, p. 13)

Acorde con los seis sectores priorizados, la Corporación Biointropic, *et al*, presenta para cada uno un análisis contextual para Colombia, determina las oportunidades que representan para el mercado nacional e identifica los riesgos a los que está sujeto en relación a la bioeconomía, de la siguiente forma:

Sector agrícola y pecuario: La seguridad alimentaria, la nutrición, el cambio climático, la presión por la pérdida de la biodiversidad, la disminución de área sembrada per cápita, el crecimiento de la población, el incremento de la esperanza de vida, entre otros, son algunos factores que han influenciado fuertemente a que el sector agrícola y pecuario busque alternativas y soluciones que contribuyan a un mundo más sostenible.

En Colombia, el sector agropecuario no es ajeno a estos condicionamientos, motivo por el cual se hace necesario repensar el modelo productivo e innovar a tal punto que el desarrollo del sector no avance en contravía de la sostenibilidad social, económica y ambiental.

Según la clasificación de cuentas nacionales del DANE, el sector agrícola y pecuario se integra por las siguientes actividades económicas: Productos de café; otros productos agrícolas; animales vivos, productos animales y productos de la caza; Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas; y Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados.

Lo anterior a razón de factores determinantes como: disponibilidad de tierra, suministro de agua y diversidad topográfica y climática, han hecho que Colombia sea considerado el séptimo país del mundo con la oportunidad de convertirse en despensa agrícola.

Además según el censo agropecuario (DANE, 2014) Colombia cuenta con 43.1 millones de hectáreas aptas o destinadas a agricultura, de las cuales tiene cultivadas 7.1 millones (es decir 6.3% del área nacional).

Según un estudio realizado por FINAGRO, se identificaron 15 productos fundamentales para el desarrollo del sector: Arroz, Banano y plátano, Cacao, Café, Caña de azúcar y de panela, Maíz Palma de aceite, Flores, Frutales, Hortalizas, Ganadería doble propósito, Ganadería leche, Porcicultura, Avicultura y Piscicultura. • El desarrollo de estos productos agropecuarios, generan 2,1 millones de empleos directos, lo que representa el 80% del total del sector agrícola y pecuario. Asimismo, se considera que estos productos permitirán a futuro incrementar en más de un millón de hectáreas la superficie cultivada del país y, de acuerdo a estimaciones de FINAGRO, generarán aproximadamente 291 mil nuevos empleos para 2020.

Teniendo en cuenta lo anterior, se identifican algunas oportunidades de innovación para:

- Bioinsumos para la agricultura: El uso de productos tipo insecticidas, fungicidas, bactericidas, nematocidas e incluso fertilizantes ha contribuido a mejorar la producción agrícola, en términos de rendimiento como de calidad, lo que ha aumentado el ingreso agrícola, particularmente en los países desarrollados. Sin embargo, el uso descuidado de, por ejemplo, plaguicidas (químicos sintéticos) sin cumplir con las normas de seguridad y prácticas recomendadas ha planteado serios riesgos para la salud humana, otros organismos vivos y el medio ambiente, desde las áreas productoras con la exposición de los trabajadores, hasta el aire y el agua con la liberación de sustancias químicas como residuos. Por lo tanto, ha habido una demanda creciente por la seguridad y calidad de los alimentos en las últimas décadas, reflejado

en las normas y políticas de seguridad cada vez más estrictas, sobre las importaciones de productos y la estricta cantidad de residuos de plaguicidas en los productos.

- Desarrollo de nuevas variedades vegetales: Entendimiento del crecimiento y desarrollo de las plantas mediante aplicación de nuevas tecnologías: expresión génica, proteómica, metabólica, biología computacional entre otras; mejoramiento genético informado, obtención de nuevas variedades vegetales, a partir del uso y de tecnologías avanzadas como el secuenciamiento del ADN; ingeniería genética de cultivos agrícolas, Aprovechando herramientas como la ingeniería genética, para aumentar la productividad en los cultivos, incrementar contenido nutricional, y la tolerancia a estrés bióticos y abióticos, entre otros.

- Desarrollo de Biorrefinerías: A partir del uso sostenible de la biomasa residual, se puede emprender el desarrollo de biorrefinerías, entendidas como sistemas que integran los procesos de conversión de la biomasa para producir combustibles, energía, biomoléculas y bioproductos. Este es una oportunidad de innovación para el país para integrar a cultivos líderes como la palma, la caña, el arroz, el banano, el café, cacao, entre otros.

- Mejoramiento genético animal: Se ha determinado que el mejoramiento genético histórico en rasgos seleccionados (por ejemplo, producción de leche / carne, eficiencia de crecimiento) ha resultado en una reducción del 1% por año, de las emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de alimento producido (por ejemplo, una tonelada de carne de res o de carne de oveja)

- Fitorremediación: Dentro de la biorremediación, la fitorremediación aparece como una alternativa eficiente, económica y ambientalmente amigable como estrategia de rehabilitación ecológica, que implica el uso de plantas para eliminar, desintoxicar y contener tanto contaminantes orgánicos como inorgánicos, especialmente del suelo, que beneficia la

estabilización del suelo, aumenta la producción de biomasa con fines de generación de biocombustible y una excelente estrategia para incrementar el secuestro de carbono.

(Corporación Biointropic, *et al*, 2018, p. 58)

Sector alimentos y bebidas: El mercado de alimentos y bebidas es altamente dinámico, y obedece a tendencias globales de consumo. Uno de los motivadores de crecimiento del sector son los estilos de vida y los hábitos alimentarios de la población. En los últimos años se ha visto la relación que tiene la dieta sobre la incidencia de enfermedades no transmisibles, entre ellas la enfermedad cardiovascular, hipertensión, obesidad, sobrepeso, diabetes y cáncer.

La creciente demanda de productos saludables ha permitido que la industria explore el uso de ingredientes funcionales dentro de todas las categorías, ofertando una gran variedad de alimentos funcionales, suplementos dietarios, alimentos médicos, nutraceuticos, entre otros que pueden favorecer la salud de los consumidores.

Según la clasificación de cuentas nacionales del DANE, el sector alimentos y bebidas se integra por siguientes actividades económicas: Carnes y pescados; Aceites y grasas animales y vegetales; Productos lácteos; Productos de molinería, almidones y sus productos; Productos de café y trilla; Azúcar y panela; Cacao, chocolate y productos de confitería; Productos alimenticios; y Bebidas.

Teniendo en cuenta la anterior clasificación se identifican las siguientes oportunidades:

- **Ingredientes funcionales:** se refiere a los agentes bioactivos cuya aplicación en alimentos proporcionan beneficios para la salud. Dentro de los ingredientes funcionales se destacan los probióticos, prebióticos, fibra dietaria, antioxidantes, péptidos, vitaminas, entre

otros. Existe una gran oportunidad de innovar con ingredientes funcionales a partir de la biodiversidad.

- Alimentos funcionales: A nivel mundial, se estima que el 30% de los productos del sector, corresponde a alimentos funcionales, y se puede ver en el mercado la gran variedad de alimentos y bebidas con ingredientes funcionales, que cubren todas las categorías, productos lácteos, panadería, bebidas, alimentos en polvo, entre muchos otros. En Colombia falta aún claridad frente a este tema.

- Alimentos nutraceuticos: Alimento o parte de un alimento que provee beneficios médicos para la salud, incluyendo la prevención y/o el tratamiento de una enfermedad. Estos productos están presentes en la matriz no alimentaria y se encuentran en diferentes presentaciones como cápsulas o píldoras. En Colombia aún no se cuenta con regulación frente a este tema.

- Suplementos dietarios: Según INVIMA es un producto cuyo propósito es adicionar la dieta normal y que es fuente concentrada de nutrientes y otras sustancias con efecto fisiológico o nutricional que puede contener vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos, otros nutrientes y derivados de nutrientes, plantas, concentrados y extractos de plantas solas o en combinación. (Corporación Biointropic, *et al*, 2018, p. 64)

Sector químico: La industria en general juega un importante papel en el desarrollo de la economía del mundo y es el mayor consumidor de recursos naturales no renovables, así como uno de los mayores contaminantes globales.

La industria química ha sido una de las industrias manufactureras más grandes del mundo. Aire, agua, gas natural, metales, aceites y minerales son las materias primas que generalmente se procesan para fabricar una variedad de productos químicos utilizados en todo el

mundo.

Según la clasificación de cuentas nacionales del DANE, el sector químico se integra por subsectores como: farmacéutico, cosmético y el resto de los químicos, para la descripción del presente sector solo se contemplará “Resto de químicos” porque farmacéutico y cosmético se están analizando de manera independiente.

Desde los años 80 la industria química global ha crecido anualmente en un 7% al año 2010. El aumento de la nanotecnología en los sectores químicos, incluyendo materiales compuestos, revestimientos y materiales exóticos ha permitido grandes avances tecnológicos tanto en la industria química (pinturas y cosméticos) como como en textiles, electrónica, de aislamiento e iluminación. El uso de biotecnología está siendo determinante para la creación de productos bioquímicos (enzimas y los solventes).

Entre las oportunidades en el mercado que representa este sector están:

- Química Verde: representa una oportunidad de mercado que crecerá de \$2.8 mil millones en 2011 a \$98.5 mil millones en 2020. Permitirá reducir los costos totales de fabricación, consumo de energía, manipulación de residuos y el impacto al medio ambiente.
- Biomimética: aporta a la creación de modelos, sistemas, procesos y elementos naturales para encontrar soluciones prácticas y sustentables.
- Bioquímica: nuevos avances en: Bioquímica Clínica y Nutricional, Bioquímica medicinal y farmacéutica, Bioquímica estructural y molecular, Proteína y bioquímica analítica,
- Biología Celular y Molecular, Enzimología y bioquímica, Enzimología en Biología Molecular, Nano Bioquímica.
- Biomateriales a partir de biomasa: biomasa forestal, agrícola, macroalgal entre otros.

- Oportunidades en Polímeros biobasados y biodegradables: se prevé que el mercado global de bioplásticos y biopolímeros será testigo de una CAGR de 12.0% a partir de 2016 para alcanzar un tamaño de mercado de USD 5.08 billones para 2021.

- Bioingredientes para la industria: aplicaciones para desarrollo de ingredientes bioactivos, cultivos celulares, encapsulado de principios bioactivos en materiales, entre otros. Escenarios para desarrollo del sector: 2012: posicionamiento de los mercados naturales de países miembros de la CAN y Centroamérica. 2019: mercado de productos con mayor valor agregado a países como Argentina, España, Brasil y Estados Unidos.

- Bioinsumos para el sector agrícola: productos biológicos que a partir de herramientas biotecnológicas permiten generar bioestimulantes, biofertilizantes, biocontroladores, bioestabilizadores, bioinoculantes, entre otros. (Corporación Biointropic, *et al*, 2018, p. 69)

Sector cosmético y aseo: El sector de cosméticos y aseo en Colombia se encuentra posicionado en la economía nacional, es líder en la región andina y es el quinto mercado en América Latina. Colombia tiene grandes oportunidades de ser competitivo a nivel internacional, teniendo presente la riqueza del país en términos de biodiversidad y la creciente preocupación por el bienestar personal, la prevención del envejecimiento y una población con mayores ingresos disponibles que prefiere productos cosméticos naturales, con funcionalidades y que además permitan un aporte a la salud y el bienestar. Son oportunidades de desarrollo e innovación para el sector cosmético y Aseo.

Según la clasificación de cuentas nacionales del DANE, el sector cosmético y aseo se integra por siguientes actividades económicas: Jabones, preparados para limpiar,

perfumes y preparados de tocador. Este sector en Colombia está conformado por tres subsectores: cosméticos, aseo del hogar y absorbentes. El más representativo en términos de producción es cosméticos, que para el año 2016 representó el 58.66%, mientras que aseo para el hogar y absorbentes representaron el 19.68 % y 21.67% respectivamente. (Cámara de la industria Cosmética y Aseo - ANDI, 2017).

Colombia siendo el quinto mercado de cosméticos y artículos de aseo en Latinoamérica, representando el 4,4% del PIB de la industria manufacturera y el 1.1% del PIB nacional en el año 2016 según el DANE; y al 2016 generó empleo para 52.663 personas.

Entre las oportunidades generadas por este sector se identifican:

- **Comecéticos:** productos híbridos de uso tópico Farmacéuticos – Cosméticos que cumplen funciones terapéuticas o farmacológicas. Para 2015 el mercado de los cosmecéticos en el mundo mostro un crecimiento de 8.62% con ventas de US\$ 41.1 Millones de dólares y para el 2019 se proyecta que las cifras de mercado este cercano a los US\$57.3 millones de dólares. La segmentación del mercado de los cosmecéticos muestra que la mayor concentración de productos está orientada al cuidado de la piel con un 62%, seguida por el cuidado del cabello con un 15% y un 23% para otras aplicaciones.

- La cosmética natural engloba todos los cosméticos producidos con materias primas procedentes de plantas y minerales. Estos productos no contienen conservantes artificiales, componentes químicos, perfumes sintéticos, aditivos, ni ningún tipo de tóxico o producto perjudicial para la salud ni el medio ambiente. Los cosméticos naturales no están testeados en animales y son adecuados para personas con problemas y enfermedades cutáneas ya que respetan mucho mejor la piel. (Corporación Biointropic, *et al*, 2018, p. 74)

Sector farmacéutico: De acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en los indicadores de mortalidad en Colombia se ha evidenciado un aumento en la expectativa de vida de la población, lo cual deriva para el sistema de Seguridad Social un impacto en los recursos destinados para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades crónicas y de alto costo. De igual manera se ha evidenciado un incremento en la prescripción y uso de nuevas tecnologías como son los medicamentos biotecnológicos, biosimilares, entre otros.

Esto abre la puerta a nuevas oportunidades para la implementación de tecnologías emergentes, limpias y eficientes en la producción de fármacos. En 2016 las ventas superaron los 9 billones de pesos en medicamentos de empresas del país, y 12,2 billones en ventas de empresas multinacionales. El consumo de medicamentos está impulsado, principalmente, por el cambio en los perfiles epidemiológicos de la población, los nuevos desarrollos y tratamientos terapéuticos que ofrecen alternativas al mercado.

Según la clasificación de cuentas nacionales del DANE, el sector farmacéutico se integra por la siguiente actividad económica: Productos farmacéuticos. El crecimiento de consumo en medicamentos será impulsado por las marcas en los mercados desarrollados y aumentará el uso en los mercados farmacéuticos emergentes, los cuales se ven favorecidos por el vencimiento de patentes. Los denominados países farmacéuticos emergentes como: Brasil, Egipto, Bangladesh, Indonesia, Turquía, Colombia y Argelia, verán un cierre de la brecha de uso de medicamentos en 2020 en diez puntos porcentuales. El gasto global en medicamentos se estima alcanzará \$ 1,4 billones en 2020, un aumento del 29-32% respecto de 2015 en comparación a un aumento del 35% en los 5 años anteriores.

En relación a las oportunidades resaltadas para el sector se encuentran:

- **Medicamentos Biológicos:** Son productos cuyo ingrediente farmacéutico activo se ha obtenido mediante el empleo de microorganismos o células vivas por tecnología de ADN recombinante y/o técnicas de hibridoma, entre otros, pudiendo ser proteínas recombinantes, anticuerpos monoclonales, vectores para el transporte de material genético, fragmentos de anticuerpo, ácidos nucleicos, oligonucleótidos anti sentido, vacunas, etc., que comparten la característica de ser productos medicinales obtenidos a partir de técnicas de biotecnología.

- **Biosimilares.** Los medicamentos biosimilares se desarrollan sistemáticamente, con la finalidad de que sean altamente similares al producto de referencia en cuanto a calidad, seguridad y eficacia. El desarrollo de un biosimilar se inicia con la definición de las características moleculares y del perfil de los atributos de calidad del medicamento biosimilar objetivo y su comparabilidad con el medicamento de referencia. Los medicamentos biosimilares son usados en la actualidad para el tratamiento de enfermedades como el cáncer, la artritis y la diabetes, entre otras, y representan una oportunidad importante para Colombia en este rubro. Sin embargo, aún se encuentra en discusión en el país sobre el ingreso de estos medicamentos porque aún no están claras las exigencias de estudios de seguridad y eficacia generando biolimbos jurídicos.

- **Hemoderivados:** los hemoderivados son las inmunoglobulinas, los factores plasmáticos de la coagulación y la albúmina, todos, medicamentos obtenidos a partir del plasma humano mediante procesamiento industrial cuyo uso está mayoritariamente indicado en enfermedades crónicas hematológicas e inmunológicas como hemofilia, inmunodeficiencias primarias y deficiencia de alfa -antitripsina, entre otros. (Corporación Biointropic, *et al*, 2018, p. 79)

Sector salud: De acuerdo a la OMS «La salud es un estado de completo bienestar

físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades», siendo un sector crucial a nivel mundial, con crecimientos promedio estimados a 2020 de 4,56%, alcanzando los 8,7 trillones de dólares para esa fecha.

En Colombia el sector salud está comprendido por empresas e instituciones públicas y privadas que realizan actividades concernientes al cuidado de la salud y prevención de enfermedades y servicios conexos. Dentro de los hallazgos se puede destacar que actualmente, el sector está siendo liderado por empresas dedicadas a productos y servicios como las aseguradoras, logística de medicamento, equipos y dispositivos médicos y nuevos medicamentos, principalmente.

Según la clasificación de cuentas nacionales del DANE, el sector salud se integra por la siguiente actividad económica: Servicios sociales y de salud de mercado. En Colombia, el sector salud es uno de los de mayor proyección de crecimiento en el país, de acuerdo al informe Healthcare Resouse Guide, Colombia presenta un crecimiento anual compuesto constante de 12% (2013-2018) para el mercado de dispositivos médicos, siendo el cuarto mercado en Latinoamérica con un valor de 1,2, billones de dólares para el 2014.

El presupuesto en inversión pública en el sector salud para 2017 fue de 22,2 billones COP, y de acuerdo al informe de resultados financieros del sector salud número 2 de julio de 2017, de la superintendencia nacional de salud, en 2016 existían 6.114 entidades que se desempeñaban como IPS's (tanto públicas como privadas) con unos ingresos totales de \$49,002 miles de millones de COP.

Según el anterior análisis, las oportunidades de innovación de bioeconomía en el sector salud son las siguientes:

- Ingeniería de tejidos: La ingeniería de tejidos (IT) es una disciplina de la

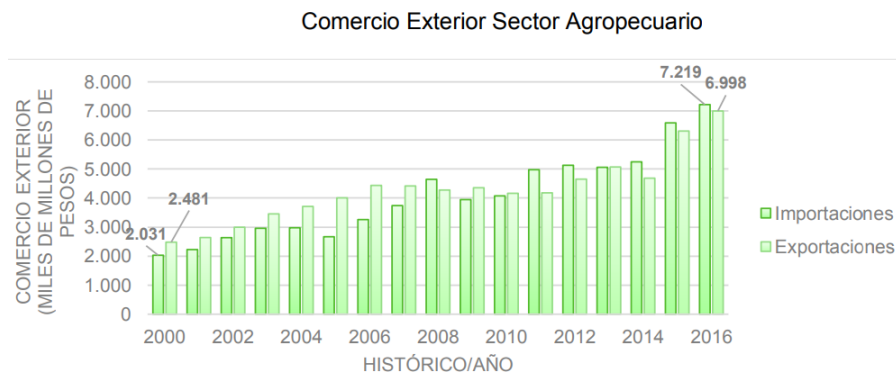
biomedicina que, combinando células, materiales y las herramientas de la ingeniería, intenta diseñar estructuras biológicas funcionales para sustituir, reparar o regenerar tejidos dañados.

- **Terapia celular:** Es un método de tratamiento que permite curar un órgano a partir de células madre. Estas células no diferenciadas que pueden multiplicarse tienen la capacidad de transformarse para dar lugar a las células requeridas para curar el órgano en cuestión.

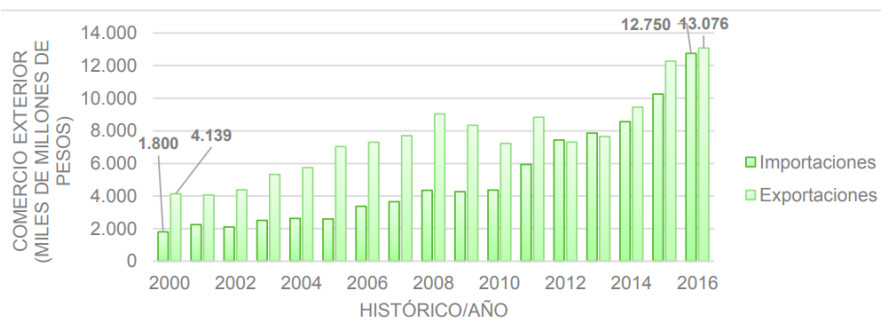
- **Medicina personalizada:** Es un tipo de medicina que usa la información de los genes, proteínas y ambiente de una persona para prevenir, diagnosticar y tratar la enfermedad. Esta oportunidad permite dar solución a necesidades como la prevención, detección, diagnóstico temprano, tratamiento, dosificación óptima, eficiencia terapéutica, reducción de efectos adversos de medicamentos y reducción de costos totales en la atención de la salud.

- **Nanomedicina:** es la aplicación de la nanotecnología a las ciencias de la salud. Su principal objetivo es prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades de una forma más eficaz, dirigiendo específicamente los tratamientos al tejido enfermo, sin dañar los tejidos sanos. (Corporación Biointropic, *et al*, 2018, p. 84)

En cuanto al mercado internacional, la Corporación Biointropic, *et al*, presenta las importaciones y exportaciones de cada sector, así:

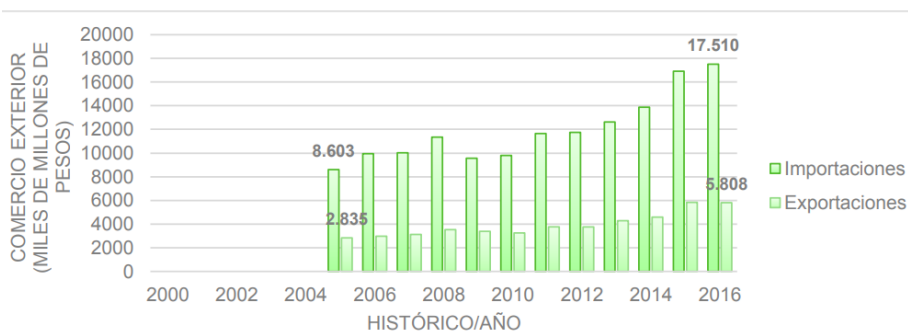


Fuente Corporación Biointropic, *et al*, 2018, p. 60

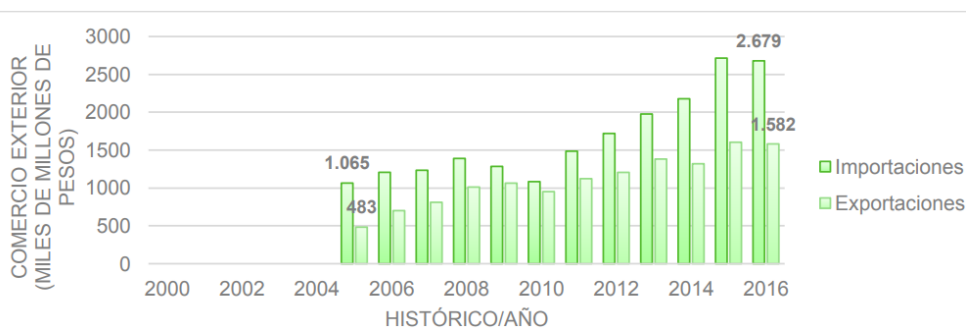
Figura 5. Comercio Exterior- Sector Alimentos y Bebidas

Fuente Corporación Biointropic, *et al*, 2018, p. 66

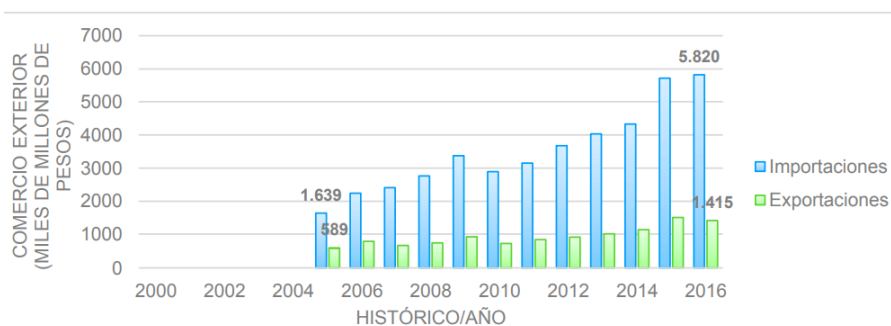
Comercio Exterior- Sector Resto de Químicos



Corporación Biointropic, *et al*, 2018, p. 72

Figura 11. Comercio Exterior- Sector Cosméticos y aseo

Fuente Corporación Biointropic, *et al*, 2018, p. 76

Figura 14. Comercio Exterior- Sector Farmacéutico

Fuente Corporación Biointropic, *et al*, 2018, p. 81

Las anteriores estadísticas basadas en las cuentas nacionales del DANE para el 2016, permiten identificar como sectores estables para la oportunidad de exportación el sector agrícola y pecuario, y el de alimentos y bebidas, siendo que en ambos la balanza comercial entre importaciones y exportaciones es bastante similar, en algunas ocasiones con mayores aportes en el área de exportaciones, especialmente en el sector de alimentos y bebidas; sin embargo el sector agrícola y pecuario ha venido perdiendo el superávit en exportaciones y se le atribuye este cambio al Tratado de Libre Comercio con EEUU, el cual disminuyó restricciones a productos que entran al país.

Por otro lado, en el sector de cosméticos y aseo, y el sector químicos, la balanza de las exportaciones es constantemente negativa en relación a las importaciones, no obstante a través de los diferentes periodos anuales presentados las exportaciones aunque no han logrado superar las importaciones, el nivel de comercio exterior ha crecido casi paralelamente con su contraparte.

Por el contrario en el sector farmacéutico es marcada la diferencia negativa entre importaciones y exportaciones, siempre con un déficit importante en el mercado exterior, y a diferencia de los sectores de cosméticos y aseo, y el de químicos, las exportaciones no han variado significativamente a través del tiempo en contraposición con el crecimiento del nivel de

importaciones de los productos de este sector.

4 Políticas y Reglamentaciones Para la Bioeconomía en Colombia.

En septiembre de 2016, el presidente Juan Manuel Santos, en un foro sobre biodiversidad, manifestó que “El fin del conflicto implica la posibilidad de consolidar una nueva economía con mayor provecho de nuestros recursos y reivindicar nuestro medio ambiente (...). Queremos llegar al año 2025 convertidos en una bioeconomía basada en la ciencia, la tecnología y la innovación, y que saque el mayor provecho de su inmensa riqueza natural”.

El marco legal para el desarrollo de una política de bioeconomía es la Constitución Política de 1991, que introduce principios generales ambientales relacionados con el cuidado de la biodiversidad y el marco institucional necesario para la gestión del medio ambiente. En ese marco, desde los años noventa se han desarrollado diferentes políticas relevantes para la bioeconomía; por ejemplo, políticas sectoriales asociadas a la biodiversidad (década de 1990), e iniciativas para la generación de conocimiento de la biodiversidad y la generación de alternativas de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (2000-2010), la inclusión del desarrollo de la tecnología en el Plan Nacional de Desarrollo (2006-2010), y para el desarrollo comercial de la biotecnología (CONPES 3697/2011). En la actualidad se está llevando a cabo el proyecto nacional Colombia BIO, liderado por Colciencias con énfasis en la innovación, el conocimiento, la creación de empresas y la articulación de academia, empresas e instituciones.

La elaboración de lineamientos de política para el desarrollo de la bioeconomía está contemplada como uno de los componentes de la Política de Crecimiento Verde, que está siendo elaborada por la Misión Crecimiento Verde, liderada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP). La Misión tiene definidos tres ejes temáticos a saber: a) el uso eficiente de los recursos; b) el desarrollo de nuevas oportunidades económicas basadas en el uso sostenible

del capital natural; y c) el desarrollo del capital empresarial y humano para el crecimiento verde. La bioeconomía es uno de los componentes del segundo eje temático.

Entre las actividades de alto potencial para el desarrollo de la bioeconomía que han sido identificadas están el sector agropecuario, los químicos de base biológica, los alimentos, la salud humana y la bioenergía y derivados. (CEPAL, 2018, p. 31)

A nivel mundial, entre las razones principales que han movido a los líderes políticos a desarrollar estrategias en bioeconomía se encuentran las siguientes:

- La percepción del fin de la economía derivada del petróleo y la necesidad de garantizar la continuidad del suministro de combustible.
- La reducción del impacto en el cambio climático minimizando la emisión de gases con efecto invernadero.
- La contribución a los desafíos de las sociedades actuales.
- La seguridad alimentaria, el desarrollo económico sostenible, la creación de nuevos perfiles y puestos de trabajo, etc.

Para el análisis de la gobernanza de los diferentes estados hacia la transformación de los diferentes sistemas hacia la bioeconomía, Dietz, et al., proponen 4 medios en los que se apoyan las naciones desde sus respectivos gobiernos para permitir el cambio bio-basado hacia procesos sostenibles social y ambientalmente. Dichos medios son presentados en la siguiente tabla:

Descripción general de los medios para permitir la gobernanza.

(I) Promover la investigación y el desarrollo para una transformación bio-basada

- Financiación de proyectos de investigación
- Establecimiento de instalaciones de investigación específicas
- Promoción de redes de investigación y alianzas estratégicas
- Promoción de la transferencia de conocimiento y tecnología (ciencia-praxis-nexo)

(II) Mejorar la competitividad de la bioeconomía a través de subsidios

- Cuotas para la bioeconomía
- Promoción de la contratación pública bio-basada
- Promoción de comportamientos de consumo sostenible
- Beneficios fiscales
- Programas de crédito específicos

(III) Políticas de localización industrial para industrias bio-basadas

- Promoción de clústeres industriales en el campo de la bioeconomía
- Promoción de la transferencia de conocimiento y tecnología entre la investigación y la industria
- Promoción de la educación laboral en campo
- Creación de derechos de propiedad intelectual apropiados
- Promoción de la inversión extranjera directa (IED) en el campo

(IV) Apoyo político para el cambio social bio-basado

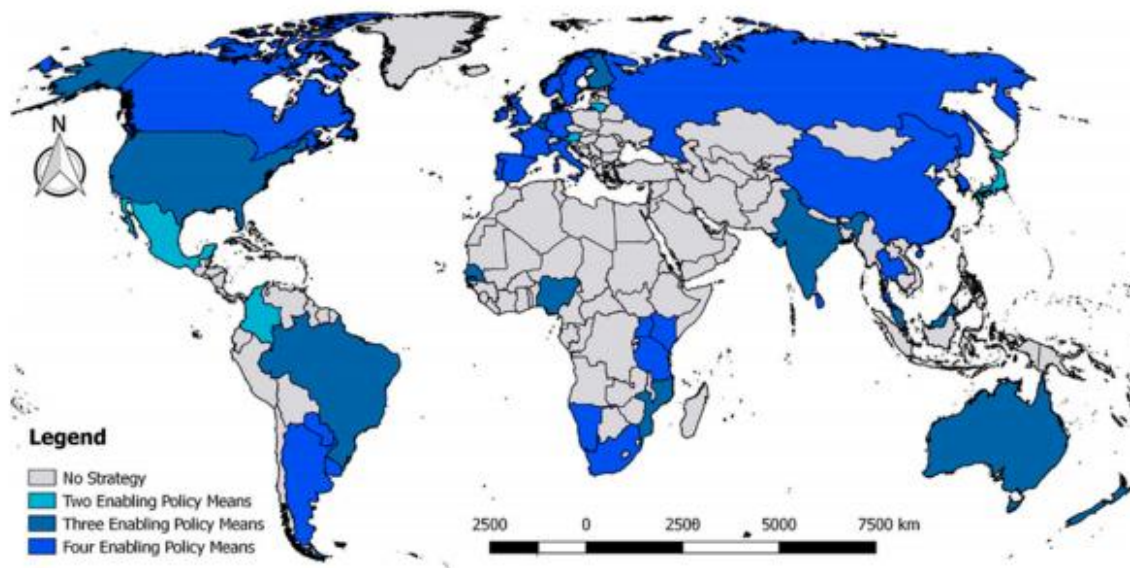
- Promover el diálogo público para aumentar la comprensión del funcionamiento de la bioeconomía.
 - Promover el diálogo público sobre riesgos tecnológicos en el campo de la bioeconomía.
-

Fuente: Dietz et al., 2018, p. 6

Muchos países aplican políticas activas de localización de industrias destinadas a mejorar las condiciones generales de las bioindustrias y planean mejorar la aceptación de la bioeconomía mediante la educación y otras campañas de creación de capacidad y concienciación.

Hasta ahora, podemos afirmar que muchos países con ambiciones bioeconómicas declaran la bioeconomía integral como un objetivo político estratégico y están preparados para promover políticamente este desarrollo de manera intensiva. En general, esto sugiere que la

transformación de base biológica puede ganar impulso en los próximos años. Tal como es presentado en el gráfico donde se resaltan las naciones que se han apegado a dos, tres o hasta cuatro de los medios de gobernanza para permitir la transformación hacia la bioeconomía.



Fuente (Dietz et al., 2018, p. 10)

Colombia no ajeno a estas dinámicas y siendo el segundo país en biodiversidad en el mundo tiene el interés en el marco de la Estrategia de Crecimiento Verde liderada por el Departamento Nacional de Planeación de definir una agenda de trabajo para la bioeconomía al 2030 que permita generar nuevas palancas de crecimiento económico basados en el capital natural como fuente para nuevas industrias. (Biointropic-Silo-Eafit, 2018, p. 1)

Este tipo de innovaciones permitirán contribuir a los Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y a los planteamientos de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD). (Biointropic-Silo-Eafit, 2018, p. 2)

Por otra parte, después de 300 días y más de 250 actividades de construcción y diálogo con diversos sectores, la Misión Internacional de Sabios 2019 presentó el 5 de Diciembre

de 2019 a la sociedad colombiana, al Presidente de la República, a la Vicepresidenta de la República y a los actores del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, sus propuestas para que el conocimiento y la educación se conviertan en la base del desarrollo humano, sostenible y con equidad de Colombia.

La Misión Internacional de Sabios 2019 propone que el naciente Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación sea el articulador para que sus propuestas se realicen. Sugiere, además, que el Ministerio esté acompañado por una Agencia con amplias capacidades de ejecución de recursos para la ciencia, la tecnología y la innovación.

La Misión, así mismo, hizo un llamado al Gobierno Nacional, a las regiones y a la sociedad colombiana a hacer esfuerzos para fortalecer las ciencias básicas naturales, sociales y humanas, y la creación artística.

Otra de las propuestas es que, en los próximos años, el Estado logre que el 25% de los recursos del Sistema General de Regalías sean destinados a la educación integral de la primera infancia, la creación de centros regionales de innovación, y el impulso a la investigación y a las redes de centros comunitarios de innovación en las regiones.

La Misión Internacional de Sabios 2019 propone que el país aúne esfuerzos para el logro de 3 retos que se materializan en 5 misiones emblemáticas inter y transdisciplinarias. Estas misiones contienen objetivos, programas y metas concretas que contemplan desarrollos científicos fundamentales y aplicados en un horizonte de corto, mediano y largo plazo.

Los tres grandes retos identificados por la Misión son: Colombia biodiversa, Colombia productiva y sostenible, y Colombia equitativa.

El reto Colombia biodiversa hace referencia a un modelo de economía sostenible basado en la diversidad natural y cultural del país para impulsar la bioeconomía y la economía

creativa, permitiendo dar un giro hacia una economía basada en el conocimiento y la conservación de recursos tan valiosos como el agua y la diversidad biológica y cultural.

El reto Colombia productiva y sostenible busca modificar la estructura productiva del país hacia industrias y servicios con alto contenido tecnológico y empresas de economía circular, con proyección exportadora, aprovechando las ventajas comparativas del país en recursos naturales y sus capacidades y relaciones internacionales con universidades y centros de investigación.

El reto, Colombia equitativa, enfrenta los problemas de exclusión y desigualdad social abordándolos como un desafío de país que permita mejorar los niveles de educación y de salud, pasando de un modelo de crecimiento económico basado en rentas a uno en donde el capital humano y el conocimiento sean la base del crecimiento. (Minciencias, 2019, p. 1)

Ahora bien, para darnos una idea de cómo avanzan estos programas en el país, y partiendo del hecho de que, como quedó estipulado en el numeral tres, respecto a las claras ventajas competitivas existentes en Colombia debido al amplio potencial de su biodiversidad, y con ello el gran potencial que tiene para la expansión del mercado nacional e internacional, el gobierno da claras muestras de querer aprovechar dichas ventajas y para hacerlo, empezar a cumplir con los compromisos estipulados en las propuestas y sugerencias hechas por los diferentes entes nacionales e internacionales respecto a la bioeconomía, tal como lo evidenciamos en los proyectos lanzados recientemente para favorecer la biodiversidad:

El Comité Directivo del Programa Colombia Sostenible aprobó 69 proyectos de conservación ambiental y prácticas productivas sostenibles en municipios vulnerables.

En estas regiones serán beneficiadas más de 11.500 familias campesinas, población víctima, afrodescendiente, indígena y mujeres rurales.

Las iniciativas de las comunidades contemplan propuestas de restauración, pagos por servicios ambientales y producción sostenible para proteger zonas ambientalmente estratégicas.

Precisamente, en el Comité Directivo del Programa Colombia Sostenible, el Consejero alentó a las comunidades por su participación en 69 proyectos, encaminados a la promoción de la conservación ambiental y la producción sostenible en las 16 subregiones con Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial, PDET.

Las diferentes propuestas alcanzan los 104.777 millones de pesos, que se suman a una contrapartida (en dinero o especie) de las comunidades beneficiarias, por 138.428 millones de pesos, los cuales se ejecutarán entre 12 y 26 meses, según el plan financiero y plan de adquisiciones de cada proyecto.

Con el programa se beneficiarán 11.579 pequeños productores y sus familias, de los cuales 4.757 (41%) son mujeres y 6.822 (59%) son hombres en 72 municipios PDET.

Entre la población a beneficiar hay campesinos, víctimas de la violencia, afrodescendientes, indígenas y mujeres rurales.

Las iniciativas de las comunidades contemplan actividades de restauración, conservación de la biodiversidad y la implementación de prácticas productivas sostenibles en un área de 39.993 hectáreas (has).

También hay acuerdo para que haya cero deforestación para la protección de 24.923 hectáreas de bosques, es decir, un área equivalente a dos veces la localidad de Ciudad Bolívar en la capital del país.

Para ello, se intervendrán 5.222 hectáreas de bosques degradados en zonas ambientalmente estratégicas para el desarrollo de actividades de restauración e incentivos por Pagos Servicios Ambientales (PSA), con una destinación del programa, de 21.373 millones de pesos, es decir el 20 % del total de inversión.

Mientras que el 80% de la inversión del programa, es decir 83.404 millones de pesos, se destinarán a la financiación de proyectos que le apuestan a la producción sostenible de café, cacao, caucho, leche, carne, piangua, pescado, miel, plátano, frutales, hortalizas y la promoción de actividades forestales legales, turismo naturaleza y zocría de mariposas, por citar algunas. En esta tipología de proyectos se intervendrán 34.770 hectáreas. (García, 2020, p. 1)

5 Barreras que Limitan el Desarrollo de la Bioeconomía en Colombia.

Se identifican y evalúan factores que pueden afectar o afectan el desarrollo de la bioeconomía en las áreas estratégicas descritas anteriormente, y se ofrecen recomendaciones para su superación. Se analizan regulaciones de diversa naturaleza, incentivos para promover la innovación y factores relacionados con el acceso al mercado de nuevos productos de base biológica. Las actividades que giran en torno a la bioeconomía tienen como característica esencial desarrollarse en los lugares en los que se genera la materia orgánica: las explotaciones agrícolas, ganaderas y forestales, las empresas agroalimentarias, los entornos costeros y los centros de gestión de residuos. En paralelo surgirán empresas proveedoras de nuevos servicios para estas nuevas actividades, tanto en el ámbito de la producción y comercialización como en el de la garantía de la sostenibilidad.

Existen diversos tipos de barreras regulatorias que limitan el desarrollo de la bioeconomía en la región. Entre las más relevantes destacan las siguientes:

- Ausencia de marcos normativos, especialmente en ámbitos en los cuales el avance en el conocimiento y en la aplicación de nuevas tecnologías es más rápido (por ejemplo, aplicaciones biotecnológicas, como New Breeding Techniques y CRISPR-Cas y desarrollos en el ámbito de la biología sintética).
- Complejidad de los procesos regulatorios nacionales (por ejemplo, acceso a recursos genéticos para investigación y desarrollo, protección de semillas y plantas tradicionales).
- Debilidad de las capacidades para cumplir con las regulaciones en los mercados de destino de los productos de la bioeconomía y / o el desconocimiento de tales requisitos (por ejemplo, nuevos productos alimenticios, productos biofarmacéuticos y biocosméticos).

- Incompatibilidad de las reglamentaciones entre productos convencionales y bioproductos similares (por ejemplo, bioenergía, productos biofarmacéuticos, biorremediación, biomateriales).
- Ausencia de armonización en los criterios de clasificación para nuevos productos relacionados con la bioeconomía (por ejemplo, alimentos funcionales y súper alimentos, productos biofarmacéuticos, bioinsumos agrícolas, enzimas industriales).
- Dificultad para hacer cumplir las regulaciones que existen (por ejemplo, regulaciones sobre mezclas de biocombustibles-combustibles fósiles).

También existen barreras para el desarrollo de nuevos mercados y para el acceso a los mercados existentes; por ejemplo, medidas sanitarias y fitosanitarias, barreras técnicas al comercio, inspecciones previas al envío y otras formalidades, así como debilidades en cuestiones de propiedad intelectual. Algunas de estas barreras limitan las posibilidades de valorización de la biodiversidad; por ejemplo, la ausencia de esquemas de trazabilidad para los productos relacionados con la biodiversidad y la falta de normas homologadas entre los países exportadores e importadores.

De particular importancia son las barreras en el ámbito de los productos y procesos biotecnológicos, las cuales pueden agruparse en cuatro categorías: a) barreras analíticas o de falta de estudios técnicos y científicos para cumplir con las regulaciones en los países de destino. b) barreras logísticas, relacionadas con la obtención de certificaciones de exportación, etiquetas y sellos (por ejemplo, laboratorios certificados, certificación de buenas prácticas de manufactura). c) barreras económicas, debido al alto costo involucrado para cumplir con los requisitos de los sellos o esquemas de certificación; y d) barreras de percepción, debido a

la necesidad del productor de demostrar a los consumidores finales que su producto es inofensivo y seguro.

El desarrollo de la bioeconomía requiere de nuevos conocimientos para aprovechar el potencial de los recursos biológicos y avanzar en el reto implícito en el concepto de la bioeconomía, de producir más con menos. Pero el conocimiento nuevo será insuficiente si no se lo pone en práctica eficazmente para transformar los patrones de producción existentes, y sin un comportamiento innovador apropiado por parte de los actores económicos relevantes. Una transición exitosa a la bioeconomía requerirá un esfuerzo intensivo en el desarrollo de recursos humanos, así como de mejores mecanismos para la participación social. Los procesos de base biológica requieren una nueva base tecnológica, lo que a su vez demanda una reorganización de las habilidades científicas para la investigación y el desarrollo. También precisan de cambios en los niveles de producción y gestión, ya que las estrategias de desarrollo basadas en recursos biológicos por lo general son mucho más intensivas en conocimiento que las rutas de desarrollo basados en recursos naturales de origen fósil.

La falta de recursos de financiamiento es una restricción a la innovación en América Latina, especialmente en nuevos ámbitos, como la bioeconomía. Los fondos públicos disponibles son escasos y por lo general se limitan al financiamiento de las fases iniciales de investigación y desarrollo; el mercado de capital de riesgo es incipiente en la mayoría de los países; y no existe una cultura generalizada de inversión en innovación por parte del sector privado. Sin embargo, existen algunos mecanismos que se han desarrollado en países de la región para otros fines, con sus propias especificidades, focos y reglas de acceso, que tienen el potencial de apoyar el emprendimiento relacionado con la bioeconomía en la región, incluyendo

fondos públicos en agencias nacionales de desarrollo, fondos privados nacionales y regionales, fondos mixtos público-privados y fondos de cooperación internacional regionales y globales.

La bioeconomía promueve un cambio en el paradigma de desarrollo predominante, basado en el uso de recursos fósiles. Este nuevo paradigma se sustenta en la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, para proporcionar información, productos, procesos y servicios a todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible. Sin embargo, se requiere más conocimiento de los múltiples beneficios y eventuales riesgos de la bioeconomía, en todos los niveles relevantes:

- Entre los formuladores de políticas públicas y en la comunidad de interesados en temas de desarrollo, por las respuestas que una bioeconomía sostenible puede proveer a las grandes aspiraciones y necesidades de la sociedad, dados los vínculos entre ésta y muchos ODS relevantes, incluyendo la reducción de la pobreza, la seguridad alimentaria, el acceso a agua y energía, la innovación sostenible y la producción y el consumo sostenibles.

- Entre la comunidad empresarial, por las oportunidades y beneficios económicos en el desarrollo de nuevos productos y procesos productivos y de nuevos negocios y cadenas de valor para, por un lado, atender una demanda creciente por productos y formas de producción más amigables con el ambiente, y por otro, crear nuevos empleos de calidad y crear nuevos mercados.

- Entre la ciudadanía, para generar confianza sobre la seguridad del consumo de los productos de la bioeconomía (por ejemplo, biofármacos, biocosméticos) y conciencia sobre los beneficios de acceder a productos con una menor huella fósil (por ejemplo, bioplásticos).

(CEPAL, 2019, p. 17)

Igualmente importante, llevando el análisis hacia las barreras en los sectores de la

economía para Colombia, y complementando el análisis en el numeral de contexto nacional se presentan las barreras de los seis sectores planteados por la corporación Biointropic, *et al.*, tras el análisis de contexto y el establecimiento de oportunidades desde cada uno de estos.

Sector agrícola y pecuario:

- Un sector agrícola con una vocación tradicional de producción y exportación en fresco, sin aprovechar dinámicas como las de biorrefinería. El mayor avance se ha visto en cultivos de palma y caña con el desarrollo de biocombustibles aun desaprovechando oportunidades de acceso a nuevos mercados como los de bioactivos, fitonutrientes, biomateriales, entre otros.

- Existe una gran oferta de investigación en especial en biotecnología agrícola, desarrolladas por la academia y en general por los centros de investigación, sin embargo, se quedan en la "fase de investigación" y, por lo tanto, no alcanzan a superar los estándares nacionales o internacionales (no se supera el valle de la muerte).

- Incipientes mecanismos para la óptima transferencia de tecnologías, desde los centros de investigación y universidades a las empresas del sector público y privado.

- Dificultades de conectividad rural que imposibilitan el acceso al conocimiento de vanguardia.

- Escaso nivel de tecnologías de precisión que potencien el desarrollo agrícola y pecuario de las regiones, y, por lo tanto, impidan el desarrollo de productos apetecidos por los mercados nacionales e internacionales

- El país tiene una regulación exhaustiva que limita, dificulta e impide el acceso a

los recursos biológicos y genéticos de la biodiversidad colombiana, con fines de investigación, pero sobre todo con fines de comercialización.

- La regulación en Colombia no diferencia los bioinsumos de los agroquímicos.

En consecuencia, los requisitos que se le solicitan a un bioinsumo no corresponden a las particularidades de los mismos.

- De igual forma, no se han implementado programas de reemplazo o sustitución gradual de los productos de base petroquímica (o productos sintéticos) por productos naturales, sostenibles, entendidos como recursos biológicos, sus derivados o que provengan del aprovechamiento de la biomasa residual (productos biotecnológicos en general).

- Para el sector agrícola y pecuario, es fundamental mejorar la oferta de personal calificado que contribuya a la generación de un sistema de innovación.

- Hay una carencia de información detallada del potencial genético de la biodiversidad colombiana, lo cual es base fundamental para el desarrollo biotecnológico del país.

- Cada vez más se contempla y dispone de baja disponibilidad y calidad de recursos, tales como agua y suelos, que permitan el desarrollo de proyectos productivos.

- La orientación estratégica proporcionada a la política agrícola durante los últimos 20 años se centró en aumentar la producción agrícola y su competitividad, especialmente mediante el apoyo proporcionado a la agroindustria. Sin embargo, las orientaciones proporcionadas por estos documentos estratégicos no se reflejaron en los instrumentos de implementación de las políticas, los cuales se centraron fundamentalmente en la protección y regulación a las importaciones y en subsidios a los insumos variables de los agricultores.

- Los servicios de asistencia técnica se han reformado en los últimos años, pero siguen siendo fragmentados. No existe un marco integral que pueda garantizar la adecuada coordinación de los esfuerzos, que mejore la participación y los intercambios de información y que al mismo tiempo aborde los problemas territoriales. Hay un plan general de asistencia técnica rural (PGAT) que debería mejorar la coordinación de los servicios de asistencia técnica entre las distintas regiones.

- La oferta de programas académicos relacionados con el sector agrícola y pecuario, por parte de las universidades y en general centros de educación media y superior, es muy tradicional. Se debe incentivar la actualización curricular que fomente la formación de talento humano que genere conocimiento de alto nivel, pero sobre todo innovación en el uso tecnológico y sostenible de los recursos de la biodiversidad, sus derivados y la biomasa residual, y así, impactar el sector agropecuario y promover desarrollo.

Sector alimentos y bebidas:

- Existen ingredientes activos de la biodiversidad de Colombia que por su carácter innovador aun no son aprobados en la legislación colombiana, ni en Codex Alimentarius, ni en FDA entre otras, teniendo las empresas que incurrir en altos costos de análisis de bioseguridad para comprobar la inocuidad y eficacia.

- Existen vacíos en instrumentos de financiación y fomento que apalanque recursos para el cumplimiento de requisitos regulatorios para ingredientes innovadores de la biodiversidad. No hay una regulación clara en relación con alimentos funcionales y alimentos nutraceuticos. No se ha desarrollado regulación para alimentos medicos.

- Se debe fortalecer el canal de comunicación y la transferencia de conocimiento

desde los grupos de investigación a la industria pequeña, mediana y grande, con el fin de potenciar el uso y encontrar nuevas aplicaciones que resuelvan necesidades locales.

- Hay debilidad en la infraestructura tecnológica de laboratorios especializados y acreditados para respaldar estudios de bioseguridad y pruebas clínicas, lo que limita el acceso a mercados internacionales.

- Falta de productividad y formalidad del sector, pues es un sector empírico, si bien la normativa ha mejorado las condiciones, estableciendo un perfil profesional que debe estar a cargo de producción y calidad, aun no hay en las empresas pequeñas acceso a personal calificado para las actividades de I+D+i.

- La biotecnología se ha experimentado a nivel de laboratorio por grupos de investigación, sin embargo, hace falta divulgación y estudio de otras aplicaciones en el sector alimentario para incentivar la apropiación de la tecnología a mayor escala.

- Se encuentra en construcción desde el 2014 la resolución sobre Alimentos para Propósitos Médicos Especiales para consumo humano bajo una categoría de los alimentos de regímenes especiales. Este restringe el desarrollo de empresas en esta aplicación.

Sector químico:

- Debilidad en mecanismos de transferencia tecnológica para generar fuentes de conocimiento biotecnológico avanzado.

- Altos tiempos de I+D+i para nuevas soluciones

- Debilidad de instrumentos financieros para el desarrollo de proyectos y productos en etapa temprana que son las fases de mayor riesgo incertidumbre y necesidades de inversión.

- Debilidades de convenios con laboratorios acreditados internacionalmente para desarrollo de productos nacionales.

- Ausencia de laboratorios acreditados con buenas prácticas de manufactura.

- Baja madurez del mercado para aceptar el consumo de productos verdes. Se debe trabajar en el cambio de mentalidad de los consumidores para reemplazar los productos de base petroquímica por productos sostenibles y de bioeconomía que, en algunos casos, implica pagar más por un producto catalogado como “verde o renovable”.

- Baja difusión en el mercado nacional de conceptos, mega tendencias, avances tecnológicos, y nuevos productos, relacionados química verde y sostenibilidad. Para el caso de Colombia este aspecto es clave dado que al tener una economía basa en commodities y una baja oferta de exportación en productos diferenciados en bioeconomía, se asocia más a un mercado de capitales y no a mercado de conocimiento.

Sector cosmético y aseo:

- Bajo conocimiento sobre los requerimientos de gestión de INCI, CAS, CITES, revisión en listas positivas o de restricciones de uso.

- Debilidades en conocimiento y gestión de permisos de aprovechamiento, contratos de suministro, contratos de acceso a recurso genéticos, contratos accesorios, contratos de acceso con fines comerciales a realizar aprovechamiento sostenible de la biodiversidad.

- Debilidades en vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva por parte de las empresas para obtener información bibliográfica de estudios científicos de ecología, etnobotánica, caracterización fitoquímica, funcionalidades y beneficios, para tomar decisiones sobre que ingredientes novedosos a trabajar.

- Debilidades en relacionamiento y fuentes de financiación para respaldar actividades de investigación y desarrollo tecnológico con universidades y grupos de investigación nacionales e internacionales.
- Pocos instrumentos especializados de cofinanciación, financiación e inversión para realizar alistamiento a requisitos regulatorios y privados del mercado (pruebas de eficacia, estabilidad y seguridad, elaboración de dossier, fichas técnicas), así como para realizar inversión en desarrollo de la proveeduría.
- Escasas cadenas productivas en el país que involucren trabajo con comunidades para la obtención de ingredientes naturales novedosos. Solo se conocen algunos casos en achiote, asai, jagua y sachá inchi.
- Dificultad de acceso a laboratorios certificados en BPL para las pruebas de eficacia, estabilidad y seguridad en Colombia
- Bajo interés de empresas cosméticas de realizar riesgo compartido con el eslabón de ingredientes en actividades de i+d y en la elaboración de dossier para ingredientes novedosos.
- Número reducido de empresas certificadas en Buenas prácticas de manufactura y certificaciones especializadas como Cosmos (requerida para producto natural). Solo las empresas que son exportadores reconocen su necesidad.
- Bajo posicionamiento de Colombia como proveedor de ingredientes naturales y de cosméticos naturales.
- Ausencia de una marca de país y de un sello de calidad que respalde el sector resaltando los atributos bio.
- Para la mayoría de los consumidores no está claro el termino cosmeceúticos, eso

abre la posibilidad para que algunas productoras de cosméticos autodenominen sus productos como cosmecéticos aun sin cumplir con una oferta terapéutica.

Sector farmacéutico:

- Ausencia de una política pública que promueva en el sistema de seguridad Social del país, la incorporación de medicamentos biotecnológicos o biosimilares con precios más bajos que amplíe la cobertura y facilite el acceso de la población y un impacto positivo en la sostenibilidad financiera de los sistemas de salud. Se debe garantizar la seguridad y la eficacia los productos que se comercialicen en el país.

- El país cuenta con experiencia de grupos de investigación en estudio de biomoléculas para tratamiento de diferentes enfermedades y en especial en huérfanas y tropicales, sin embargo, en la cadena de valor de volver la biomolécula en un producto de aplicación farmacéutica aún se tienen muchos vacíos relacionados con los costos de inversión requeridos para realizar los estudios preclínicos y clínicos.

- Existe debilidades y claridad en asuntos regulatorios de acceso al mercado relacionados con biosimilares, medicamentos biológicos, biomoléculas, entre otros.

- El país tiene trayectoria en especial en empresas que trabajan Fitoterapéuticos pero les falta avanzar en negocios más sofisticados con incorporación de herramientas biotecnológicas y el respaldo de estudios clínicos.

- La balanza comercial actual del sector es deficitaria

- Baja productividad de las empresas fabricantes, alta rotación de personal dentro de las empresas, y recurso humano sin suficientes competencias que requiere el sector.

- Existe una brecha a nivel financiero, se evidencia una falta de instrumentos

financieros para apalancar la reconversión tecnológica, inversiones de i+d e inversiones en planta y equipo.

Sector Salud:

Falta de regulación, legislación y divulgación

- La falta de claridad o vacíos en temas regulatorios frente al uso y aplicaciones de terapias basadas en células madre no autólogas, su comercialización nacional e internacional, la regulación y desarrollo de estudios o ensayos para validación y probar eficacia de estas terapias, la demora burocrática de instituciones como el INVIMA donde los trámites para aprobar investigaciones clínicas pueden durar hasta 225 días, retrasan la oportunidad de desarrollar productos y servicios conexos como la creación de organizaciones de investigación por contrato (CRO por sus siglas en inglés), que podrían generar 500 millones de dólares al año según la consultora Israeli Pugatch Consillium.

- Si no se tiene de manera clara los procedimientos regulatorios que habiliten las actividades comerciales del uso de nuevas tecnologías aplicables al sector salud, será muy difícil generar un mercado maduro y estable, que aporte de manera regular al PIB nacional.

- Actualmente las cifras de mercado encontradas provienen de inversiones/gastos realizados en su mayoría por el sector público, enfocados al cuidado y prevención de salud de las personas en Colombia, donde el sistema busca más que poder ser rentable, ser autosostenible.

- Hay fuga de cerebros debido a problemas sistemáticos en el sector, tanto en regulación como tecnológico que impiden el total desarrollo de sus capacidades intelectuales.

- A nivel de inversión y financiación, a pesar de que en el país se tienen definidos unas inversiones anuales para este sector por parte del erario público, gran parte va enfocado a la

prevención, cuidado y salud pública, y solo una pequeña parte a la innovación y generación de servicios o productos. (Corporación Biointropic, *et al*, 2018, p. 62)

En relación con instrumentos de inversión en el país, la mayoría, han enfocado sus esfuerzos a inversiones relacionadas con tecnologías y sus aplicaciones, tales como Fintech o IoT, temas que son tendencia en el mundo del capital emprendedor en la actualidad. Dentro de la oferta de instrumentos se encuentran redes de ángeles inversionistas, Fondos de capital privado (FCP), Vehículos de inversión, deuda estructurada, entre otros. Sin embargo, son limitados los fondos que han realizado inversiones en empresas de agroindustria y ciencias de la vida en el país.

La brecha en instrumentos en el país se ha encontrado en las fases de etapa temprana y crecimiento en especial para el caso de empresas de base biotecnológica. Es allí donde se ubica el valle de la muerte de los negocios de base biotecnológica, por la existencia de brechas de financiación y fomento de acuerdo al estado de desarrollo de las tecnologías donde existe una gran oferta de resultados de investigación es estado TRL 4 probados a nivel laboratorio, pero los recursos requeridos para realizar prueba de concepto, validación de producto mínimo viable, viabilidad de escalamiento, desarrollo de estudios de bioseguridad y eficacia, respaldo de estudios clínicos, gestionar permisos regulatorios, entre otros, son escasos, ya que la tecnología aún no es negocio.

18. Requerimientos de capital para financiación de CTel



Lo anterior resalta que en Colombia existe debilidad en instrumentos financieros específicos que favorezcan el desarrollo de esta industria, ajustados a sus necesidades en términos de sus riesgos, largos períodos de maduración, largos periodos en la gestión de requisitos regulatorios y estudios clínicos de respaldo, y escasa garantías reales, entre otros.

Lecciones Aprendidas y Contribución al Conocimiento

- Debe haber un comité nacional de bioeconomía con un fondo de recursos estable que consolide la institucionalidad gubernamental bioeconómica.
- Dado que cada región implementará la definición e implementación de la bioeconomía desde su propio contexto, se requieren comités regionales de bioeconomía donde los emprendedores puedan acudir para orientar sus iniciativas de una forma efectiva y así sus emprendimientos puedan aportar a los ODS.
- Igualmente a la par de dichos comités, debe haber gestores que coordinen las diferentes regionales hacia los mismos objetivos y coordine a los diferentes actores con la ciudadanía.
- Se deberá establecer un sistema de seguimiento, evaluación y comunicación que articule las actividades Bio, que implemente los indicadores de gestión y un plan de comunicación.
- Es indispensable fortalecer la capacidad financiera de nuevas empresas mediante beneficios tributarios, fondos para capital especializado, fomento de PYMES basadas en bioeconomía, etc.
- De la mano de todo lo anterior, hay que buscar que el emprendimiento venga acompañado por el fortalecimiento del sistema nacional de I+D+i en bioeconomía mediante el apoyo de las entidades nacionales que a su vez posicione al país internacionalmente en dichos temas.

- Lo anterior es importante para poder promover entre los emprendedores la transferencia de conocimiento y tecnología, apalancados en la valorización tecnológica, centros de innovación, financiación blanda, etc.
- La promoción para una consolidación de demanda pública y privada será clave para el surgimiento de emprendimientos biotecnológicos. Esta promoción deberá basarse en programas sólidos que estimulen la compra de tecnologías verdes innovadoras, retos de bioeconomía a nivel regional, desarrollo de una marca país Bio, innovación abierta a las empresas, portafolio de productos y proyectos Bio nacionales, ferías de bioeconomía, etc.
- A medida que avance la bioeconomía en el país, paralelamente se debe avanzar con el desarrollo de las regulaciones y estándares para que estos cumplan con los parámetros tanto nacionales como internacionales que agilicen y maximicen los objetivos que abran corredores en materia comercial para los nuevos productos. Esto mediante mesas de negocios tanto nacionales como internacionales, apoyadas por las entidades gubernamentales y privadas que promuevan la I+D+i y que asesoren en temas legislativos referentes a innovación en bioeconomía y trámites regulatorios.

Conclusiones

Respecto a las tendencias y aplicaciones bioeconómicas inferimos de éste trabajo lo siguiente relacionado con el objetivo general:

- Entre las principales tendencias mundiales y nacionales para promover políticas y programas relacionados con bioeconomía tenemos entre otras lograr: el fin de la economía derivada del petróleo, la reducción del impacto en el cambio climático, la seguridad alimentaria, sostenibilidad económica y equidad social.
- Las propuestas que presentó la Misión Internacional de Sabios 2019, se aplican a los tres principales retos identificados que son: Colombia biodiversa, Colombia productiva y sostenible, y Colombia equitativa.
- En la actualidad se consideran cinco agrupaciones fundamentales de los usos biotecnológicos aplicables a la bioeconomía, y dichas agrupaciones han sido identificadas mediante un sistema de colores de acuerdo al sector económico al que corresponda y aplique.
- Colombia debe fortalecer sus estrategias de bioeconomía si quiere contribuir a los Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y a los planteamientos de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) a la que recientemente fue incluida como miembro.
- La demanda mundial de bienes asociados a la bioeconomía crece más rápido que el comercio mundial, esto y la expansión de los sectores de la bioeconomía generará un crecimiento adicional de las exportaciones, que a su vez producirá un efecto positivo sobre el PIB y sobre el empleo.

- Se requiere seguir fortaleciendo la inversión y los programas en I+D+i y su respectiva transferencia tales como el programa BioB.

En cuanto a la justificación que da cabida al tema de la bioeconomía, tenemos lo siguiente relacionado con el objetivo específico 1:

- La necesidad de la reducción en la dependencia de combustibles fósiles y recursos no renovables cada vez es más latente y se ha convertido en uno de los principales factores para impulsar las estrategias bioeconómicas en el mundo.
- Dependiendo de sus respectivos intereses, su contexto político, social, económico, ecológico etc, cada país e incluso cada región, adapta su estrategia bioeconómica en función de sus sectores potenciales de desarrollo.

Para los temas concernientes al alcance de la definición de bioeconomía en Colombia, podemos concluir lo siguiente relacionado con el objetivo específico 1:

- Actualmente los principales proyectos nacionales encargados de impulsar la bioeconomía colombiana son el programa Colombia BIO liderado por Colciencias, proyecto BioB para la creación de bionegocios, misión crecimiento verde liderado por Biointropic, e igualmente se llevó a cabo la misión de sabios en Diciembre de 2019; dichos proyectos están enfocados en la construcción de una bioeconomía proyectada para 2025 y 2030.
- Las propuestas que presentó la Misión Internacional de Sabios 2019 están enfocadas para que el conocimiento y la educación se conviertan en la base del desarrollo humano, sostenible y con equidad de Colombia.

- Debido a la abundante riqueza de recursos naturales, América Latina y el Caribe, y particularmente Colombia, están llamadas a desarrollar activa y progresivamente una economía basada en el uso sostenible de los recursos biológicos.

A razón de políticas y reglamentaciones existentes en Colombia relacionadas con Bioeconomía, encontramos lo siguiente relacionado con el objetivo específico 2:

- A excepción de algunos incisos del PND, la política 3697 del 2011, enfocada en el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad, es la única política oficial actual concerniente a los temas de biodiversidad, biotecnología y bioeconomía.

- El avance en los lineamientos de políticas para el desarrollo de la bioeconomía está incorporada en la Política de Crecimiento Verde, que está siendo elaborada por la Misión Crecimiento Verde, y que es liderada por el DNP.

- Los principales obstáculos encontrados para el desarrollo de la bioeconomía en Colombia están relacionados con ausencia de marcos normativos, complejidad de los procesos regulatorios nacionales, debilidad de las capacidades para cumplir con las regulaciones en los mercados de destino, incompatibilidad de las reglamentaciones entre productos convencionales y bioproductos similares y problemas de percepción de los consumidores hacia los bioproductos.

- Para superar las barreras que impiden el desarrollo de la bioeconomía, se requieren más políticas que aporten al conocimiento de los múltiples beneficios y eventuales riesgos de la bioeconomía, en todos los niveles relevantes.

- Una inversión modesta de recursos públicos proyectada a 2030, logrará un efecto importante en exportaciones, empleo y generación de valor agregado.
- Para el cumplimiento de los ODS, es fundamental fortalecer el desarrollo de la demanda del mercado bioeconómico y plantear políticas concretas de regulación bioeconómica.

Con relación a los sectores, actividades, oportunidades de negocio e innovación bioeconómica, se puede decir lo siguiente relacionado con los objetivos específicos 3 y 4:

- Los principales sectores y actividades para el desarrollo de la bioeconomía en Colombia han sido identificados como el agropecuario, los químicos de base biológica, los alimentos, la salud humana y la bioenergía.
- Para un próspero desarrollo del país basado en un modelo bioeconómico, es indispensable fortalecer la coordinación y el compromiso con los actores claves del sistema.
- Igualmente los proyectos con un efecto demostrativo y multiplicador que inspiren una mejora en la imagen y generen mayor confianza de los consumidores hacia los bioproductos, apalancarán el desarrollo del modelo bioeconómico en Colombia para un crecimiento sostenible e incluyente.
- Se deben poner en marcha proyectos en sectores prioritarios con iniciativas de sostenibilidad económica, social y ambiental.

Como conclusión final y dando solución a nuestra hipótesis y al planteamiento del problema, podemos afirmar:

- Dadas las numerosas evidencias presentadas en éste documento que demuestran claramente las ventajas competitivas bioeconómicas existentes en Colombia y habiendo analizado y entendido la definición de bioeconomía dada para nuestro país, además de tener ya muy claras las principales actividades y sectores bioeconómicos explotables en Colombia, podemos decir indiscutiblemente que a pesar de las pocas y desactualizadas políticas y reglamentaciones concernientes a la bioeconomía, esta **no sólo es viable en Colombia, sino también necesaria** dadas las tendencias y aplicaciones que cada día cobran más auge en el mundo y que perfilan esta emergente ciencia como el futuro no muy lejano de la economía mundial.

Bibliografía

ECOinteligencia. (2016). ¿En qué consiste la Bioeconomía?

<https://www.ecointeligencia.com/2016/12/bioeconomia/>

Fontagro. (2016). Bioeconomía. <https://www.fontagro.org/new/proyectos/bioeconomia/es>

Guillermo Valbuena Calderón. (2012). La Bioeconomía Como Estrategia del Futuro.

<https://www.portafolio.co/opinion/guillermo-valbuena-calderon/bioeconomia-estrategia-futuro-100690>

Alcuee KBBE (2016). Foro nacional “el potencial de la bioeconomía en Colombia”.

http://www.bioeconomy-alcuee.org/bioeconomy/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=50&Itemid=164&lang=es

ASEBIO. (2013). Informe de la Biotecnología entre Colombia y España

Australian government. Department of industry, innovation and science. (2016). Bioeconomy and Industrial Biotechnology.

<http://industry.gov.au/industry/IndustrySectors/nanotechnology/IndustrialBiotechn>

[ology/Pages/BioeconomyandIndustrialBiotechnology.aspx](http://www.innpulsacolombia.com/sites/default/files/130724_resumen_ejecutivo_entregables_vf.pdf)

Innpulsa. (2013). ESTUDIO SOBRE EL POTENCIAL DE LA INDUSTRIA DE BIOTECNOLOGÍA EN EL PAÍS — RESUMEN EJECUTIVO —.

https://www.innpulsacolombia.com/sites/default/files/130724_resumen_ejecutivo_entregables_vf.pdf

Ainia Centro Tecnológico. 2017. Drones, agricultura de precisión e industria alimentaria: Nuevas tendencias. <http://www.ainia.es/tecoalimentalia/tecnologia/drones-agricultura-de-precision-eindustria-alimentaria-nuevas-tendencias/Alim'Agri>. 2017. La stratégie nationale bioéconomie: remettre la photosynthèse au coeur de notre économie.

<http://agriculture.gouv.fr/la-strategie-nationale-bioeconomie-remettre-la-photosynthese-au-coeurde-notre-economie>

Betancur, C.M; Chercoles-Moñux, D; Canaviere, G; Villanueva, D.F; García, J; Renza, L.M;

Mendez, K; Zuñiga, A.C; Perez, E.O. (2018). Estudio sobre la bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia.

[https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-](https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/informe%201-1-INFORME%20BIOECONOMIA%20FASE%201%20FINAL%2024012018.pdf)

[tematicos/Bioeconomia/informe%201-1-](https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/informe%201-1-INFORME%20BIOECONOMIA%20FASE%201%20FINAL%2024012018.pdf)

[INFORME%20BIOECONOMIA%20FASE%201%20FINAL%2024012018.pdf](https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/informe%201-1-INFORME%20BIOECONOMIA%20FASE%201%20FINAL%2024012018.pdf)

Zúñiga-Zapata, A.C; Cabezas-Aguilar, E.A; Pérez-Sánchez, E.O. (2018). La Bioeconomía en el Mundo Moderno: una revisión de literatura desde los 5 continentes.

<https://publicaciones.americana.edu.co/index.php/pensamientoamericano/article/view/278>

Aramendis, R; Rodríguez, A; Krieger-Merico, L.F; CEPAL. (2018). Contribuciones a un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe: Bioeconomía.

<https://eclac.org/es/publicaciones/43825-contribuciones-un-gran-impulso-ambiental-america-latina-caribe-bioeconomia>

Biointropic-Silo-Eafit. (2018). Resumen del avance en las recomendaciones de política para el fomento de la Bioeconomía. [https://eclac.org/es/publicaciones/43825-](https://eclac.org/es/publicaciones/43825-contribuciones-un-gran-impulso-ambiental-america-latina-caribe-bioeconomia)

[contribuciones-un-gran-impulso-ambiental-america-latina-caribe-bioeconomia](https://eclac.org/es/publicaciones/43825-contribuciones-un-gran-impulso-ambiental-america-latina-caribe-bioeconomia)

Minciencias. (2019). Misión Internacional de Sabios 2019 propone al país unir esfuerzos para cumplir tres retos y cinco misiones emblemáticas.

https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/mision-internacional-sabios-2019-propone-al-pais-unir-esfuerzos-para-cumplir-tres

Rodriguez, A; Rodrigues, M; Sotomayor, O; CEPAL. (2019). Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe: Elementos para una visión regional.

<https://www.cepal.org/es/publicaciones/44640-bioeconomia-sostenible-america-latina-caribe-elementos-vision-regional>

Biointropic-Silo-Eafit. (2018). Estudio sobre bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia. Anexo 2 Alcance del concepto de bioeconomía para Colombia.

<http://unilibrepereira.edu.co/portal/images/biotecnologia/pdf/12-alcancebioeconomia.pdf>

Wilches-Flórez, A.M. (2010). La biotecnología en un mundo globalizado.

<https://www.redalyc.org/pdf/1892/189218186016.pdf>

García-García, A; La FM. (2020). Proyectos para favorecer la biodiversidad reciben \$105000 millones. <https://www.lafm.com.co/colombia/proyectos-para-favorecer-la-biodiversidad-reciben-105000-millones>

Cámara de Comercio de Cali. 2012. Bioenergía. Revista Acción. Edición No. 164.

<http://www.ccc.org.co/revista-accion-ccc/bioenergia/>

Dietz, T., Börner, J., Förster, J. J., y Von Braun, J. (2018). Governance of the Bioeconomy: A

Global Comparative Study of National Bioeconomy Strategies. *Sustainability*, 10(9), 3190. <https://doi.org/10.3390/su10093190>

Kuckertz, A. (2020). Bioeconomy Transformation Strategies Worldwide Require Stronger Focus on Entrepreneurship. *Sustainability*, 12(7), 2911. <https://doi.org/10.3390/su12072911>

Grossauer, F., y Stoeglehner, G. (2020). Bioeconomy—Spatial Requirements for Sustainable Development. *Sustainability*, 12(5), 1877. <https://doi.org/10.3390/su12051877>

The potential roles of bio-economy in the transition to equitable, sustainable, post fossil-carbon societies: Findings from this virtual special issue. (2018). *Journal of Cleaner Production*, 204, 471-488. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.068>

Realising the circular bioeconomy | READ online. (s. f.). OECD ILibrary. Recuperado 27 de octubre de 2020, de https://read.oecd-ilibrary.org/industry-and-services/realising-the-circular-bioeconomy_31bb2345-en

Ronzon, T., Piotrowski, S., M'Barek, R., y Carus, M. (2017, mayo 31). A systematic approach to understanding and quantifying the EU's bioeconomy. *Bio-Based and Applied Economics Journal*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.276283>

Ronzon, T., Piotrowski, S., Tamosiunas, S., Dammer, L., Carus, M., & M'barek, R. (2020).

Developments of Economic Growth and Employment in Bioeconomy Sectors across the EU. *Sustainability*, 12(11), 4507. <https://doi.org/10.3390/su12114507>

¿Cómo se obtiene la insulina? (s. f.). Recuperado 27 de octubre de 2020, de

<http://todosobrediabetes.com/como-se-obtiene-la-insulina>

Santana Pérez, F. (1987). Insulina humana: Métodos de obtención; revisión bibliográfica. *Rev. cuba. med.*, 487-502.

Historia de logros importantes para la agricultura. (s. f.). Agro-Bio - Asociación de

Biotecnología Vegetal Agrícola. Recuperado 27 de octubre de 2020, de

<https://www.agrobio.org/biotecnologia-linea-del-tiempo-agrobio/>

Mendel, B. (s. f.) Biotecnología verde o agroalimentaria. Biotecnología verde o

agroalimentaria—EcuRed. Recuperado 27 de octubre de 2020, de

https://www.ecured.cu/Biotecnolog%C3%ADa_verde_o_agroalimentaria#Innovaciones_y_aplicaciones_biotecnol.C3.B3gicas

Biotecnología. (s. f.).

<https://www.javeriana.edu.co/documents/3722984/6915977/BIOTECNOLOG%C3%8DA.pdf/8942caf9-2410-43cd-87a1-03b2ee7bffb6>

Castells, J. (2010). Aplicaciones de la biotecnología en la industria. Oportunidades para la renovación de la industria catalana. Nota d'economia 97-98. 3.er cuatrimestre 2010. http://economia.gencat.cat/web/.content/70_economia_catalana/arxiu/ne-97-98_e_castells.pdf

MKM publicaciones, R. (2009, febrero 9). La Biotecnología Industrial: Una realidad hoy, una necesidad mañana. Biotech Magazine. <https://www.biotechmagazine.es/reportajes-biotech/la-biotecnologia-industrial-una-realidad-hoy-una-necesidad-manana/>

Pappalardo, M. G. (2019, diciembre 11). Biotecnología gris: Aplicaciones, ventajas, desventajas. Lifereder. <https://www.lifereder.com/biotecnologia-gris/>

Biotecnología gris. Ejemplos y aplicaciones ambientales. (s. f.). Recuperado 27 de octubre de 2020, de <https://elbiotecnologocurioso.com/biotecnologia-gris/>

Biotecnología Azul de la biología—Docsity. (s. f.). Recuperado 27 de octubre de 2020, de <https://www.docsity.com/es/biotecnologia-azul-de-la-biologia/4538629/>

Biotecnología azul: Mundo marino. Ejemplos y aplicaciones. (s. f.). Recuperado 27 de octubre de 2020, de <https://elbiotecnologocurioso.com/biotecnologia-azul/>

Mesa, L., Ramírez, A., Benavides, C., Barahona, V., Grisales, J. F., Ramirez J., Ramírez, C., Gómez, E., Gómez, J. H. (2017). Estudio del Sector Biotecnológico en la Industria

Colombiana. Editorial Blanecolor S.A.S. ISBN 978-958-59498-4-3.

<http://bios.co/wp-content/uploads/2018/11/ESTUDIO-DEL-SECTOR-compressed.pdf>

Los miembros de la Corporación Biointropic; los miembros de la Universidad EAFIT; los miembros de Science Innovation Link Office (SILO) y los miembros del Departamento Nacional de Planeación (DNP) - Misión Crecimiento Verde. (2018). Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II. <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/Informe%202021%20Documento%20Principal%20Bioeconomia%20fase%20II.pdf>