

ESTUDIO SOBRE BIOECONOMÍA

COMO FUENTE DE NUEVAS INDUSTRIAS BASADAS EN EL CAPITAL NATURAL DE COLOMBIA FASE II

Análisis de la situación y
recomendaciones de política de
bioeconomía

RESUMEN EJECUTIVO

**MEDELLÍN, COLOMBIA
28 DE JUNIO 2018**

ESTUDIO ENTIDADES LÍDERES DE BIOECONOMÍA



APOYAN



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN



CORPORACIÓN
UNIVERSITARIA
LASALLISTA
VOLADAMOS EDUCACIÓN

ENTIDADES PATROCINADORAS



DNP Departamento
Nacional
de Planeación



TODOS POR UN
NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN



WORLD BANK GROUP



Korea
Green Growth
Partnership

COLOMBIA

RESUMEN EJECUTIVO

Presentación

En el marco de La Misión de Crecimiento Verde, iniciativa liderada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) a través de la cual se busca definir los insumos y lineamientos de política pública para orientar el desarrollo económico del país hacia el crecimiento verde en el 2030, se planteó en el 2017 realizar ocho estudios, siendo uno el de **“Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia”** que fue coordinado por BIOINTROPIC en asocio con la Universidad EAFIT, la empresa española Silo y el apoyo de la Corporación Universitaria la Sallista y la Universidad de Medellín.

El estudio de bioeconomía se desarrolló en dos fases: la primera, enfocada en la priorización de sectores estratégicos de la bioeconomía con potencial de crecimiento e impacto en la producción nacional; la segunda, enfocada en el análisis de factores críticos y en la revisión de estrategias y recomendaciones de políticas de bioeconomía a corto, mediano y largo plazo.

Este informe presenta los resultados de la segunda fase del estudio, que hizo un análisis de la situación a través de la identificación y priorización de los factores críticos a partir del entendimiento de los 6 sectores priorizados en 2017 (fase uno) y la revisión de estrategias y recomendaciones de políticas de bioeconomía para contribuir en la agenda del crecimiento verde al 2030. El análisis también incluyó una revisión del impacto económico a largo plazo.

Según la OECD, bioeconomía es “Transformar el conocimiento de las ciencias de la vida en productos nuevos, sostenibles, ecoeficientes y competitivos. La aplicación de la biotecnología a la producción primaria, la salud y la industria podría dar lugar a una bioeconomía emergente contribuyendo a la producción económica”¹. En la fase uno de este estudio se estableció que la estrategia de crecimiento económico para Colombia, basado en bioeconomía, debería cumplir varias condiciones: partir de una gestión eficiente y sostenible la biodiversidad y la biomasa residual; enfocarse en generar nuevos productos, procesos y servicios de valor agregado, basados en el conocimiento y la innovación; apalancar el crecimiento, desarrollo y progreso en las regiones de Colombia², partiendo de sectores priorizados que son Agrícola y pecuario, Alimentos y bebidas, Químico, Farmacéutico, Cosmética y Salud.

A continuación, se resumen los principales hallazgos de la segunda fase de este estudio agrupados en cuatro capítulos.

Capítulo 1. Análisis de la situación y sectores

Este capítulo comprende el análisis de la situación del país relacionado con la bioeconomía bajo un análisis de siete dimensiones (tecnológica, regulatoria, mercado, financiación e inversión, talento humano, infraestructura y ambiente) y el entendimiento de los retos y oportunidades de los seis sectores priorizados para dinamizar la bioeconomía. Esta información es el insumo para identificar los factores críticos.

Se destaca que Colombia es un país con un alto potencial en el desarrollo de una política de bioeconomía, gracias a sus ventajas específicas respecto a la biodiversidad existente, las hectáreas disponibles para agricultura, la generación de biomasa residual y la experiencia de sectores exportadores. Por ello se han puesto en marcha iniciativas como Colombia BIO, el Programa Nacional de Biotecnología, CONPES en los temas de biotecnología, conservación y cambio climático y planes como el Plan Nacional de Negocios Verdes. Sin embargo, existe una desarticulación de esfuerzos y una ausencia de mirada sistémica y estratégica bajo el enfoque de la bioeconomía que

¹ OCDE, The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda (2009).

² Definición desarrollada en la fase 1 del estudio “Estudio de Bioeconomía como fuente de nuevas industrias. DNP-BM. Elaborado por Biointropic-Silo-Eafit. 2018

permita integrar acciones de varios sectores productivos desde la sostenibilidad, lo que no ha facilitado posicionar el tema como una prioridad nacional.

A continuación, se resumen los principales hallazgos y brechas identificadas en el análisis por dimensiones:

1.1 Análisis por dimensiones

Dentro del análisis de dimensiones se puede destacar:

Tabla 1. Resumen de análisis por dimensiones

DIMENSIÓN	HALLAZGOS	BRECHAS
Tecnológica	<p>*Más de 1500 grupos de investigación relacionados con Bioeconomía, donde más de 600 están relacionados con áreas de la biodiversidad y la biotecnología.</p> <p>*La primera comunidad científica de Biotecnológica está en Bogotá, la Segunda en Medellín y la tercera en Cali.</p> <p>*Programas como Colombia BIO han promovido el desarrollo de 15 expediciones bio identificando 131 especies endémicas y más de millón y medio de nuevos registros para el Sistema de Información de Biodiversidad-SIB.</p>	<p>*Dificultad para convertir los resultados de I+D en una innovación de producto, proceso o servicios puestos en el mercado. “Valle de la muerte”.</p>
Regulatoria	<p>*Existen avances con la creación en 2012 del Grupo de Recursos Genéticos de Min ambiente con la aprobación de 149 contratos en su mayoría fines de investigación.</p> <p>*El Invima y el ICA, cuentan con avances en materia de vigilancia sanitaria y control de calidad de medicamentos, alimentos, productos biológicos, biotecnológicos e insumos agropecuarios.</p>	<p>*Solo 8 contratos de acceso a recursos genético con fines comerciales. Falta claridad en gestión y aplicación.</p> <p>*Tanto la normativa como las capacidades creadas sirven a negocios tradicionales y no a las actividades de innovación y futuro de la bioeconomía. (Es importante ratificar los postulados en el protocolo de Nagoya)</p>
Mercado	<p>Crece el consumo internacional de bioproductos, biosoluciones y bioprocesos.</p> <p>*La biotecnología registra ventas globales al cierre de 2017 de \$441.5 miles de millones de dólares, con crecimientos anuales superiores al 10%.</p> <p>*Sectores agrícolas tractores como Palma y Caña con experiencia en biocombustibles y podrían migrar a nuevos modelos de economía circular y biorrefinerías.</p> <p>*Min ambiente ha apoyado a más 900 negocios verdes a través de las Corporaciones autónomas regionales.</p> <p>*Innpulsa ha apoyado a más de 50 empresas con productos biobasados,</p> <p>*Colciencias ha apoyado el desarrollo de 85 bioproductos.</p>	<p>Demanda incipiente en mercado nacional para innovaciones biobasados.</p> <p>*Ausencia de campañas y de información especializada que permita concientización sobre el consumo de productos biobasados.</p> <p>*El comercio internacional de productos bio-basados de Colombia es incipiente y las exportaciones no son cuantificadas de forma diferenciada.</p>

<p style="text-align: center;">Financiación e inversión</p>	<p>El país cuenta con experiencia de instrumentos de fomento, cooperación, financiación y más reciente en inversión en diferentes sectores.</p> <p>-En relación con convocatorias de fomento de I+d+i relacionados con temas bio se pueden destacar algunas realizadas por Colciencias, Innpulsa, Sena, SGR y Colombia Científica. Aunque no son convocatorias permanentes</p> <p>De 31 fondos de inversión identificados solo 4 de ellos han realizado inversiones en empresas relacionadas con biotecnología.</p> <p>-En crédito entidades como Bancóldex y Finagro vienen desarrollando acuerdos con entes territoriales para líneas especiales. Aun no se tiene establecida una línea en biotecnología o bioeconomía.</p>	<p>Existe un déficit de instrumentos especializados de financiación e inversión para cada una de las etapas del ciclo de vida de la biotecnología.</p> <p>- Falta tener un portafolio claro como país de negocios sofisticados de la bioeconomía y la biotecnología para atraer inversión, así como para el diseño de instrumentos a la medida.</p>
<p style="text-align: center;">Talento Humano</p>	<p>*Pregrados y posgrados en biotecnología se encontró que existen en el país 3 pregrados, y 23 posgrados, con 19 programas activos actualmente.</p> <p>*A nivel de Bioeconomía algunas universidades comienzan a ofrecer programas de educación continua (como diplomados) o incorporan cursos sobre bioeconomía en planes de estudio.</p> <p>*La mayoría de los estudiantes de maestría y doctorado pertenecen a temas agropecuarios, seguidos por energía, químicos y alimentos, mientras los sectores con más doctores y magíster ocupados en las empresas son salud, alimentos y energía.</p>	<p>Faltan conocimiento, personal y metodologías de gestión de negocios de base biotecnológica, transferencia tecnológica, gestión de mercados, y asuntos regulatorios internacionales en bioeconomía.</p> <p>*Debilidad en personal capacitado para negocios de valor agregado en bioeconomía.</p>
<p style="text-align: center;">Infraestructura</p>	<p>*A nivel nacional y en diferentes regiones existen infraestructuras robustas entre las que se destacan: bancos de germoplasma (CIAT, AGROSAVIA), plataforma de secuenciación genómica (UDEA, CORPOGEN), bancos de tejidos (IDCBIS, TISSUE BANK), bioinformática (BIOS), analítica fitoquímica (CENIBAN), plantas de biocombustibles (BIOD, Manuelita, Bioenergy), parques tecnológicos (Biopacífico, Guativará, UNAL), potenciales para dinamizar bioeconomía.</p> <p>*Existen actores líderes de Biotecnología en las regiones que pueden ser dinamizadores de bioeconomía.</p>	<p>*Desarticulación y falta de una institucionalidad que asuma el liderazgo y desarrollo de la bioeconomía generando lineamientos nacionales y articulando con las regiones.</p> <p>*Faltan plataformas institucionales de medición, seguimiento y control de la bioeconomía.</p> <p>*Déficit en infraestructura de servicios de escalamiento de bioprocesos.</p>
<p style="text-align: center;">Ambiente</p>	<p>*En Colombia se han identificado 62.829 especies a 2017 (SIB, 2017), una riqueza en relación con a la biodiversidad mundial, que lo hace un país megadiverso.</p> <p>*Según Censo Agropecuario (DANE, 2014) existe 111.5 millones de hectáreas (ha) que conforman a Colombia en área continental, de las cuales</p> <p>56.7% destinado a Bosques (correspondiente a 63.2 millones de ha), el 38.6% dedicado al uso agropecuario (correspondiente a 43.1 millones de ha) y el 2.2% (equivalente a 2.5 millones de ha) destinado a un uso diferente a Bosques y Agropecuario (p.e. asentamientos urbanos y rurales)</p> <p>*De las 43.1 millones de hectáreas aptas o destinadas a agricultura, únicamente 7.1 millones (es decir 6.3% del área nacional) se encuentran dedicadas a siembra de cultivos, el resto, equivalente a 34.4 millones de ha se encuentra destinado a la alimentación de animales</p> <p>*La producción de biomasa residual agrícola y pecuaria es 279.333.596 Tn/año (Ministerio de Minas y Energía, 2010) proveniente de cultivos como palma, caña, café, arroz, banano, plátano y de bovino, porcino y avícola.</p> <p>*Existe experiencia de empresas enfocadas en el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y de servicios ecosistémicos</p>	<p>*La disponibilidad de la biodiversidad y acceso a especies, se puede ver afectada por presiones extractivas y deterioro de las condiciones ambientales.</p> <p>*Las cadenas de valor interesadas en trabajar con comunidades para valorizar la biodiversidad enfrentan las dificultades de permisos de acceso, dispersión del recurso biológico, dificultades logísticas y problemas de seguridad en los territorios.</p>

1.2. Análisis de sectores de la bioeconomía

Los sectores potenciales para dinamizar la bioeconomía en Colombia en su primera fase son Agrícola y Pecuaria, Alimentos y Bebidas, Químico, Farmacéutico, Cosmética y Salud, los cuales 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.

Cada uno de estos sectores fueron analizados teniendo en cuenta la descripción del estado actual, sus oportunidades de innovación para dinamizar la bioeconomía y los factores críticos para su desarrollo.

El análisis incluyó información por sector sobre la producción anual, contribución al PIB, importaciones y exportaciones con datos DANE 2016, así como la descripción de la cadena de valor, actores claves e iniciativas previas de soporte al sector.

Para las oportunidades de innovación, se identificaron tendencias tecnológicas y se describieron algunas aplicaciones de la biotecnología para la generación de productos y servicios de alto valor agregado.

Finalmente, se analizaron los factores críticos por cada sector relacionados con las 7 dimensiones que sirvieron de insumo para definir los factores claves de la Bioeconomía que se describen en el capítulo siguiente.

Capítulo 2: Factores críticos para dinamizar la bioeconomía

La revisión detallada de las dimensiones descritas en el capítulo anterior, contextualizadas en los seis sectores priorizados, llevaron a identificar un conjunto de factores con potencial de movilizar la bioeconomía en Colombia. Los factores fueron analizados sistemáticamente para validarlos y priorizarlos, hasta obtener una selección de ellos, que fueron tenidos en cuenta en el planteamiento de lineamientos estratégicos para dinamizar la bioeconomía.

Se partió de 34 factores candidatos, que corresponden a brechas o barreras para dinamizar la bioeconomía, agrupados por 7 dimensiones que, mediante entrevistas a 33 expertos en bioeconomía del país, se seleccionaron 13 factores críticos que se resumen a continuación:

Tabla 2. Resumen de factores críticos

Dimensión	Factor	Qué se considera en el factor
Regulatoria	1. Regulación clara y con homologación internacional para negocios de bioeconomía.	Contar con marco normativo adecuado, e instrumentos ágiles para demostrar el cumplimiento y obtener permisos para entrar con nuevos productos de bioeconomía en mercados nacional e internacional.
	2. Normativa que habilite el acceso a los recursos de la biodiversidad colombiana, con fines comerciales	Contar con los elementos normativos (marco e instrumentos) que permitan y agilicen el cumplimiento de condiciones para acceder a los recursos biológicos y el ingreso a nuevos mercados.
	3. Estrategias de propiedad intelectual-PI	Mejorar capacidades de gestión estratégica de la propiedad intelectual: Manejo jurídico acompañado de visión estratégica, de negocios y tecnológica). Desarrollo de estrategias de negocios basados en PI
Tecnológica	4. Fuentes de conocimiento biotecnológico avanzado y canales de acceso al mismo	Intensificar y actualizar la base de conocimiento en el País, y mejorar la transferencia y aplicación del conocimiento avanzado. Implica fortalecer flujos de conocimiento internacional hacia Colombia, de generadores a usuarios, y entre regiones colombianas.

	5. Tiempos de I+D+i para nuevas soluciones en bioeconomía	Mejorar el tiempo entre inicio de un desarrollo en bioeconomía, hasta la materialización como solución, producto o negocio, para aprovechar ventanas de oportunidad del mercado.
	6. Nivel de alistamiento de las tecnologías de cara al mercado de bioeconomía	Incrementar porcentaje de desarrollos que han superado las fases de laboratorio y se ha avanzado en escalamiento y desarrollo de soluciones para salida al mercado.
Financiación e inversión	7. Mecanismos de financiación para proyectos de largo plazo y alto riesgo en bioeconomía	Financiar todo el ciclo de desarrollo para soluciones de bioeconomía, con mecanismos que no dependan de periodos de la administración pública, y aprovechen otras fuentes.
	8. Incentivos de financiación e inversión para proyectos y negocios de bioeconomía	Desarrollar estímulos positivos a inversión en proyectos de bioeconomía de valor agregado, para compensar fallas de mercado.
	9. Portafolio claro de negocios en bioeconomía para atracción de inversión	Disponer de portafolios de proyectos que sirvan como mecanismos para promover oportunidades de inversión y atraer capitales, diversificar riesgos de inversión en bioeconomía y canalizar incentivos.
Infraestructura	10. Capacidad institucional para liderar la bioeconomía en el País	Contar con un ente nacional de alto nivel que lidere la visión, estrategia y operación de políticas y programas de desarrollo en bioeconomía, articule y coordine actores, y gestione recursos.
	11. Infraestructuras para materializar proyectos estratégicos del País (proyectos "tractores") en sectores de la bioeconomía	Disponer de plataformas de I+D+i para desarrollar proyectos estratégicos en bioeconomía para el País. Ej. Bioincubadoras, aceleradoras, bancos de tejidos, planta de hemoderivados, biorrefinerías, plataformas de big data bio, centros de bioescalamiento).
Mercado	12. Madurez del mercado nacional para productos de bioeconomía	Posicionar conceptos de bioeconomía en el mercado nacional, para estimular la demanda de soluciones biobasadas. Y mejorar las capacidades de asimilación de tecnologías de bioeconomía.
Talento humano	13. Formación de personal para negocios de valor agregado en bioeconomía	Incrementar personal formado en negocios, mercados y gestión de innovación, para la bioeconomía.

Fuente: Elaboración Propia

Estos factores fueron discutidos en un taller de validación y priorización con expertos, que permitió identificar la capacidad de resolución del factor y la velocidad para obtener resultados, como insumos para definir estrategias.

Capítulo 3: Recomendaciones de política para el fomento de la bioeconomía

Tras priorizar los factores movilizados de la bioeconomía colombiana, se hizo un proceso tendiente a proponer un conjunto de objetivos y estrategias que constituyan una propuesta integral de lineamientos para la bioeconomía. Para explorar las estrategias y demarcarlas en el contexto colombiano, se tomaron como insumos los dos primeros capítulos del estudio, junto con los resultados de la primera fase³, para identificar necesidades de intervención. Tras ello se exploraron referentes internacionales de políticas afines, se consultó a expertos internacionales, y se hizo un taller de planteamiento de alternativas, que llevó a un grupo de objetivos que se desagregan en estrategias más específicas.

Adicionalmente, se identificaron las prioridades y rationale que motivan las recomendaciones de política.

- **Prioridades y Rationale**

- Coordinación: Fortalecer la coordinación de políticas y el compromiso con stakeholders.
- Capacidades del sistema: Inversiones en investigación, innovación y transferencia.

³ Desarrollados en 2017 y entregados al DNP y BM en diciembre de dicho año.

- Mercado: financiación, desarrollo de la demanda, mecanismo de sincronización y condiciones de marco.

- Efecto demostrativo y multiplicador: iniciativas emblemáticas.

- **Recomendaciones de política.**

En la tabla 3 se resumen los objetivos las estrategias y acciones planteadas.

Tabla 3. Resumen de objetivos y estrategias de bioeconomía

<p>OBJETIVO GENERAL: Desarrollar un modelo de bioeconomía en Colombia basado en la I+D+i y en el capital natural del País que contribuya a la diversificación del aparato productivo, al incremento del valor agregado de los productos nacionales y a un crecimiento sostenible e incluyente.</p>	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ESTRATEGIAS
<p>OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Definir un esquema institucional que permita liderar los lineamientos, coordinar las estrategias y acciones, hacer seguimiento al avance en los objetivos de la política y movilizar el compromiso de los diferentes actores alrededor de la bioeconomía.</p>	<p>1.1 Consolidación de una institucionalidad en el gobierno nacional y regional para liderar la bioeconomía. <u>Acciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Comité de bioeconomía • Fondo de recursos estable • Red de gestores regionales <p>1.2 Establecimiento de un sistema integral de seguimiento, evaluación y comunicación de los avances en la política de bioeconomía <u>Acciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Centralización de información e inclusión de actividades Bio • Establecimiento de indicadores • Plan de comunicación <p>1.3 Puesta en marcha de un sistema de coordinación con stakeholders en el sector productivo y la ciudadanía mediante la orientación a metas de País <u>Acciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo a la creación de plataformas de coordinación • Elaboración de planes regionales en el marco de la especialización inteligente • Plataforma de interacción con ciudadanos
<p>OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Diseñar e implementar programas y mecanismos que permitan fortalecer las capacidades de las entidades de I+D+i en bioeconomía y facilitar la colaboración y la transferencia de conocimientos y tecnologías entre las mismas.</p>	<p>2.1 Incrementar la viabilidad financiera de nuevas empresas con orientación hacia la bioeconomía y fomentar el crecimiento de las existentes <u>Acciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Beneficios tributarios a start-ups • Fondo de fondos para capital riesgo especializado • Fomento de PYMES de Bioeconomía <p>2.2 Posicionar a Colombia como jugador clave en el sistema internacional de I+D+i en bioeconomía <u>Acciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo a la participación de entidades en proyectos internacionales • Repositorio genético de referencia mundial <p>2.3 Promover la transferencia de tecnología. <u>Acciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Difusión mediante leasing y financiación blanda para activos tecnológicos • Fondo para prueba de concepto • Diagnóstico y consolidación las capacidades de aceleración, pruebas de validación y escalamiento • Formación de gestores de valorización tecnológica

<p>OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Desarrollar el mercado de productos bio-basados y mejora de la competitividad en sectores relacionados con la bioeconomía.</p>	<p>3.1 Consolidación de la demanda pública por productos de alto contenido bio y bienes y servicios sostenibles <u>Acciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Programa de compra pública de tecnologías verdes innovadoras • Programa de retos de bioeconomía a nivel regional <p>3.2 Fortalecer la demanda privada por productos de alto contenido bio y bienes y servicios sostenibles <u>Acciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de una marca país BIO • Programa de innovación abierta con grandes empresas • Portafolio nacional de productos BIO • Feria de Bioeconomía <p>3.3 Desarrollo de regulaciones y estándares internacionales para favorecer innovaciones en bioeconomía. <u>Acciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesas técnicas especializadas en legislación para innovación en bioeconomía • Programa de seguimiento de calidad en trámites regulatorios • Creación de SandBox para promover la I+D+i en bioeconomía • Difusión de tramites de acceso al recurso y de acceso al mercado
<p>OBJETIVO ESPECÍFICO 4: Puesta en marcha de proyectos tractores en sectores prioritarios que permitan demostrar el potencial transformador, un efecto multiplicador y persistencia en el largo plazo.</p>	<p>Conformación y gestión de un portafolio permanente de proyectos tractores de bioeconomía regional y nacional.</p> <p>4.1. Proyectos de Grandes infraestructuras (Bioincubadoras, centro de validación y escalamiento, biorrefinería, otros)</p> <p>4.2. Proyectos de Impulso desde la demanda (Compra pública de soluciones para enfermedades tropicales, nutrición, big data para agro, otros)</p> <p>4.3. Proyectos de transformación del modelo productivo (Economía circular con biomasa residual, otros)</p> <p>4.4. Proyectos de i+d para retos de la bioeconomía (Genoma humano Colombia, bioprospección asociado a expediciones bio, medicina personalizada, cambio climático, otros)</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Resumen de indicadores y metas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Estrategias	Indicador	Línea de Base	2022	2026	2030
Objetivo Específico 1	E 1.1	Recursos públicos asegurados para el apoyo a la bioeconomía (millones de pesos)	No disponible	300.000	600.000	1'200.000
	E 1.2	Porcentaje de los indicadores de seguimiento de la política recogidos dentro del capítulo de bioeconomía del OCYT	NA	35%	100%	100%
	E 1.3	Plataformas de coordinación implementadas	NA	6	12	18
Planes y acuerdos suscritos, refrendados y acompañados en regiones		NA	16	24	32	
Objetivo Específico 2	E 2.1	Número de empresas bio innovadoras	343	394	473	639
	E 2.2	Publicaciones científicas colombianas en disciplinas de bioeconomía en el primer cuartil	No disponible	base*1,05	(base*1,05)*1,1	((base*1,05)*1,1)*15
	E 2.3	Registros de patentes solicitadas por residentes en oficina nacional y PCT en bioeconomía	No disponible	base*1,3	(base*1,3)*1,45	((base*1,3)*1,45)1,6
		Modelos de utilidad en bioeconomía	No disponible	base*1,3	(base*1,3)*1,45	((base*1,3)*1,45)1,6
		Número de Spin-Offs y start-ups en bioeconomía	No disponible	base*1,15	(base*1,3)*1,2	((base*1,15)*1,2)1,35
Número Licenciamientos o venta de tecnologías del conocimiento dentro de los centros de innovación y OTRIs		No disponible	base*1,15	(base*1,3)*1,2	((base*1,15)*1,2)1,35	
Objetivo específico 3	E 3.1	Porcentaje de las compras públicas que incorporan criterios verdes	No disponible	5%	10%	15%
	E 3.2	Valor total de la producción de bienes y servicios de bioempresas	No disponible	7%	15%	19%
	E 3.3	Nuevas leyes o normas que contribuyan al desarrollo de la bioeconomía	No disponible	6	9	12
Objetivo específico 4	E 4.1	Recursos totales invertidos (millones de pesos)	No disponible	30.000	90.000	120.000
		Número de infraestructuras puestas en operación en el marco de la política	0	2	3	4
	E 4.2	Valor total de las compras públicas de tecnologías innovadoras de bioeconomía	No disponible	15.000	30.000	45.000
	E 4.3	Número de proyectos	No disponible	6	12	18
	E 4.4	Número de proyectos	No disponible	6	12	18

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4: Análisis de impacto de crecimiento económico

Tras plantear lineamientos estratégicos para el crecimiento de la bioeconomía, se realizó un análisis del impacto que evalúa las consecuencias estrictamente económicas de las políticas propuestas. Dicho análisis busca, ante todo, cuantificar los cambios en la asignación de recursos inducidos por las políticas y sus efectos sobre las variables macroeconómicas fundamentales, entre ellas, la inversión, el PIB, el empleo y las exportaciones

Los recursos que deben destinarse a la implementación de las políticas que impulsan la bioeconomía en Colombia, deben elevarse progresivamente hasta 300 mil millones de pesos en 2022, 600 mil millones en 2026 y 1.200 mil millones en 2030, generando crecimientos en los indicadores escogidos que oscilan entre el 86% y el 166%, a partir de la línea de base.

Para la evaluación se usó un modelo de equilibrio general computable, dinámico, recursivo, que simula la evolución de la economía durante 15 años. El modelo incorpora 28 sectores: los 6 priorizados en el estudio, 21 que detallan la estructura productiva del País, y uno más que refleja las actividades informales. Se consideran tres factores productivos (trabajo calificado, no calificado y capital) y seis instituciones (hogares, empresas, gobierno central, local y de seguridad social, y resto del mundo). El modelo se calibra con cuentas nacionales de 2015, y replica el funcionamiento de los mercados al modelar decisiones de empresas que minimizan sus costos y de hogares que maximizan su utilidad, incorporando el efecto del consumo de bienes presentes y futuros y las decisiones relativas al ocio y a la oferta de trabajo.

El escenario base con respecto al cual se hace la evaluación es un escenario de crecimiento inercial, en el que la estructura productiva del país no se modifica de manera sustancial y en el que la economía se ajusta para mantener un déficit fiscal controlado y un déficit en cuenta corriente de la Balanza de Pagos decreciente, hasta llegar al nivel del 1% del PIB al final del horizonte de proyección. El escenario se caracteriza por bajos crecimientos en la productividad, asociados a la escasez del espíritu emprendedor que caracteriza a economías con bajas externalidades tecnológicas (asociadas a aprendizajes que no se producen la interior de las empresas), externalidades de información (que dificultan el descubrimiento de oportunidades) y externalidades de coordinación (relacionadas con mercados incompletos y con carencias de infraestructura).

La simulación que se compara con ese escenario básico supone que las políticas implementadas para impulsar la bioeconomía atacan las mencionadas fallas de mercado, propiciando que la innovación y el emprendimiento productivo se desarrollen, haciendo que el aporte de la bioeconomía al PIB pase de 0.9% en el año inicial de la proyección, a 2.1% en 2030.

Ello se logra a través de una reasignación de recursos en la economía, que se da por el redireccionamiento de inversiones de sectores convencionales, a sectores asociados a la bioeconomía. Esa reasignación permite participar en mercados globales de productos biotecnológicos, cuyo crecimiento es mayor que el crecimiento que experimentan los mercados convencionales de commodities y de productos de baja complejidad tecnológica, que dominan en nuestra oferta de exportaciones.

Ello impacta la productividad del país: de una parte, hay una mejora en la eficiencia interna de las firmas, puesto que en los sectores innovadores se genera mayor valor agregado con los mismos recursos productivos; pero también, se da en alguna medida la recomposición de la estructura productiva que está en la base de todo episodio de crecimiento económico destacado en países emergentes.

Los resultados de simulación se resumen en la siguiente tabla, que muestra el incremento de las exportaciones, del PIB, del empleo, los gastos para aplicar la política y las compensaciones que se alcanzan por mayores recaudos tributarios.

Tabla 5. Impacto de las políticas propuestas

Rubro	2030	Var % Escenario Base 2030	TOTAL PERÍODO DE PROYECCIÓN
EXPORTACIONES ADICIONALES (US\$M 2015)	1.789	2,8%	7.429
PIB ADICIONAL (\$mM 2015)	2.129	0,2%	9.808
PIB BIO (mM\$ 2015)	13.896	104,5%	
BIO AGRICULTURA	9.103	106,8%	
BIO ALIMENTOS	875	101,9%	
BIO QUÍMICOS	1.601	100,3%	
BIO FARMACEUTICO	257	99,7%	
BIO COSMÉTICOS	261	101,3%	
BIO SALUD	1.799	100,4%	
EMPLEO (PERSONAS ADICIONALES)	60.373	0,31%	
INVERSION BIO (\$mM 2015)	3.606		23.232
COSTO PROGRAMAS BIO (VALOR \$Mm 2015)	1.200		7.050
COMPENSACIONES FISCALES (SOLO GNC)	388		1.560

Fuente: Elaboración propia

Son resultados favorables: una inversión modesta de recursos públicos (7.1 billones de pesos en quince años) logra un efecto importante en exportaciones, empleo y generación de valor agregado. El ejercicio ilustra el papel de una buena política de desarrollo, que dinamice la innovación y emprendimiento, y produzca los efectos de la “destrucción creativa” que está en la base de todo proceso de desarrollo.