

# 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

MEDELLÍN, COLOMBIA

28 DE JUNIO

2018

# ESTUDIO DE BIOECONOMÍA

## ENTIDADES LÍDERES



APOYAN



ENTIDADES PATROCINADORAS



# COLOMBIA



## EQUIPO ESTRATEGICO CONSULTOR

### Entidad Líder:

**CORPORACIÓN BIOINTROPIC**

### Directora proyecto y experta sectorial:

Claudia Marcela Betancur Giraldo

### Experto en gestión tecnológica:

Edgar René Yepes Callejas

### Analista Inteligencia estratégica:

Andrés Felipe Jaramillo Sierra

### Análisis sectorial (Químico):

María Cristina Aristizábal Otálvaro

### Análisis sectorial (Cosméticos y aseo):

Camilo Mejía Zapata

### Análisis sectorial (Salud):

Camilo Pizarro Correal

### Análisis sectorial (Alimentos y Farmacéuticos):

Mary Luz Castrillón Ramírez

### Entidad Líder: **UNIVERSIDAD EAFIT**

### Experto en Economía:

Jesús Alonso Botero García

### Análisis económico:

José Bernardo García Guzmán

### Análisis sectorial (Agrícola y

### Pecuario):

Diego Fernando Villanueva Mejía

### Entidad Líder: **SCIENCE INNOVATION**

### **LINK OFFICE (SILO)**

### Experto de políticas CTel:

Diego Moñux Chércoles

### Análisis de políticas y Benchmarking:

Maria José Ospina Fadul

### Entidad de apoyo: **UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN**

### Análisis instrumentos financieros:

Elkin Olaguer Pérez

### Entidad de Apoyo: **CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA**

### Análisis económico:

Ana Cristina Zúñiga Zapata

## PARTICIPANTES

### **INTERNACIONAL FINANCIAL CORPORATION-BANCO MUNDIAL**

Nidal Nouhad Mahmoud

Laura Higuera Ardila

Giovanni Ruta

### **DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (DNP)**

### Misión Crecimiento Verde

Hernando José Gómez Restrepo

José Manuel Sandoval

Diego Francisco Rubio G

Cindy Cristina Leguizamo Pardo





## TABLA DE CONTENIDO

|  |     |
|--|-----|
| ABREVIACIONES .....  | 8   |
| INTRODUCCIÓN.....  | 10  |
| 1. CAPÍTULO I: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN Y DE LOS SECTORES PRIORIZADOS .  | 12  |
| 1.1. ANÁLISIS POR DIMENSIONES.....                                       | 18  |
| 1.1.1. Dimensión tecnológica .....                                       | 18  |
| 1.1.2. Dimensión regulatoria.....  | 22  |
| 1.1.3. Dimensión de mercado .....  | 30  |
| 1.1.4. Dimensión de financiación e inversión.....                        | 34  |
| 1.1.5. Dimensión de Talento Humano.....                                  | 37  |
| 1.1.6. Dimensión de Infraestructura .....                                | 39  |
| 1.1.7. Dimensión de Ambiental .....                                      | 42  |
| 1.2. ANÁLISIS DE ACTORES.....  | 44  |
| 1.3. ANÁLISIS POR SECTORES .....   | 58  |
| 1.3.1. SECTOR AGRÍCOLA Y PECUARIO .....                                  | 58  |
| 1.3.2. SECTOR ALIMENTOS Y BEBIDAS .....                                  | 64  |
| 1.3.3. SECTOR QUÍMICO.....   | 69  |
| 1.3.4. SECTOR COSMÉTICOS Y ASEO.....                                     | 74  |
| 1.3.5. SECTOR FARMACÉUTICO.....  | 79  |
| 1.3.6. SECTOR SALUD.....   | 84  |
| 1.4. ANALISIS DE INSTRUMENTOS FINANCIEROS .....                          | 89  |
| 2. CAPÍTULO II: IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS ..... | 94  |
| 2.1. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS .....                           | 94  |
| 2.2. FACTORES CRÍTICOS PRIORIZADOS .....                                 | 99  |
| 2.2.1 DIMENSIÓN REGULACIÓN .....   | 100 |
| 2.2.1 DIMENSIÓN TECNOLOGÍA.....  | 101 |
| 2.2.2 DIMENSIÓN FINANCIACIÓN E INVERSIÓN.....                            | 104 |
| 2.2.3 DIMENSIÓN INFRAESTRUCTURA.....                                     | 106 |
| 2.2.4 DIMENSIÓN MERCADO .....  | 108 |
| 2.2.5 DIMENSIÓN TALENTO HUMANO .....                                     | 109 |
| 2.3 VALIDACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS .....                                | 110 |
| 2.4 MATRIZ DOFA.....   | 112 |
| 3. CAPÍTULO III: RECOMENDACIONES DE POLÍTICA DE BIOECONOMÍA .....        | 116 |
| 3.1. FACTORES DIFERENCIALES.....   | 117 |
| 3.2. PRIORIDADES Y RATIONALE DE LAS RECOMENDACIONES.....                 | 118 |





|  |     |
|--|-----|
| 3.2.1. Coordinación: Fortalecer la coordinación de políticas y el compromiso con stakeholders.....   | 118 |
| 3.2.2. Capacidades del sistema: Inversiones en investigación, innovación y transferencia.....  | 118 |
| 3.2.3. Mercado: financiación, desarrollo de la demanda, mecanismo de sincronización y condiciones marco .....  | 119 |
| 3.2.4. Efecto demostrativo y multiplicador: iniciativas emblemáticas.....  | 119 |
| 3.3. RECOMENDACIONES DE POLÍTICA .....   | 119 |
| 3.3.1. OBJETIVO GENERAL.....   | 121 |
| 3.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 1.....  | 121 |
| 3.3.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.....  | 130 |
| 3.3.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 3.....  | 140 |
| 3.3.5. OBJETIVO ESPECÍFICO 4.....  | 149 |
| 3.4. HOJA DE RUTA.....   | 153 |
| 4. CAPÍTULO IV: POTENCIAL DE LA BIOECONOMÍA EN LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA COLOMBIANA: UNA APROXIMACIÓN MEDIANTE UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE ..... | 155 |
| 4.1. POLÍTICAS PÚBLICAS, REASIGNACIÓN DE RECURSOS Y CRECIMIENTO ECONÓMICO. ....  | 156 |
| 4.2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO .....  | 157 |
| 4.3. ESCENARIO BÁSICO DE PROYECCIÓN.....   | 161 |
| 4.4. EVALUANDO EL IMPACTO DE POLÍTICAS DIRIGIDAS A PROMOVER LA BIOECONOMÍA .....   | 163 |
| 4.5. ANEXO: DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTADO   | 167 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....  | 174 |
| GLOSARIO.....  | 177 |
| ANEXOS.....  | 186 |
| BIBLIOGRAFÍA.....  | 187 |





## LISTA DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 1. PRODUCCIÓN ANUAL- SECTOR AGROPECUARIO .....   | 60  |
| FIGURA 2. COMERCIO EXTERIOR SECTOR AGROPECUARIO.....  | 60  |
| FIGURA 3. PARTICIPACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANUAL SECTOR AGROPECUARIO EN EL PIB NACIONAL .....                 | 61  |
| FIGURA 4. PRODUCCIÓN ANUAL - ALIMENTOS Y BEBIDAS.....   | 65  |
| FIGURA 5. COMERCIO EXTERIOR- SECTOR ALIMENTOS Y BEBIDAS .....   | 66  |
| FIGURA 6. PARTICIPACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANUAL SECTOR ALIMENTOS Y BEBIDAS EN EL PIB NACIONAL .....          | 67  |
| FIGURA 7. PRODUCCIÓN ANUAL - SECTOR RESTO DE QUÍMICOS.....  | 71  |
| FIGURA 8. COMERCIO EXTERIOR- SECTOR RESTO DE QUÍMICOS .....   | 72  |
| FIGURA 9. PARTICIPACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANUAL SECTOR RESTO DE QUÍMICOS EN EL PIB NACIONAL .....            | 72  |
| FIGURA 10. PRODUCCIÓN ANUAL - SECTOR COSMÉTICOS Y ASEO .....  | 76  |
| FIGURA 11. COMERCIO EXTERIOR- SECTOR COSMÉTICOS Y ASEO.....   | 76  |
| FIGURA 12. PARTICIPACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANUAL SECTOR COSMÉTICOS EN EL PIB NACIONAL .....                  | 77  |
| FIGURA 13. PRODUCCIÓN ANUAL - SECTOR FARMACÉUTICO .....   | 80  |
| FIGURA 14. COMERCIO EXTERIOR- SECTOR FARMACÉUTICO.....  | 81  |
| FIGURA 15. PARTICIPACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANUAL SECTOR FARMACÉUTICO EN EL PIB NACIONAL .....                | 82  |
| FIGURA 16. PRODUCCIÓN ANUAL - SECTOR SALUD .....  | 86  |
| FIGURA 17. PARTICIPACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANUAL SECTOR SALUD EN EL PIB NACIONAL                             | 87  |
| FIGURA 18. REQUERIMIENTOS DE CAPITAL PARA FINANCIACIÓN DE CTEI .....  | 91  |
| FIGURA 19. VALLE DE LA MUERTE DE NEGOCIOS DE BIOTECNOLOGÍA .....  | 92  |
| FIGURA 20. TIPO DE ORGANIZACIONES ENTREVISTADAS PARA PRIORIZACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS (%) .....            | 96  |
| FIGURA 21. PRIORIZACIÓN DE FACTORES PARA DINAMIZAR LA BIOECONOMÍA EN COLOMBIA (1 ES MÁXIMA PRIORIDAD) ..... | 99  |
| FIGURA 22. FACTORES CRÍTICOS, ANÁLISIS DE CAPACIDAD VS. VELOCIDAD DE RESULTADOS                             | 111 |
| FIGURA 23. ESTRUCTURA DEL MODELO. ....  | 159 |





## LISTA DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| TABLA 1. POLÍTICAS Y CONPES NACIONALES RELACIONADOS CON LA BIOECONOMÍA.....   | 14  |
| TABLA 2. LEYES REGULATORIAS NACIONALES PARA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA. ....   | 24  |
| TABLA 3. LEYES NACIONALES QUE REGULAN DESARROLLO DE BIOTECNOLOGÍA.....  | 26  |
| TABLA 4. EJEMPLO DE BRECHAS REGULATORIAS DE SECTOR .....  | 29  |
| TABLA 5. EJEMPLO ILUSTRATIVO DE ACTORES DEL SISTEMA CTEI EN BIOTECNOLOGÍA Y BIOECONOMÍA EN COLOMBIA .....                 | 45  |
| TABLA 6. ANÁLISIS DE ACTORES DEL SISTEMA CTEI EN BIOTECNOLOGÍA Y BIOECONOMÍA EN COLOMBIA.....                             | 46  |
| TABLA 7 RESUMEN DE INSTRUMENTOS FINANCIEROS PRESENTES EN COLOMBIA.....  | 89  |
| TABLA 8. FACTORES CRÍTICOS PRELIMINARES .....   | 94  |
| TABLA 9. PRESELECCIÓN DE FACTORES CRÍTICOS PARA DINAMIZAR LA BIOECONOMÍA POR AFINIDAD, TRAS APLICAR EL PRIMER FILTRO..... | 97  |
| TABLA 10. FACTORES PRIORIZADOS, TRAS APLICAR SEGUNDO FILTRO .....   | 98  |
| TABLA 11. MATRIZ DOFA, CON FACTORES CRÍTICOS DE LA BIOECONOMÍA COLOMBIANA .....   | 112 |
| TABLA 12. CLASIFICACIÓN SECTORIAL DEL MODELO.....   | 158 |
| TABLA 13. INDICADORES ECONÓMICOS BÁSICOS. ESCENARIO BÁSICO DE PROYECCIÓN. ....  | 163 |
| TABLA 14. COMPOSICIÓN DE LAS EXPORTACIONES (2010-2015) .....  | 163 |
| TABLA 15. IMPACTO DE LAS PROPUESTAS DEL ESTUDIO BSE.....  | 166 |
| TABLA 16. EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA PRODUCCIÓN. ESCENARIO BÁSICO Y ESCENARIO BIO.....                              | 166 |

## LISTA DE ANEXOS

|  |     |
|--|-----|
| ANEXO 1. DOCUMENTO: ANÁLISIS SECTOR AGRÍCOLA Y PECUARIO.....       | 186 |
| ANEXO 2. DOCUMENTO: ANÁLISIS SECTOR ALIMENTOS Y BEBIDAS .....      | 186 |
| ANEXO 3. DOCUMENTO: ANÁLISIS SECTOR QUÍMICO .....                  | 186 |
| ANEXO 4. DOCUMENTO: ANÁLISIS SECTOR COSMÉTICOS Y ASEO .....        | 186 |
| ANEXO 5. DOCUMENTO: ANÁLISIS SECTOR FARMACÉUTICO .....             | 186 |
| ANEXO 6. DOCUMENTO: ANÁLISIS SECTOR SALUD .....                    | 186 |
| ANEXO 7. DOCUMENTO: ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS DE FINANCIACIÓN ..... | 186 |
| ANEXO 8. DOCUMENTO: MODELOS DE REFERENCIA INTERNACIONAL.....       | 186 |





## ABREVIACIONES

- (ANDI) Asociación Nacional de Industriales
- (AIS) Agro, Ingreso Seguro
- (BID) Banco Interamericano de Desarrollo
- (Commonwealth Agricultural Bureaux) C.A.B. International"
- (Compound Annual Growth Rate – CAGR- Tasa de Crecimiento Compuesta Annual)
- (CATI) Centros de Apoyo a la Tecnología y la Innovación
- (CDTs) Centros de Desarrollo Tecnológico
- (CDB) Convenio sobre Diversidad Biológica
- (CIGEPI) Apoyo a la Gestión de la Propiedad Industrial
- (CONPES) Consejo Nacional de Política Económica y Social
- (Contract Research Organization-CRO- Organizaciones de Investigación por contrato)
- (CTel) Ciencia Tecnología e Innovación
- (DNP) Departamento Nacional de Planeación de Colombia
- (FAG) Fondo agropecuario de garantías
- (FNE) Fondo Nacional de Estupefacientes
- (FNG) Fondo Nacional de garantías
- (Global Environmental Facility-GEF) Fondo Mundial de Medioambiente
- (INM) Instituto Nacional de Metrología
- (The International Society for Stem Cell Research ISSCR- Sociedad Internacional de Células Madre)
- (I+D+i) Investigación Desarrollo e Innovación
- (INVIMA) Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos
- (Minambiente-MADS) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- (Mincomercio) Ministerio de Industria, Comercio y Turismo
- (OCyT) Observatorio de Ciencia y Tecnología
- (ODS) Objetivos de Desarrollo sostenible
- (Organization for Economic Cooperation and Development -OECD-/ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico- OCDE-)
- (ONAC) Organismo Nacional de Acreditación
- (ONUDI) Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial
- (OTRIS) Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación
- (OVM) Organismos Vivos Modificados
- (PCTI) Parques Científicos, Tecnológicos y de Innovación
- (PNGIBSE) Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos
- (PNUD) Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- (PTP) Programa de Transformación Productiva
- (SECO) Programa Suizo de Cooperación al Desarrollo Económico
- (SIB) Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombiana
- (SIC) Superintendencia de Industria y Comercio





- (SINA) Sistema Nacional Ambiental
- (SGR) Sistema General de Regalías
- (SNCTel) Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación
- (Technology Readiness Level –TRL-Nivel de madurez de la tecnología)
- (TIC) Tecnologías de información y comunicaciones
- (UDEA) Universidad de Antioquia
- (UIS) Universidad Industrial de Santander
- (UNAL) Universidad Nacional de Colombia
- (Univalle) Universidad del Valle





## INTRODUCCIÓN

En el marco de la Estrategia de Crecimiento Verde dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2014–2018 “Todos por un nuevo país” se tiene como objetivo avanzar hacia un crecimiento sostenible y bajo en carbono, proteger y asegurar el uso del capital natural, mejorar la calidad y gobernanza ambiental, y lograr un crecimiento resiliente que reduzca la vulnerabilidad frente a los riesgos de desastres naturales y al cambio climático.

Dentro de esta estrategia liderada por el Departamento Nacional de planeación (DNP), a través de la cual se busca definir los insumos y lineamientos de política para orientar el desarrollo económico del país hacia un crecimiento verde al 2030, se plantea en el 2017 realizar ocho estudios, siendo uno el de “Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia Fase II” coordinado por la Corporación BIOINTROPIC, en asocio con la Universidad EAFIT, la compañía española SILO y con el apoyo de la Universidad de Medellín y la Corporación Universitaria Lasallista.

El estudio se desarrolla en dos fases: la primera, enfocada en la identificación de los sectores de bioeconomía con mayor 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 para contribuir en una agenda del crecimiento al 2030.

Durante la fase I del estudio, se analizaron 17 sectores potenciales que pueden realizar aprovechamiento sostenible de recursos renovables bajo una metodología mixta cualitativa y cuantitativa de análisis de variables económicas, sociales y ambientales y su validación con actores claves. El estudio permitió la identificación de los sectores prioritarios para una dinámica de bioeconomía del país como son el Agrícola y pecuario, Alimentos y bebidas, Químico, Farmacéutico, Cosmética, y Salud. Para el desarrollo de la fase II, el equipo Consultor elaboró una propuesta metodológica que incorpora cuatro componentes: En el primero se realizó un análisis de la situación actual y de los sectores priorizados en la fase I, este análisis se validó mediante entrevistas con actores clave. En el segundo se realizó el análisis y la priorización de factores críticos de la bioeconomía, el cual fue consensuado en un taller con actores clave. En el tercer capítulo se planteó el desarrollo de los lineamientos de política de bioeconomía, teniendo en cuenta modelos de referencia internacional y la contextualización del análisis de políticas realizado para Colombia en la fase I, así como la definición de recomendaciones, diseño de una agenda a 2030 y la hoja de ruta para su posterior implementación. Finalmente, para el cuarto capítulo se planteó el análisis de impacto de crecimiento económico potencial de la bioeconomía para el país, a través de una aproximación mediante un modelo de equilibrio general computable.

El presente informe reúne los principales resultados agrupados en cuatro capítulos.





# **CAPITULO I. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN Y DE LOS SECTORES PRIORIZADOS**

**Elaborado por:**

Claudia Marcela Betancur Giraldo,

Edgar René Yepes Callejas

Andrés Felipe Jaramillo Sierra

COLOMBIA



## 1. Capítulo I: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN Y DE LOS SECTORES PRIORIZADOS

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 de 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.

Estas estrategias tienen en común un fuerte apalancamiento en la I+D, una relativa especialización sectorial, un fuerte apoyo e implicación empresarial, así como una coordinación de diferentes políticas y actores para alcanzar dichos retos.

Colombia, no ajeno a estas dinámicas y siendo el segundo país en biodiversidad en el mundo, y en el marco de la Misión de Crecimiento Verde del Plan Nacional de Desarrollo 2014–2018 “Todos por un nuevo país”, tiene el interés de definir insumos y lineamientos de política pública para orientar el desarrollo económico del país hacia el crecimiento verde en el año 2030, para ello en el 2017 se dio inicio a una serie de ocho estudios, siendo uno el presente “La Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en capital natural de Colombia” que permita contribuir con la agenda a 2030.

En ese sentido, en la fase I del estudio se definió como concepto de bioeconomía para Colombia lo siguiente:

*“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, desarrollo y progreso en las regiones de Colombia”.*

La definición de bioeconomía que se ha diseñado se enfoca en el desarrollo de los siguientes aspectos:

- Involucra conceptos claves como la biodiversidad (uso respetuoso, eficiente y sostenible de la biodiversidad), la biotecnología (basada en el conocimiento: vinculación con Ciencia Tecnología e Innovación (CTel) en ciencias de la vida y con la biotecnología y la economía circular (gestión eficiente y sostenible de la biomasa residual para generar nuevos productos, procesos y servicios de valor agregado).





- Garantiza la conservación y el uso eficiente de los recursos.
- Apalanca el crecimiento, el desarrollo y el progreso de las regiones en Colombia.
- Permite el desarrollo de sectores emergentes y emprendimiento (foco en nuevas oportunidades de crecimiento para Colombia).
- Obtiene nuevos bioproductos que generan nuevas actividades económicas
- Genera conexión de las actividades económicas básicas con su riqueza natural.
- Potencia el desarrollo de la innovación de productos, procesos y servicios.
- Utiliza nuevas tecnologías habilitantes en sectores tradicionales (biotecnología, nanotecnología y TIC, entre otras)
- Cuenta con el desarrollo de investigación interdisciplinaria (ciencias biológicas, ciencias sociales e ingenierías, entre otras).
- Pone en valor el conocimiento local y tradicional.
- Promueve el desarrollo de negocios globales y sostenibles.
- Apuesta por la generación de impactos positivos en los tres ejes del desarrollo sostenible: económico, social y ambiental.

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 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).

Partiendo de la definición anterior y de los sectores prioritarios para el desarrollo de la bioeconomía en Colombia, se tienen varios retos:

- Potenciar el desarrollo de conocimiento científico y su orientación al mercado a través del fortalecimiento de la alianza Universidad-Empresa.
- Generar nuevas oportunidades de crecimiento sostenible y diversificación económica apoyando, entre otras estrategias, el emprendimiento de base tecnológica.





- Desarrollar una economía socialmente inclusiva generando oportunidades laborales y nuevas alternativas de ingresos en los sectores de la bioeconomía.
- Realizar el proceso de transición hacia una bioeconomía que promueva el uso eficiente de los recursos biológicos renovables.
- Fortalecer el conocimiento de la biodiversidad del país y de la diversidad de los territorios.
- Potenciar la relación público-privada para el desarrollo de los sectores claves de la bioeconomía a nivel nacional.

Colombia es un país con un alto potencial en el desarrollo de una política de bioeconomía, gracias a sus condiciones específicas en torno al potencial de biodiversidad existente y la experiencia de sectores exportadores, y es por ello que desde el orden nacional y regional a través de políticas y documentos CONPES se ha avanzado en diversas iniciativas para potenciar los negocios verdes, la biotecnología y la biodiversidad, esfuerzos aún no han sido suficientes para posicionar el tema como una prioridad nacional.

Dentro de las políticas y CONPES relacionados con la Bioeconomía a nivel nacional se pueden destacar los siguientes:

**Tabla 1.** Políticas y CONPES nacionales relacionados con la Bioeconomía

| Políticas/CONPES  | Descripción   |
|---|---|
| <b>Ley 165 de 1994 – Convenio sobre la Diversidad Biológica.</b> (Minambiente, Ley 165 de 1994 CDB, 1994)   | El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), es aprobado por Colombia mediante la Ley 165 de 1994.<br>Los objetivos del presente convenio son la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada.   |
| <b>Política Nacional de Biodiversidad de 1996.</b> (Minambiente, Política Nacional de Biodiversidad, 1996)  | Tiene por objeto promover la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los conocimientos, innovaciones y prácticas asociados a ella por parte de la comunidad científica nacional, la industria y las comunidades locales. (Derogada posteriormente con la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)).   |
| <b>Política Nacional para la Gestión integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos-PNGIBSE. 2012</b> (Minambiente, Política Nacional de Biodiversidad, 2012) | La PNGIBSE, es la política que tiene por objeto promover la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (GIBSE). PNGIBSE es la nueva política que enmarca y orienta conceptual y estratégicamente todos los demás instrumentos ambientales de gestión (políticas, normas, planes, programas y proyectos), existentes o que se desarrollen, para la conservación de la biodiversidad en sus diferentes niveles de organización.<br>Se articula en 6 ejes temáticos: I. Biodiversidad, conservación y cuidado de la naturaleza; II. Biodiversidad, gobernanza y creación de valor público; III. Biodiversidad, desarrollo económico y calidad de vida; IV. |



| Políticas/CONPES   | Descripción   |
|--|---|
|  | Biodiversidad, gestión del conocimiento tecnología e información; V. Biodiversidad, gestión del riesgo y suministro de servicios Ecosistémicos; VI. Biodiversidad, corresponsabilidad y compromisos globales.   |
| <b>CONPES 2834/10 - Política de Bosques</b> (Conpes2834, 1996)   | Lograr un uso sostenible de los bosques con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y mejorar la calidad de vida de la población.   |
| <b>CONPES 3242/2003 – Estrategia institucional para la venta de servicios ambientales de mitigación del cambio climático.</b> (Conpes 3242/2003 Servicios ambientales de mitigación de cambio climático, 2003) | La estrategia busca promover la incursión competitiva de Colombia en el mercado internacional de reducciones verificadas de emisiones de Gas Efecto Invernadero (GEI), estableciendo un marco institucional para la definición de la política de venta de este servicio ambiental, la consolidación de una oferta de reducciones de emisiones verificadas y su mercadeo internacional.            |
| <b>CONPES 3527 - Política Nacional de Competitividad y Productividad</b> (Conpes3527, 2008)  | Incorpora dentro del marco amplio de la competitividad las capacidades de generación, uso y transferencia de conocimiento. Este documento plantea 15 planes de acción para desarrollar la Política Nacional de Competitividad propuesta en el marco del Sistema Nacional de Competitividad (Derogado posteriormente con el COPES 3866)  |
| <b>CONPES 3510 - Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia</b> (Conpes3510, 2008)   | Política orientada a promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia, aprovechando las oportunidades de desarrollo económico y social que ofrecen los mercados emergentes de los biocombustibles.  |
| <b>CONPES 3533 - Bases de un plan de acción para la adecuación del sistema de propiedad intelectual a la competitividad y productividad nacional 2008-2010</b> (Conpes3533, 2008)                              | Busca crear las condiciones óptimas para formular e implementar una política de Propiedad Intelectual acorde con la estrategia de desarrollo productivo en proceso de formulación, que redunde en el fortalecimiento de la confianza del empresariado en el Sistema de Propiedad Intelectual (SPI).   |
| <b>CONPES 3582/09 - Política Nacional de Fomento a la Investigación y la Innovación</b> (Conpes3582, 2009)   | Crear las condiciones para que el conocimiento sea un instrumento del desarrollo, principalmente a través de acelerar el crecimiento económico y disminuir la inequidad. Esta política considera la biodiversidad como un área estratégica y reconoce la necesidad de avanzar en su conocimiento y uso sostenible.  |
| <b>CONPES 3678 – Política de Transformación productiva: Un modelo de desarrollo sectorial para Colombia</b> (Conpes3678, 2010)   | La Política de Transformación Productiva propende por la generación de crecimiento sostenible en la economía y el empleo, y busca desarrollar sectores altamente competitivos y generadores de valor agregado, alcanzando estándares de clase mundial   |
| <b>CONPES 3680 - Lineamientos para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas</b> (Conpes3680, 2010)  | Establecer las pautas y orientaciones para avanzar en la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia como un sistema completo, ecológicamente representativo y eficazmente gestionado, de forma que se contribuya al ordenamiento territorial, al cumplimiento de los objetivos nacionales de conservación y al desarrollo sostenible en el que está comprometido el país. |

| Políticas/CONPES   | Descripción  |
|--|--|
| <b>CONPES 3697 - Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad</b> (Conpes3697, 2011)                            | Tiene como objetivo crear las condiciones económicas, técnicas, institucionales y legales que permitan atraer recursos públicos y privados para el desarrollo de empresas y productos comerciales basados en el uso sostenible de la biodiversidad, específicamente de los recursos biológicos, genéticos y sus derivados.   |
| <b>CONPES 3700 – Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia.</b>                                       | Busca generar espacios para que los sectores y los territorios integren dicha problemática dentro de sus procesos de planificación, articular a todos los actores para hacer un uso adecuado de los recursos, disminuir la exposición y sensibilidad al riesgo, aumentar la capacidad de respuesta y preparar al país para que se encamine hacia la senda del desarrollo sostenible, generando competitividad y eficiencia.  |
| <b>CONPES 3834 - Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias</b> (Conpes3834, 2015) | Las deducciones tributarias para la inversión en ciencia, tecnología e innovación (CTI) son instrumentos de intervención indirecta usados para promover la inversión privada en actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i).   |
| <b>CONPES 3866 – Política Nacional de Desarrollo Productivo</b>  | Dicha política se define como un conjunto de instrumentos sectoriales y transversales para resolver fallas de mercado, de gobierno y de articulación que inhiben el crecimiento de la productividad o que dificultan los procesos de sofisticación del aparato productivo colombiano.  |
| <b>CONPES 3834 CTi - Política nacional de ciencia, tecnología e innovación, 2015-2025</b> (CTi, 2016)  | Este documento presenta la política de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia para el período 2015 a 2025.   |
| <b>CONPES 3874 - Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos</b> (Conpes3874, 2016)   | El desarrollo de la gestión de los residuos sólidos, que articula la visión ambiental con el componente de servicio público, es prioritario en la política pública nacional. Para su logro, desde el sector de residuos sólidos, se propone avanzar hacia una economía circular, la cual busca que el valor de los productos y materiales se mantengan durante el mayor tiempo posible en el ciclo productivo.   |
| <b>CONPES 3892 –Lineamiento de política para estimular la inversión privada de Ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias</b> (Conpes3892, 2017)   | Con base en la reforma tributaria 1819 de 2016, se ordenó actualizar el documento CONPES 3834 de 2015, teniendo como base la nueva forma de calcular el beneficio tributario en CTI, razón por la cual este documento refleja dicho cambio desde la óptica tributaria, así como actualiza las cifras y metas alcanzadas por este programa a la fecha.  |
| <b>CONPES 3918 de 2018-Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia.</b> (Conpes 3918-ODS, 2018)                            | A través de los ODS el país tiene el reto de avanzar sobre metas concretas y consolidar avances en materia de pobreza, educación y protección del medio ambiente, entre las principales. Este documento establece las metas y las estrategias para el cumplimiento de la agenda 2030 y sus ODS en Colombia. Genera una hoja de ruta para cada una de las metas establecidas, incluyendo indicadores, entidades responsables y los recursos requeridos para llevarlas a buen término. |

Fuente: Elaboración propia



En especial, en el CONPES 3697 de 2011 de Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad, que puede tener una incidencia directa bajo el enfoque de una bioeconomía innovadora, se plantearon una serie de medidas ambiciosas, que en su mayoría no se han puesto en marcha:

- Creación de una comisión Intersectorial para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología a partir del uso Sostenible de la Biodiversidad.
- Lanzamiento de un estudio de viabilidad de una Empresa Nacional de Bioprospección.
- Creación de un fondo de inversión privado especializado en biotecnología, de dos redes de ángeles inversionistas y dos vehículos de capital emprendedor. Creación de un fondo de capital semilla en el Fondo Francisco José de Caldas. Fortalecer las líneas de crédito de Bancóldex dedica a la innovación de las pymes de biotecnología. Ampliar la cobertura dentro los instrumentos financieros del sector agropecuario existentes para actividades que involucren el uso de la biotecnología para este sector.
- Modificación de la Decisión Andina 391 de 1996 sobre acceso a recursos genéticos.

En general, son varias las políticas y documentos CONPES que han sido creados para corregir fallas del mercado, fortalecer capacidades de Ciencia Tecnología e Innovación (CTel), fortalecer la capacidad empresarial, promover la conservación de la biodiversidad y los bosques e incentivar el desarrollo sostenible, sin embargo existe una desarticulación de esfuerzos y una ausencia de mirada sistémica y estratégica bajo el enfoque de la bioeconomía como dinámica de crecimiento económico que permita integrar acciones de varios sectores productivos desde la sostenibilidad, que realiza aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y valoriza biomasa residual para obtención de nuevos bioproductos, procesos y servicios que generan nuevas actividades económicas, incorpora tecnologías y conocimiento, genera acceso a nuevos mercados, e impacta al empleo y el desarrollo sostenible en las regiones.

El análisis detallado de revisión de estudios previos y análisis de políticas relacionadas con la bioeconomía en Colombia, se puede encontrar en la primera fase del estudio (anexo 4, enero de 2018) (DNP, Misión Crecimiento Verde, Bioeconomía, 2018)

Con el fin de realizar un análisis de la situación actual y una identificación de factores críticos de la bioeconomía del país, a continuación, se realiza una descripción general de los principales hallazgos encontrados en siete dimensiones a partir de información secundaria de diversos estudios y del trabajo realizado en la primera fase del estudio, resaltando algunas barreras que permitieron definir los factores críticos preliminares, los cuales fueron contrastados en entrevistas con expertos para su posterior priorización en un taller de trabajo con actores.

El análisis reúne además una descripción de los seis sectores priorizados en la primera fase, sus oportunidades de innovación en bioeconomía y los factores críticos por sector.





## 1.1. ANÁLISIS POR DIMENSIONES

A continuación, se relacionan hallazgos y brechas en las dimensiones: tecnológica, regulatoria, mercado, financiación e inversión, talento humano, infraestructura y ambiental.

### 1.1.1. Dimensión tecnológica

#### 1.1.1.1. Principales hallazgos

Según el anexo de análisis de capacidades de la fase 1 del estudio, se pueden destacar algunas cifras: (DNP, Misión Crecimiento Verde, Bioeconomía, 2018)

- A nivel nacional, se encuentran alrededor de 1.500 grupos de investigación relacionados con la bioeconomía y más de 600 relacionados con la biotecnología y la biodiversidad.
- Los grupos de investigación relacionados con áreas de biodiversidad y biotecnología son 623, de los cuales el 32 % se encuentran en Bogotá, el 13,3 % en Medellín, el 9,6 % en Cali y el 44,4 % en el resto del país (con base en los resultados de la “Convocatoria nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, el desarrollo tecnológico e innovación, y para el reconocimiento de investigadores” del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (SNCTel) de 2016).
- La mayor cantidad de grupos y centros de investigación relacionados con la bioeconomía en el país trabajan en los sectores de la salud humana, el agrícola y pecuario, y el químico.
- Con respecto a las publicaciones, en los últimos diez años la mayor cantidad está relacionada con los sectores de la química, la energía, y la agrícola y pecuaria.
- Bogotá es la ciudad que tiene mayor cantidad de grupos de investigación relacionados con biotecnología en el país, seguido por el departamento de Antioquia, luego Valle del Cauca y Santander.
- Del análisis realizado por BIOINTROPIC a 203 bioempresas en Colombia que desarrollan biotecnología y productos basados en la biodiversidad, que van desde la elaboración de productos naturales hasta la aplicación avanzada de la biotecnología, se identificó que el sector más amplio es la biotecnología verde, orientada a la producción agrícola y pecuaria, con el 39 % de las empresas, seguido de la biotecnología blanca, orientada a las soluciones para la industria, con el 35 % de las empresas. La biotecnología roja, de desarrollos para la salud humana y animal, cuenta con el 19 % de las empresas; y la biotecnología gris, de soluciones para el medioambiente, con el 7 %. Varias empresas tienen productos para distintos sectores de la biotecnología. La mayoría de las empresas colombianas de biotecnología se ubican en dos regiones: Bogotá y Medellín y sus municipios circundantes.





- Dentro de los desarrollos liderados por bioempresas en el país se encuentran; biofertilizantes y biopesticidas, propagación in vitro de plántulas, fitoterapéuticos, alimentos funcionales, ingredientes activos, cosméticos naturales, pruebas diagnósticas, biodispositivos médicos, medicina regenerativa, biobancos, biocombustibles (biodisel de palma y alcohol carburante de caña), entre otros, lo que indica que hay desarrollo significativo en el tema como apuestas a corto y mediano plazo.
- Proyectos estratégicos de interés nacional como Colombia BIO liderado por Colciencias desde el 2015, ha buscado fomentar el conocimiento, conservación, manejo y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad en los territorios colombianos a través de la Ciencia, Tecnología e Innovación. Dentro de sus resultados se destacan el desarrollo de 18 expediciones BIO (4 marinas y 14 continentales en zonas de posconflicto) de las 20 que tienen como meta al 2018, las cuales han involucrado más de 300 investigadores nacionales e internacionales, lo que ha permitido a la fecha identificar 131 nuevas especies endémicas y 211 especies con criterio de conservación.
- Alrededor de desarrollo e innovación se desataca la convocatoria 764-2016 portafolio 100, la cual apoyó el desarrollo de 14 bioproductos en temáticas como biocosméticos, biopesticidas, biorremediación, ingredientes naturales, nutracéuticos, entre otros. Se destacan también acuerdos con regiones como Boyacá, Cundinamarca y Santander las cuales alinearon a convocatorias regionales de CTel con el programa Colombia BIO para apoyar más de 50 proyectos en estas regiones.
- Dentro de los programas nacionales de CTel liderados por Colciencias, se destaca a su vez el apoyo de 1.145 proyectos de investigación relacionados con ciencias de la vida en el periodo 2010-2015. (Fuente: Colciencias, Dirección de desarrollo tecnológico e innovación)
- En relación con proyectos que avanzan en ciclo de vida de nuevas tecnologías biológicas, biomédicas y uso sustentable de energías, se destacan las convocatorias 700 y 701 de 2015 realizada por Colciencias con el apoyo de INNPULSA para el desarrollo de pruebas concepto, prototipos y validación comercial. Esta convocatoria apoyó 48 proyectos cuyo resultado fueron 22 patentes, 14 registros de marca, 3 registros de software, 21 publicaciones científicas sometidas, 39 prototipos/plantas piloto y 3 contratos de licenciamiento.
- Se destaca a finales de 2016 la conformación y fortalecimiento de una red de Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRIS) para promover la transferencias y comercialización de tecnologías de resultados de investigación de diversos sectores. Estas OTRIS han realizado esfuerzos en identificar algunas tecnologías BIO. Dentro de las OTRIS están: OTRI del Atlántico, OTRI Estratégica de Oriente, OTRI de Technova, OTRI de la Universidad Distrital, OTRI Connect Bogotá y OTRI de Defensa (Colciencias, s.f.).





- Se destaca la convocatoria Colombia Científica – 778, realizada por Colciencias con recursos de financiación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) con el objeto de “Contribuir al mejoramiento de la calidad de las IES colombianas participantes, a partir de la conformación de alianzas que impulsen el desarrollo regional y respondan a los retos del desarrollo social y productivo del país, mediante la confirmación de un banco de programas de I+D+i elegibles, en los focos estratégicos establecidos, con resultados perdurables y sostenibles en el tiempo”. En su primera edición, esta convocatoria seleccionó 4 iniciativas en áreas de alimentos, salud, energía y bioeconomía para ser ejecutados en 4 años. Se resalta que es una de las pocas convocatorias que le ha apostado a proyectos de largo plazo con montos de inversión superiores a los tradicionales. Durante 2018 se realizó la segunda fase de esta convocatoria para seleccionar otras 4 iniciativas, con publicación preliminar en abril 30.
- Como estrategia para incrementar el número de patentes país, desde 2015 Colciencias viene liderando convocatorias anuales denominadas Brigadas de patentes y Fondos de fomento a la protección de invenciones en un trabajo colaborativo con Cámaras de Comercio en Cali, Barranquilla y Bucaramanga, Connect en Bogotá y Ruta N en Medellín. No se cuenta con el dato específico de cuántas son en biotecnología.
- Adicional en el 2017 se creó la estrategia nacional para protección de invenciones liderada por Colciencias en asocio con INNPULSA y la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), para brindar apoyo técnico y financiero a inventores en regiones en departamentos del país que tradicionalmente han presentado bajos niveles de patentabilidad: Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Huila, Magdalena, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda y Tolima donde se articuló trabajo con 7 firmas redactoras de patentes y como resultado 74 invenciones beneficiadas. No se cuenta con el dato específico de cuántas son en biotecnología.
- La SIC ha modernizado el banco de patentes en Centro de Información Tecnológica y Apoyo a la Gestión de la Propiedad Industrial (CIGEPI) y actúa en las regiones a través de los Centros de Apoyo a la Tecnología y la Innovación (CATI).
- Según los indicadores del Observatorio de Ciencia y Tecnología (OCyT) de Colombia al 2015, en el periodo 2005 -2014 se solicitaron ante la Superintendencia de Industria y Comercio 2.062 patentes en Biotecnología y se concedieron 483, de las cuales fueron presentadas y concedidas por residentes 50 y 24 respectivamente, y para el caso de no residentes se solicitaron 2.012 y se concedieron 459.

#### 1.1.1.2. Brechas dimensión tecnológica

- Colombia cuenta con experiencia de más de 30 años de investigación en biotecnología con potencial para su aprovechamiento en el mercado. Sin embargo, tanto a nivel nacional como regional se identifica como necesidad en este sector emergente y basado en conocimiento: reducir las brechas entre las fases de investigación y la innovación en





las empresas. Estas brechas son las denominadas “Valle de la muerte”, en el que según Palangkaraya (2008) se encuentra un conjunto de dificultades al tratar de convertir una invención en una aplicación concreta. En muchos casos, esta brecha termina impidiendo que las iniciativas se conviertan en nuevos productos o negocios

- Existe debilidad en institucionalidad relacionada con servicios de transferencia tecnológica avanzados para la puesta en el mercado de ciencias de la vida.
- Resultados limitados por las escalas de investigación realizadas a nivel de laboratorio sin avanzar en fases de escalamiento a nivel piloto o semi-industrial para evaluaciones técnicas financieras y validación del mercado. Existe un alistamiento incipiente de resultados de investigación, en su mayoría se encuentran en TRL entre 3 y 4.
- Falencias en estrategias de transferencia tecnológica orientadas a la comercialización, presentándose debilidades relacionadas con la valoración de tangibles e intangibles de los desarrollos tecnológicos, en la determinación de portafolios de propiedad intelectual, en la gestión de fuentes y capitales de inversión, así como en esquemas de negociación y transacción de estas tecnologías emergentes en el mercado.
- Deficiencias en recursos para prueba de concepto y etapa temprana, para avanzar en el desarrollo de las tecnologías acorde a requisitos técnicos del mercado y los negocios.
- La producción científica y la masa crítica de nuevos proyectos biotecnológicos es todavía moderada comparada con los países de referencia y la existente se enfrenta aún con brechas de escalado para la aplicación en la industria.
- Existen dificultades en la colaboración entre las empresas y los agentes generadores del conocimiento relacionadas con el mantenimiento de confidencialidad, reparto de propiedad industrial, tiempos para llegar al acuerdo y los mecanismos de financiación de las colaboraciones.
- Existe desigualdad en el acceso regional a fuentes de conocimiento. Falta actualizarse con fuentes de conocimiento internacional en materia bio, así como mejorar los canales de acceso y transferencia entre regiones del País.
- Se encuentran aplicaciones de Biotecnología en el país, pero falta sofisticar e incorporar biotecnología avanzada en los desarrollos.
- Los mecanismos de transferencia de tecnología en el país son incipientes, se han empezado a fortalecer en los últimos 5 años a través de unidades de transferencia de tecnología y OTRIS.
- Ausencia de laboratorios nacionales acreditados internacionalmente para el análisis de bioproductos, llevando a los actores a incurrir en altos costos para realizar pruebas fuera del país.





- La información genética del recurso biológico nacional es escasa.
- Debilidad en la documentación y valoración del conocimiento ancestral. No está documentado en formas científicas, no está valorado, ni está remunerado.
- Altos tiempos y baja velocidad de respuesta para nuevas soluciones de I+D+i en bioeconomía.
- Las estrategias de propiedad intelectual en instituciones y en lo empresarial aún son débiles para acceder a negocios más sofisticados. En su mayoría son patentes registradas desde las universidades.
- Aunque el número de patentes solicitadas para productos biotecnológicos en Colombia ha incrementado en los últimos años, aún nos encontramos rezagados respecto de otros países de la región, como Brasil o Argentina; y además, la relación entre el número de solicitudes de patente y el número de grupos de I+D y empresas desarrolladoras de biotecnología, es bajo.

### 1.1.2. Dimensión regulatoria

#### 1.1.2.1. Principales hallazgos

##### Regulatorio para acceso al recurso

- En el 2012 se creó el Grupo de Recursos Genéticos, adscrito a la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente Sostenible (Minambiente); una instancia técnica que desde su creación ha buscado impulsar de manera integral el tema de acceso a recursos genéticos y sus productos derivados en Colombia, en el marco de un enfoque de uso sostenible de la biodiversidad. Con esta dirección se han logrado avances en las normas que aplican en el país en materia de acceso a recursos genéticos y que atienden a las directrices establecidas en la Decisión Andina 391 de 1991, de la Comunidad Andina de Naciones. Dentro de las mejoras se destacan: la reducción de los tiempos de respuesta a los trámites, la organización interna y conformación de equipo de trabajo para la atención al trámite de contrato de acceso a recursos genéticos y sus productos derivados, el seguimiento a los contratos suscritos, el establecimiento de la línea técnica respecto de las actividades que configuran y no configuran acceso a recursos genéticos.
- Dentro de los resultados se destacan 149 Contratos de Acceso a Recursos Genéticos y sus Productos Derivados suscritos a 2017.
  - 133 contratos de investigación
  - 8 contratos Marco de investigación
  - 8 contratos con fines comerciales
  - 14 patentes derivadas de los contratos suscritos





- Desarrollo de un manual de solicitud de acceso del contrato de acceso a recurso genéticos y sus productos derivados en Colombia.
- El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en asocio con Fondo Acción y Minambiente, desarrollaron entre 2015 y 2017, un piloto con la empresa Ecoflora Care, Cocomacia, Planeta, financiado por el Fondo Mundial de Medioambiente (Global Environmental Facility-GEF) para aplicar las disposiciones del Protocolo de Nagoya en acceso y participación de beneficios del uso sostenible de la biodiversidad, a través de la consolidación de un estudio de caso que parte del aprovechamiento de uno de los productos derivados del recurso genético de la especie *Genipa americana*, para la obtención de un colorante natural azul que deriva en una distribución justa y equitativa de dichos beneficios hacia el país, y la generación de ingresos monetarios y no monetarios para las comunidades locales proveedoras del recurso biológico. Este proyecto permitió definir mejores prácticas y material de difusión para realizar replica en otras empresas y comunidades. (PNUD, 2017)

### **Regulatorio para acceso al mercado**

- Se destaca el programa SAFE+ que inicia en el 2015 para ser ejecutado por 4 años, liderado por la Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial (ONUDI) con recursos del Programa Suizo de Cooperación al Desarrollo Económico en Colombia (SECO) y el apoyo de Ministerio de Industria y Comercio (Mincomercio), el Programa de Transformación Productiva (PTP) y la Asociación Nacional de Industriales (ANDI). El programa busca que los productos cosméticos colombianos puedan superar las barreras técnicas de acceso a mercados internacionales públicas, privadas y sostenibilidad. Este programa ha realizado fortalecimiento de capacidades técnicas a entidades nacionales como el Instituto Nacional de Metrología (INM), el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC) y el INVIMA en el área de química aplicable al sector de cosméticos. También ha fortalecido capacidades a prestadores de servicios de calidad y ha beneficiado empresas de ingredientes naturales y cosmética. Este ejemplo de experiencia sectorial podría ser replicada a demás sectores prioritarios de la bioeconomía. (SAFE PLUS, 2018)
- Se destaca la creación de mesas técnicas de Cannabis Medicinal liderada por el Invima, el Fondo Nacional de Estupefacientes (FNE) y el Ministerio de Salud y Protección Social en agosto del 2017, que buscan informar y discutir los requisitos para el registro de diferentes productos de consumo humano, con el ánimo de facilitar la implementación de las regulaciones existentes. Esta mesa nace a partir de la ley 1787 de 2016 y el Decreto 613 de 2017, los cuales reglamentan el acceso seguro e informado al uso de médico y científico del cannabis y sus derivados en el territorio colombiano. En esta mesa participaron más de 300 actores públicos y privados evidenciado la masa crítica interesada en el tema, así como la presencia empresas internacionales y nacionales, la academia e investigación. Este tipo de dinámicas son las que se deberían seguir





implementando para demás innovaciones y nuevos negocios requeridos para dinamizar la bioeconomía (células madre, alimentos médicos, biobancos, cosmeceútico, ingeniería de tejidos, biorrefinerías, entre otras) (INVIMA, 2017)

- Se identificaron 17 leyes regulatorias a nivel nacional aprobadas para la producción sanitaria y productos agrícolas.

**Tabla 2.** Leyes regulatorias nacionales para producción agrícola.

| Norma                                 | Título   | Publicación                        | Área     |
|---------------------------------------|--|------------------------------------|----------|
| Ley 1196 (05/06/2009)                 | Por medio de la cual se aprueba el "Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes," hecho en Estocolmo el 22 de mayo de 2001, la "Corrección al artículo 1° del texto original en español", del 21 de febrero de 2003, y el "Anexo G al Convenio.   | Diario Oficial: 47011 (05/06/2008) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 1159</a> (21/09/2007) | Por medio de la cual se aprueba el "Convenio de Rotterdam para la Aplicación del Procedimiento de Consentimiento Fundamentado previo a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos, Objeto de Comercio Internacional", hecho en Rotterdam el diez (10) de septiembre de mil novecientos noventa y ocho (1998). | Diario Oficial: 46757 (21/09/2007) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 1133</a> (09/04/2007) | Por medio de la cual se crea e implementa el programa "Agro, Ingreso Seguro - AIS"   | Diario Oficial: 46595 (10/04/2007) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 960</a> (28/06/2005)  | Por medio de la cual se aprueba la "Enmienda del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono", adoptada en Beijing, China, el 3 de diciembre de 1999.  | Diario Oficial: 45954 (29/06/2005) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 822</a> (10/07/2003)  | Por la cual se dictan normas relacionadas con los Agroquímicos Genéricos.  | Diario Oficial: 45244 (10/07/2003) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 798</a> (13/03/2003)  | Por medio de la cual se aprueba el "Convenio Internacional del Café 2001", adoptado el veintiocho (28) de septiembre de dos mil (2000).  | Diario Oficial: 45131 (18/03/2003) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 686</a> (15/08/2001)  | Por la cual se crea el Fondo de Fomento Cauchero, se establecen normas para su recaudo y administración y se crean otras disposiciones.  | Diario Oficial: 44522 (18/08/2001) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 618</a> (06/10/2000)  | Por medio de la cual se aprueba la "Enmienda del Protocolo de Montreal aprobada por la Novena Reunión de las Partes", suscrita en Montreal el 17 de septiembre de 1997.  | Diario Oficial: 44190 (11/10/2000) | Agrícola |





| Norma                                   | Título   | Publicación                              | Área     |
|---|--|--|----------|
| <a href="#">Ley 464</a><br>(04/08/1998) | Por medio de la cual se aprueba el "Convenio Internacional de las Maderas Tropicales", hecho en Ginebra el veintiséis (26) de enero de mil novecientos noventa y cuatro (1994).  | Diario Oficial:<br>43360<br>(11/08/1998) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 299</a><br>(26/07/1996) | Por la cual se protege la Flora Colombiana, se reglamentan los Jardines Botánicos y se dictan otras disposiciones.   | Diario Oficial:<br>42845<br>(30/07/1996) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 214</a><br>(26/10/1995) | Por medio de la cual se aprueba el "Convenio Internacional del Azúcar, 1992", suscrito en Ginebra el 20 de marzo de 1992.  | Diario Oficial:<br>42064<br>(26/10/1995) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 189</a><br>(06/06/1995) | Por medio de la cual se aprueba el "Acuerdo de Creación de la Asociación de Países Productores de Café", suscrito en Brasilia el 24 de septiembre de 1993.   | Diario Oficial:<br>41879<br>(06/06/1995) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 139</a><br>(21/06/1994) | Por la cual se crea el certificado de incentivo forestal y se dictan otras disposiciones   | Diario Oficial:<br>41401<br>(22/06/1994) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 138</a><br>(09/06/1994) | Por la cual se establece la cuota para el fomento de la Agroindustria de la Palma de Aceite y se crea el Fondo del Fomento Palmero.  | Diario Oficial:<br>41389<br>(14/06/1994) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 118</a><br>(09/02/1994) | "Por la cual se establece la cuota de fomento hortifrutícola, se crea un fondo de fomento, se establecen normas para su recaudo y administración y se dictan otras disposiciones"  | Diario Oficial:<br>41216<br>(09/02/1994) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 99</a><br>(22/12/1993)  | Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la Gestión y Conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. | Diario Oficial:<br>41146<br>(22/12/1993) | Agrícola |
| <a href="#">Ley 83</a><br>(03/11/1993)  | Por medio del cual se aprueba el "Acuerdo sobre C.A.B. International" (Commonwealth Agricultural Bureaux), hecho en Londres el 8 de julio de 1986.   | Diario Oficial:<br>41101<br>(03/11/1993) | Agrícola |

**Fuente:** Elaboración propia (Con base en análisis de estudios previos y políticas relacionadas, Fase1).

- Se identificaron 13 leyes a nivel nacional aprobadas que regulan desarrollo de biotecnología por sector en diferentes sectores, tales como: salud, alimentos y bebidas, agrícola y pecuario, silvicultura y extracción de madera, farmacéuticos, energía y derivados.





**Tabla 3.** Leyes nacionales que regulan desarrollo de biotecnología.

| Norma                                       | Título   | Sector   |
|---|--|--|
| Ley 100 Artículo 245/1993                   | El cual tiene como objeto la ejecución de las políticas del INVIMA en materia de vigilancia sanitaria y control de calidad de medicamentos, alimentos, productos biológicos. Y aquellos productos generados por biotecnología.   | Servicios de Salud. Alimentos Procesados y bebidas.  |
| Ley 1735 de 2015)                           | Política Nacional para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología y un Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018  | Agrícola y pecuario. Servicios de Salud. Silvicultura y extracción de madera. Farmacéuticos. |
| Artículo 3075 De 1997 Artículo 54           | A los alimentos obtenidos por biotecnología de tercera generación y/o procesos de ingeniería genética, se les otorgara registro sanitario previo estudio y concepto favorable de la comisión revisora del Invima.  | Alimentos Procesados y bebidas.  |
| Decreto 4525 De 2005                        | Se aplica al movimiento transfronterizo, el tránsito, la manipulación, y la utilización de organismos vivos modificados (OVM) que pueden tener efectos adversos para el medio ambiente y la diversidad biológica, teniendo en cuenta los riesgos para la salud humana, la productividad y producción agropecuaria.   | Agrícola y pecuario.   |
| Resolución 5109 del 29 de diciembre de 2005 | Establece algunas definiciones sobre el rotulado, alimentos o ingredientes alimentarios obtenidos por medio de tecnologías de modificación genética o ingeniería genética; entre otros la definición de alimentos resultantes de OGM son: "Se definen como aquellos que son o que contienen organismos modificados genéticamente obtenidos como resultado de la aplicación de la tecnología de manipulación de los genes.  | Alimentos Procesados y bebidas.  |
| Protocolo de Cartagena                      | (Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del convenio de Diversidad). El Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad es un instrumento internacional que regula los organismos vivos modificados, OVMs, producto de la biotecnología moderna. Este acuerdo, que se enfoca específicamente en el movimiento transfronterizo de OVMs, promueve la seguridad de la biotecnología al establecer normas y procedimientos que permiten la transferencia segura, la manipulación y el uso de OVMs. Cartagena es el nombre de la ciudad colombiana en la cual, en febrero de 1999, el Protocolo de Bioseguridad fue originariamente programado para ser concluido y adoptado. Sin embargo, debido a asuntos de orden político por resolver, el Protocolo fue finalizado y adoptado un año después, el 29 de enero del año 2000 en Montreal, Canadá. | Farmacéuticos. Alimentos Procesados y bebidas. Servicios de Salud.                           |





| Norma  | Título   | Sector              |
|--|--|---------------------|
| Ley 740 de 2002  | Por medio de la cual se aprueba el “Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica”, hecho en Montreal, el veintinueve (29) de enero de dos mil (2000). | Energía y derivados |
| Ley 788 de 2002  | Establece exenciones tributarias con el propósito de fomentar la producción y el consumo de biocombustibles.   | Energía y derivados |
| Ley 939 de 2004  | Establece exenciones tributarias con el propósito de fomentar la producción y el consumo de biocombustibles.   | Energía y derivados |
| Decreto 383 de 2007, modificado parcialmente por el Decreto 4051 de 2007 | Establece estímulos para la implementación de zonas francas para proyectos agroindustriales en materia de biocombustibles.   | Agrícola y pecuario |
| Ley 1111 de 2006   | Establece una deducción del impuesto de renta del 40% de las inversiones en activos fijos reales productivos en proyectos agroindustriales, incluyendo leasing financiero.                                     | Energía y derivados |
| Ley 1715   | Se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional”  | Energía y derivados |
| Ley 1715 del 13 de mayo de 2014  | Se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.  | Energía y derivados |

**Fuente:** Elaboración propia (Con base en análisis de estudios previos y políticas relacionadas, Fase1).

- El sector que más ha avanzado en temas regulatorios ha sido el sector de energía y sus derivados como nuevas oportunidades en bioeconomía alrededor de biocombustibles y de energías renovables.

#### 1.1.2.2. Brechas dimensión regulatoria

##### Regulatorio para acceso al recurso

- Aunque existen avances en la norma de acceso a recurso genético en especial en los permisos con fines de investigación, aún no existe claridad en su gestión y aplicación y el número de contratos con fines comerciales es incipiente, hay 8 concedidos.
- La gestión de permisos de colecta y permisos de aprovechamiento de recursos forestales no maderables, cuando se debe crear su cadena de suministro involucraban minorías étnicas en predios colectivos, requiere inversiones superiores a los 100





millones para esta gestión y tiempos prolongados de gestión que no todas las empresas están dispuestas a asumirlos

- Se requiere clarificar los requisitos legales para la explotación sostenible de la materia prima. La extracción de los recursos regulada por las autoridades ambientales, a través de permisos de aprovechamiento de recursos forestales no maderables los cuales asignan una cantidad de materiales que se pueden usar del recurso vegetal sin afectar los ecosistemas. Estas cantidades (las cuales se asignan dentro de un territorio y un período específico), son controladas a través de salvoconductos de movimiento de material. Una dificultad grande se encuentra a la hora de tramitar permisos y salvoconductos ante las Corporaciones ya que el grado de especialización de las autoridades ambientales no es uniforme, y los tiempos en los procesos pueden variar de 3 meses a años, dependiendo de la corporación que debe emitir los permisos.
- Existe debilidad en estrategias de divulgación y difusión de las normas y regulaciones que faciliten el acceso a los actores.
- Falta divulgar más casos de éxito y buenas prácticas para que más entidades y empresas conozcan la forma de acceder y realizar la gestión.
- Las campañas de divulgación no sólo deberían enfocarse en las organizaciones que lideran proyectos, sino que también es importante cubrir a las entidades, para garantizar que los funcionarios que atienden solicitudes y trámites tengan los conceptos necesarios.
- Existe déficit en instituciones que oferten servicios de asesoría y acompañamiento en la gestión de permisos de acceso a recurso genético. Actualmente es el equipo de Grupo de Recursos Genéticos de Minambiente quien ha estado acompañando caso a caso.

### **Regulatorio para acceso al mercado**

- Aunque se tienen avances en leyes nacionales que regulan la producción sanitaria, productos agrícolas y algunos biotecnológicos, la normativa está muy centrada a los negocios tradicionales del hoy y no a los del futuro ni los disruptivos. Falta generar nuevas mesas técnicas y salas especializadas, así como la homologación de la regulación internacional para nuevos negocios globales de la bioeconomía, como células madre, alimentos médicos, biobancos, cosmeceúticos, ingeniería de tejidos, biorrefinerías, entre otros.
- Existe necesidad de fortalecer las capacidades técnicas, de servicios y de reconocimiento internacional de entidades de vigilancia y control como ICA, INVIMA y ONAC, ya que muchos de los reclamos de los empresarios se asocian a los tiempos prolongados para dar respuestas, para programar visitas, a que la normativa sea homologada a nivel internacional y que los avales que den este tipo de entidades tengan reconocimiento internacional, entre otros.





- Existen debilidades por parte de las empresas de cumplir requisitos regulatorios internacionales públicos, privados y de sostenibilidad. Las empresas manifiestan desconocimiento de regulaciones internacionales, no contar con claridad con un aliado internacional que ayude a la gestión de los tramites, y no contar con la claridad del paso a paso y requisitos requeridos y pruebas necesarias para la elaboración de dossier técnicos. Los requisitos regulatorios públicos internacionales no son los mismos exigidos a nivel nacional. Los costos de inversión para el cumplimiento de los requisitos son muy altos.
- Existe la necesidad de contar con información actualizada y realizar estrategias de vigilancia normativa.
- Existe dispersión de información de las normas y muchas instituciones involucradas. Se deben trabajar temas con múltiples actores, lo que incide en la desmotivación de inversionistas
- Existe déficit de plataformas digitales que unifiquen y faciliten la gestión de tramites de acceso al recurso y de acceso al mercado.

Entre algunas brechas por sector se pueden destacar:

**Tabla 4.** Ejemplo de brechas regulatorias de sector

| Sector    | Aplicación        | Brecha  |
|-----------|-------------------|---|
| Agrícola  | Bioinsumos        | 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. DECISION 436 (1998) Comunidad Andina para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola.   |
| Alimentos | Alimentos Médicos | No se ha desarrollado regulación para alimentos médicos. Se encuentra en construcción desde 2014 la resolución sobre Alimentos para Propósitos Médicos Especiales para consumo humano bajo una categoría de los alimentos de regímenes especiales. (Obedece al artículo 2 del Decreto Ley 4107 de 2011). Título I, Disposiciones generales y definiciones. Artículo 3 Definiciones. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2014). Este restringe el desarrollo de empresas en este campo.  |
| Salud     | Células madre     | A nivel mundial existen los lineamientos fijados por la Sociedad Internacional para la Investigación en Células Madre (The International Society for Stem Cell Research, ISSCR), que establece los estándares, los protocolos de manejo, los principios éticos y las consideraciones requeridos para la investigación básica y clínica de estas células (Daley <i>et al.</i> , 2016). Colombia no cuenta con legislación ni lineamientos específicos relacionados con la investigación, el manejo, manipulación de las células madre y comercialización; Existen proyectos de ley, pero no se han reglamentado. Actualmente los lineamientos se encuentran implícitos en la legislación referente al material biológico y a los componentes anatómicos humanos. |
| Salud     | CRO               | Trámites para aprobar investigaciones clínicas por parte del INVIMA pueden durar hasta 225 días, retrasan la oportunidad de desarrollar   |





| Sector       | Aplicación                    | Brecha  |
|--------------|-------------------------------|---|
|              |                               | productos y servicios conexos como la creación de organizaciones de investigación por contrato (CRO por sus siglas en ingles).  |
| Cosmética    | Cosmecéuticos                 | Colombia no cuenta con legislación ni lineamientos específicos relacionados con cosmecéuticos.<br>Para la mayoría de los consumidores no está claro el termino cosmecéuticos, eso abre la posibilidad para que algunas productoras de cosméticos autodenominen sus productos como cosmecéuticos aun sin cumplir con una oferta terapéutica ni respaldo de estudios clínicos.  |
| Farmacéutico | Medicamentos Biotecnológicos. | El Decreto 1782 de 2014 del Ministerio de Salud que busca generar las reglas de entrada al país de medicamentos biotecnológicos. Cuenta con vacíos jurídicos, donde permitiría una “Ruta Abreviada” que no solicita estudios en humanos, generando un riesgo que lleguen biolimbos a Colombia.<br>Entre los países que cumplen con la Organización Mundial de la Salud (OMS) y solicitan estudios completos están USA, Europa, Japón, Brasil, Perú, Ecuador, entre otros, y Colombia no lo estaría requiriendo.<br>Esto tiene en alerta a comunidad científica, académica y empresarial y se encuentra en discusión en el Consejo de Estado si este decreto se implementa o no. |

**Fuente:** Elaboración propia

### 1.1.3. Dimensión de mercado

#### 1.1.3.1. Principales hallazgos

- Demanda creciente de consumo a nivel internacional de bioproductos, biosoluciones y bioprocesos que están alineados con nuevas percepciones sociales entorno al respecto al medio ambiente, lo natural, mitigación del cambio climático, agricultura sostenible, entre otros.
- La Bioeconomía como estrategia de crecimiento económico orientada a la sostenibilidad y uso eficiente de los recursos biológicos, potenciando actividades de investigación y desarrollo, tiene todo el potencial para contribuir con el cumplimiento de los 17 objetivos de desarrollo sostenible- ODS en su agenda al 2030.
- La biotecnología tiene un estimado de ventas globales al cierre del 2017 de \$441.5 miles de millones de dólares y ha venido presentando tasas de crecimiento promedio anual superiores al 10% marcando una gran diferencia frente a sectores tradicionales.
- Se ha observado en los últimos 5 años un interés creciente por parte de países emergentes en el sector de la biotecnología, y como parte de sus estrategias para lograr un crecimiento significativo del mismo, los países han propuesto y ejecutado la creación de clusters, incubadoras, oficinas de transferencia tecnológica, centros para promoción de mercados, redes de soporte, creación de fondos de capital y asociaciones empresariales BIO.
- Colombia es el tercer mercado más grande de Latinoamérica gracias a sus casi 50 millones de habitantes





- Se cuenta con experiencia y trayectoria exportadora en sectores como Agro, Alimentos, Química y Cosmética.
- Los sectores de mayor dinamismo en el comercio internacional son los de alimentos procesados, el químico, el agrícola y pecuario, y el del cuero, con una participación del 17,15, 9 y 7 %, respectivamente.
- Sectores tractores como Palma y Caña cuentan con experiencia en biocombustibles y podrían migrar a nuevos modelos de economía circular y biorrefinerías.
- Dentro de la apuesta de bioeconomía existen sectores que son “jalonadores” de la cadena de valor y que pueden integrar un trabajo con comunidades, en especial en lo que se relaciona con especies de la biodiversidad: agrícola, alimentos, cosméticos, incluso farmacéutico. También se debe aclarar que estos sectores pueden generar desarrollos a partir de la agricultura domesticada y la biomasa residual.
- Programas como el de Transformación Productiva creado por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo en el año 2009 vienen promoviendo productividad y competitividad en la industria. Este programa viene liderando planes de negocios sectoriales y la coordinación pública y privada para gestionar el plan de acción por sector. El PTP viene apoyando 13 sectores relacionados con agro y alimentos, químico, metalmecánico, industrias 4.0, sistemas de moda y turismo. Se tenía planteado la biotecnología como un sector potencial pero no se logró incubar. Dentro de los sectores del PTP, se resalta el de cosméticos el cual tiene declarado dentro su plan de negocios ser líder a nivel mundial en la producción de cosméticos con base en ingredientes naturales, propios de la biodiversidad colombiana.
- El Plan Nacional de Negocios Verdes liderado por el Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible ha identificado 986 negocios verdes entre 2014 y 2017, en el marco de la implementación de los Programas Regionales de Negocios Verdes, han generado 6.638 empleos directos y alrededor de 136.356 millones de pesos en ventas en este periodo. En el marco de este plan se ha liderado el evento BIOEXPO, feria liderada por Minambiente, las Corporaciones Autónomas Regionales de CORANTIOQUIA, CVC, CORPOCHIVOR, CRQ y el Instituto Alexander von Humboldt para promover los negocios verdes. Se han realizado 7 ferias, siendo la del 2017 en el caribe la última versión. Estas ferias en el acumulado de las diferentes versiones han contado con la presencia de más de 30.000 visitantes.
- Con el respaldo de INNPULSA y de RUTA N se crea y se fortalece BIOINTROPIC en el 2015 como primera aceleradora y centro de negocios de Biotecnología en el país, que ha logrado realizar 40 estudios de inteligencia competitiva bio, evaluar más de 80 biotecnologías, acompañar 45 bioempresas y gestionar la primera feria de biotecnología en asocio con Corferias llamada BIONOVO, que en su primera edición en el 2016 convocó a más de 2.500 asistentes especializados interesados en este sector.





- En el interés de INNPULSA de fomentar la innovación y el emprendimiento de alto impacto, ha venido apoyando desde su creación a más de 50 empresas e instituciones que generan una dinámica en el sector de Biotecnología.
- Existe la red de clusters de Colombia; se identificaron más de 45 cluster existentes en el país relacionados con los sectores agroalimentario, agropecuario, cosmética, energía y salud. (Red Cluster Colombia, 2018)
- Existen estrategias de especialización inteligente en Bogotá y Medellín desarrolladas a partir del 2016 con el fin de fortalecer las capacidades productivas basadas en conocimiento y la innovación. Estas estrategias evidencian la biotecnología como una oportunidad para fortalecer sectores alrededor de los alimentos funcionales, biocosméticos, medicina avanzada, farmacogenética, entre otros.
- PROCOLOMBIA, comienza a integrar el sector de biotecnología bajo el macrosector químico y ciencias de la vida. Sin embargo, aún no se hace presencia como país en ferias internacionales de biotecnología.

#### 1.1.3.2. Brechas dimensión de mercados

- Aunque existe experiencia en oferta y demanda de sectores tradiciones, aún el mercado nacional tiene poca madurez en la aceptación y apropiación de innovaciones bio del país (Bioinsumos, biocosméticos, biodispositivos, ingredientes activos, entre otros).
- El hacer divulgación sobre los beneficios y aplicaciones de las innovaciones bio ha sido un esfuerzo de empresa por empresa. En el país existe una ausencia de campañas y de información especializada que permita concientización sobre el consumo de productos bio.
- Relacionado con el punto inmediatamente anterior, se han aumentado las barreras internacionales para la comercialización de productos biotecnológicos promovidos por la bioeconomía de las naciones, por el mismo desconocimiento de los gobiernos y en especial de los consumidores, quienes señalan y crean “supuestos” de “riesgos asociados al uso de las tecnologías”, lo que aumenta los requerimientos técnicos y las pruebas a las que los productos de origen bioeconómico deben someterse, llevando a impedimentos de la comercialización de los mismos.
- Baja difusión y desconocimiento de conceptos, mega tendencias, avances tecnológicos y nuevos productos de bioeconomía.
- La base empresarial que hace uso de la biotecnología es insuficiente para hacer masa crítica.
- Debilidad en el cumplimiento de los requisitos regulatorios internacionales públicos, privados y de sostenibilidad.





- El ingresar a mercados más sofisticados, exige que los productos cumplan con requisitos de bioseguridad, pruebas de toxicidad, eficacia y eficiencia como respaldo en la elaboración de dossier técnicos y fichas técnicas para el acceso a mercados internacionales; el país tiene vacíos en la prestación de estos servicios de análisis certificados, lo que ha llevado a las empresas a usar servicios de laboratorios internacionales incurriendo en altos costos, dificultando así el desarrollo de los nuevos productos.
- El Comercio internacional de productos bio-basados de Colombia es incipiente y las exportaciones no son cuantificadas de manera específica.
- Existe desarrollo incipiente de empresas que hacen uso sostenible de la biodiversidad y generan productos de alto valor agregado.
- Existen muy pocos casos de éxito en biotecnología en Colombia en términos de acuerdos internacionales alcanzados (tecnológicos, comerciales, etc.), inversiones de fondos especializados producidas, desinversiones exitosas realizadas, empresas de rápido crecimiento que se hayan consolidado a nivel global, etc.
- Uno de los grandes retos del gobierno se encuentra asociado a la gestión de financiación y cooperación para el desarrollo de programas de desarrollo de productividad, competitividad e Innovación que estimulen el crecimiento empresarial y el cierre de brechas, se han diseñado estrategias alrededor de cadenas productivas, clúster, sectores de talla mundial, definido planes de negocios de sectores, entre otros. Sin embargo, se han quedado cortos en los recursos para poner en marcha los planes de acción que lleven al cumplimiento real de las metas con un enfoque de sostenibilidad de largo plazo y de coordinación interinstitucional
- Existen vacíos en presencia de negocios y jugadores internacionales de las industrias biotecnológicas en el país.
- Falta respaldo de la marca país para impulsar productos bio-basados. Se deben revisar algunas estrategias como las emprendidas por Perú (super alimentos) y la de Brasil (“BE SUSTAINABLE”), estrategias respaldadas por entidades que lideran la promoción de exportaciones e inversión, así como algunos gremios, y apoyan su difusión en ferias internacionales.





#### 1.1.4. Dimensión de financiación e inversión

##### 1.1.4.1. Principales hallazgos

- El país cuenta con experiencia de instrumentos de fomento, cooperación, financiación y más reciente en inversión en diferentes sectores.
- En relación a instrumentos de fomento de entidades como Minagricultura, Mincomercio, Minambiente, Minsalud, SENA, INNPULSA, Colciencias, Procolombia, Cámaras de Comercio, entre otras, donde han desarrollado convocatorias relacionadas con productividad, competitividad, emprendimiento, investigación, desarrollo e innovación, internacionalización, entre otras, bajo un enfoque de sectores tradicionales priorizados en el Programa de Transformación Productiva, en los de vocación exportadora, en los de vocación regional, sin embargo son pocas las convocatorias que se han desarrollado con énfasis a la innovación y emprendimiento de base Biotecnológica.
- Según análisis de Colciencias, dentro de los instrumentos de fomento público en el periodo 2010-2014 para todos los sectores, presentó una participación entre las siguientes instituciones: Colciencias:47,97%, MADR 23,04%, SENA 16,92%, MINTIC 8,81%, INNPULSA 3,15%, MINCIT 0,09% y PTP 0,02%
- Dentro de las convocatorias especializadas relacionados con áreas BIO que se pueden destacar en los últimos 5 años están:

##### INNPULSA

- Desarrollo del estudio del potencial de la biotecnología del país, en el marco del CONPES 3697 en el año 2013. (Genetrix, Bioserentia, Mediplantes)
- Fortalecimiento de una institución para transferencia y comercialización de Biotecnología.2014. EDI 15 (Universidad EAFIT-BIOINTROPIC)
- Fortalecimiento de un laboratorio de Biotecnología. 2014 (Corpogen)
- Apoyo al desarrollo de la feria Biolatam en Bogotá. 2013 (Asebio-EDBgroup)
- Convocatorias de capital semilla y de aceleración (CER 002, CER004)
- Convocatorias de prueba de concepto en asocio con Colciencias 2014-2015 (700-701)
- Convocatoria para el apoyo de crecimiento de Bioempresas 2015-2016 (CEE04, CEE005)
- Contratación de un equipo Gestor de alto nivel para acompañamiento de Bioempresas 2015-2016 (EAFIT-SILO-BIOINTROPIC)





- Apoyo a la participación a la feria Biospain del 2014 en Santiago de Compostela-España con una delegación liderada por Innpulsa y 10 delegados de instituciones y empresarios.
- ALDEA-2016-2018. Beneficia algunas bioempresas.
- Convocatorias de iniciativas clúster donde se ha planteado el fortalecimiento de algunos cluster como lácteos, cacao, café, entre otros.
- Es de resaltar, que las especializadas para el tema de biotecnología fueron convocatorias pilotos, esporádicas y no tuvieron continuidad.

## **COLCIENCIAS**

- Dentro de los programas nacionales de CTeI liderados por Colciencias, se destaca a su vez el apoyo de 1.145 proyectos de investigación relacionados con ciencias de la vida en el periodo 2010-2015 con una financiación de \$282.298.494.455 COP. (Fuente Colciencias, Dirección de desarrollo tecnológico e innovación)
- Con relación a proyectos que avanzan en ciclo de vida de nuevas tecnologías biológicas, biomédicas y uso sustentable de energías, se destaca las convocatorias 700 y 701 de 2015 realizada por Colciencias y el apoyo de INNPULSA para el desarrollo de pruebas concepto, prototipos y validación comercial. Esta Convocatoria apoyó 48 proyectos con un total de \$14.918.932.360 COP financiados. Monto cofinanciado por proyecto: 500 millones de pesos.
- Convocatoria 764 -2016. Portafolio 100 de Colciencias en el marco de Colombia BIO, la cual apoyo el desarrollo de 14 proyectos de bioproductos en temáticas como biocosméticos, biopesticidas, bioremediación, ingredientes naturales, nutraceuticos, entre otros. Monto cofinanciado por proyecto: 300 millones de pesos.

## **SENA**

- A través de sus convocatorias anuales SENNOVA, para el fomento de la Innovación y el desarrollo Tecnológico en las Empresas, actúa a nivel nacional a través de 7 operadores regionales y el apoyo de la red de Tecnoparques. La convocatoria cofinancia hasta el 50% del valor total del proyecto y para pymes hasta el 80% del valor total del proyecto, para un aporte máximo de \$200.000.000 de pesos por proyecto. Durante las convocatorias 2015-2017 se aprobó una destinación de recursos de \$73.216.587.960 de pesos para una aprobación de 100 proyectos en todos los sectores y regiones.

## **SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS (SGR)**

- A través del SGR, al cierre del 2016 se identificaron 6 proyectos de biotecnología aprobados en el país. Para el sector agro se encuentran 79, sector pecuario 126, cosmética 3, bioinformática 3, al sector salud 5.





- En relación con recursos privados, Colombia es actualmente el cuarto país en Latinoamérica en consecución de recursos. En Colombia existen 31 fondos cerrados que cuentan con recursos comprometidos por USD 3.395 millones para diversos sectores, de los cuales se han invertido USD 1.355 millones, teniendo aún USD 2.040 millones disponibles para inversión. Existen otras 15 iniciativas de este tipo de fondos en proceso de conseguir aportes de capital inteligente.
- De los fondos de inversión existentes, la gran mayoría se encuentran orientados a apoyar oportunidades en Tecnologías de información y negocios digitales. Dentro de los fondos que han realizado apoyo a negocios relacionados con Ciencias de la vida, biotecnología y sector agropecuarios se destacan: Promotora, Capitalia, Veronorte, Agrow para etapa temprana, siendo limitadas las empresas apoyadas.
- En cuanto a líneas de crédito especial, tanto BANCOLDEX y FINAGRO como entidades de segundo piso promueven la colocación de crédito a través de intermediarios financieros y bancas de primer piso. FINAGRO agrupa líneas de crédito para capital de trabajo, inversión y normalización de cartera además de algunos incentivos a la capitalización rural, al seguro agropecuario y el forestal y el respaldo de garantías del Fondo Agropecuario de Garantías (FAG). Por su parte BANCOLDEX agrupa líneas de crédito para capital de trabajo, leasing y garantías del Fondo Nacional de Garantías (FNG). En su estrategia de fortalecerse como Banco de desarrollo empresarial colombiano, se encuentra diseñando nuevos instrumentos, financieros y no financieros, para impulsar la competitividad, la productividad, el crecimiento de las empresas. Se encuentra impulsando la industria de Fondos de Capital en Colombia y la gestión de fondos de fondos.
- Dentro de los bancos de primer piso se destaca la labor que viene realizando Bancolombia con la creación de una línea especial para el apoyo de emprendimientos de alto impacto en alianza con INNPULSA donde han apoyado a 50 emprendedores en todos los sectores.

#### 1.1.4.2. Brechas dimensión financiación e inversión

- Particularmente, no existen instrumentos financieros específicos que favorezcan el fortalecimiento y la creación de empresas de base biotecnológica ajustadas 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 características propias de las empresas.
- Las nuevas iniciativas empresariales (*start ups*) de base biotecnológica compiten por la oferta de instrumentos de fomento con todas las iniciativas empresariales, en la que la oferta está constituida básicamente por instrumentos dirigidos a empresas grandes y pymes tradicionales donde el riesgo es más controlado.





- No existe oferta consolidada y estructurada de inversión para apoyar empresas que hacen uso comercial sostenible de la biodiversidad, específicamente de los recursos biológicos y genéticos, y de los productos biotecnológicos generados, por la falta de trayectoria empresarial y escasas garantías reales por parte de las mismas, entre otros. Sólo algunos fondos han realizado el ejercicio con un número limitado de start up bio en el país.
- Muy pocos casos de éxito en el sector en la región en términos de acuerdos internacionales alcanzados (tecnológicos, comerciales, etc.), inversiones de fondos especializados producidas, desinversiones exitosas realizadas, empresas de rápido crecimiento que se hayan consolidado a nivel global, etc.
- No se evidencia un portafolio de tecnologías y productos con alto nivel de disrupción o de diferenciación en los mercados nacionales e internacionales que puedan ir por cuotas de mercado considerablemente grandes (> 50 millones USD/año)
- Otros proyectos están en estadios críticos, tales como: validaciones técnicas, gestiones regulatorias; donde requieren altos recursos de capital; sin embargo, no pueden ofrecer garantías convencionales ni para la banca ni para los inversionistas tradicionales. Entonces sólo quedan inversionistas ángeles personales o corporativos cercanos; los cuales son escasos en el contexto colombiano.
- Existe un déficit de instrumentos especializados de financiación e inversión para cada una de las etapas del ciclo de vida de la biotecnología.
- Falta tener un portafolio claro como país de negocios sofisticados de la bioeconomía y las biotecnologías para atraer inversión, así como para el diseño de instrumentos a la medida.
- Existe déficit de instrumentos para proyectos de largo plazo y alto riesgo en bioeconomía.

#### 1.1.5. Dimensión de Talento Humano

##### Principales hallazgos

Según el anexo de análisis de capacidades de la fase 1, se pueden destacar algunas cifras: (DNP, Misión Crecimiento Verde, Bioeconomía, 2018)

- En la revisión del recurso humano relacionado con bioeconomía en los sectores seleccionados se encontró que la mayor cantidad de estudiantes de maestría y doctorado pertenecen al núcleo temático de agrícola y pecuario, seguidos por energía, químicos y alimentos en los últimos 10 años.





- Pregrados y posgrados en biotecnología se encontró que existen en el país 3 pregrados, y 23 posgrados, con 19 programas activos actualmente.
- El 83% de los empleos calificados, se encuentran en el sector salud, seguido por 51% en el sector de papel, un 49% correspondiente al sector farmacéutico y un 41% correspondiente a Energía.
- Dado que el tema de bioeconomía es reciente y apenas empieza a difundirse en el ámbito colombiano, las universidades apenas empiezan a incluirla en su oferta académica. Algunas universidades ofrecen programas de educación continua (como diplomados) o incorporan cursos sobre bioeconomía en planes de estudio.
- En los sectores donde se reporta mayor cantidad de doctores y magíster ocupados en las empresas es en el sector salud, alimentos y energía.
- La forma como están estructurados los modelos de negocio de las start up bio y las capacidades de los equipos de gestión aún son deficitarias en áreas de dirección, comerciales globales, desarrollo de negocio, regulatorias, entre otras.
- Los emprendedores – propietarios requieren desarrollar nuevas habilidades en conducción de negocios de alto crecimiento. Para muchos de ellos, su gran fortaleza está en el conocimiento técnico, pero con altas restricciones para desarrollar el negocio.

#### **Brechas dimensión de talento humano**

- Carencia de personal y metodologías especializadas de gestión de negocios de base biotecnológica y transferencia tecnológica (Valoración, negociación tecnológica y transferencia de desarrollo tecnológicos).
- Debilidad en personal capacitado para negocios de valor agregado en bioeconomía.
- Debilidad de personal especializado en asuntos regulatorios internacionales para dinamizar negocios sofisticados de la bioeconomía.
- Bajos niveles de inserción de doctores formados que estén vinculados en empresas, incluso por convocatorias de Colciencias.
- Debilidad de oferta académica para fortalecer negocios e investigación en retos de la bioeconomía de Colombia.





### 1.1.6. Dimensión de Infraestructura

#### Principales hallazgos

- Al existir más de 600 grupos de investigación en el país relacionados con biotecnología y biodiversidad, existe una capacidad instalada de investigación en el país, donde varios grupos son destacados por su fortalecimiento en infraestructura, entre ellos la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), la Universidad de Antioquia (UDEA), Universidad del Valle (Univalle), la Universidad Industrial de Santander (UIS) dentro de las públicas, y de las universidades privadas EAFIT, Javeriana, Los Andes, CES, La Salle, entre otras.
- Existen actores líderes en regiones que vienen generando dinámicas de innovación en biotecnología que pueden ser potencializados para dinamizar la bioeconomía. Entre ellos: CENIVAM en Santander, BIOTEC en Valle, BIOS en Caldas, Corpogen y el IBUN en Bogotá-Cundinamarca, BIOINTROPIC en Antioquia, BIOINNOVA en Chocó, Instituto Sinchi en el Amazonas, Universidad del Atlántico en la Costa Caribe y Corpoica a nivel nacional con énfasis al sector agropecuario.
- Dentro de infraestructuras robustas en el país relacionadas con Biotecnología que aún se encuentran vigentes se puede destacar:
  - En 1994, Corpoica queda a cargo del Sistema de Bancos de Germoplasma de la Nación Colombiana, como repositorios destinados a la conservación de la diversidad genética de diferentes especies de interés agropecuario (Vegetal, Animal y Microorganismos). El banco principal se encuentra en el Centro de Investigaciones Tibaitatá, de Mosquera (Cundinamarca).
  - Por su parte, el CIAT cuenta con Banco de germoplasma ubicado en Palmira. El Programa de Recursos Genéticos del CIAT conserva las colecciones más grandes en el mundo para frijol, forrajes tropicales y yuca, con origen en más de 141 países. En el 2017, se planteó la construcción de un nuevo banco de germoplasma de última generación a través del proyecto Semillas del Futuro, con el apoyo del Gobierno del Reino Unido, en representación del Fondo Newton Caldas y el Consejo de Investigación en Biotecnología y Ciencias Biológicas del Reino Unido (BBSRC, por sus siglas en inglés).
  - En el año 2004, la Convocatoria Nacional para la Creación de Centros de Investigación de Excelencia de Colciencias apoyó 7 centros, uno de ellos fue el Centro nacional de investigaciones para la agroindustrialización de especies vegetales aromáticas y medicinales tropicales - CENIVAM bajo una figura de unión temporal. En el 2012, crea una nueva unión temporal Bio-Red-CO-CENIVAM integrada por 10 universidades para desarrollar el Programa “Bioprospección y desarrollo de ingredientes naturales para las industrias cosmética, farmacéutica y de





productos de aseo con base en la biodiversidad colombiana”. En el 2017, es seleccionado como uno de los proyectos de Colombia Científica. La trayectoria de esta red y en especial el liderazgo de CENIVAM desde la Universidad Industrial de Santander-UIS ha permitido desarrollar infraestructura analítica robusta de caracterización fitoquímica

- En el año 2010, la Universidad de Antioquia resultó seleccionada por Colciencias como sede del Centro Nacional de Secuenciación Genómica ubicado en la Sede de Investigación Universitaria, SIU en Medellín, para llevar a cabo proyectos de recolección de información genética de los recursos biológicos colombianos, y prestar servicios de secuenciación genómica. Se resalta también la infraestructura de analítica e investigación con la que cuenta la SIU en la cual congrega 36 grupos de investigación de excelencia en ciencias de la salud, ciencias exactas, ingeniería, entre otros
- En el 2012 se crea el Centro de Bioinformática y Biología Computacional de Colombia – BIOS en Manizales. Nace con el apoyo del gobierno nacional (MinTIC y Colciencias) y la empresa privada, representada por Microsoft, para la investigación de alto nivel en Colombia. Es una entidad líder en proyectos de Big data bio y cuenta con una de las supercomputadoras más rápidas de Latinoamérica y desde el 2015, con el muro de visualización más avanzado para investigación científica en Suramérica. Se encuentra liderando proyectos piloto como el de genoma colombiano.
- En el 2016 se crea en Bogotá el Instituto Distrital de Ciencia, Biotecnología e Innovación en Salud (IDCBIS), integrando esfuerzos e infraestructura denominado Banco de Sangre, Tejidos y Células - Hemocentro Distrital, convirtiéndose en un referente técnico científico en los temas de ciencias biomédicas. Este instituto está conformado por nueve entidades fundadoras: Secretaría de Salud, las cuatro Subredes Integradas de Servicios de Salud del Distrito, las universidades Nacional de Colombia, Los Andes y Javeriana y el Instituto Nacional de Cancerología.
- El instituto realiza actividades investigación, desarrollo e innovación relacionadas con medicina transfusional y trasplante, terapia e ingeniería tisular y celular avanzada, medicina regenerativa, medicina de laboratorio y centro de formación de talento humano.
- En el 2014 se realizó un convenio entre los Gobiernos de la República de Corea y la República de Colombia con el objetivo de generar esquemas de cooperación que permitieran la transferencia de conocimiento y definir una hoja de ruta para los parques tecnológicos en Colombia. Esta iniciativa es liderada por Colciencias y se enmarca dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018 Artículo 12. Parques Científicos, Tecnológicos y de Innovación (PCTI). (Colciencias, Parques científicos y tecnológicos, 2016)





- Actualmente, existen tres proyectos de Parques Científicos, Tecnológicos y de Innovación con hoja de ruta en Colombia en diferentes estadios de desarrollo que pueden ser potenciados para la bioeconomía:
  - Parque Biopacífico: se enfoca en la agroindustria, pero sus acciones se proyectan en el mediano plazo hacia el sector pecuario y en el largo plazo hacia las ciencias de la vida. Se concentra en las frutas y hortalizas, para luego abordar el tema de los biocombustibles y luego pasar a la biodiversidad/biocomercio (servicios de I+D+i para agroindustria).
  - Parque Guatimar: busca apoyar el desarrollo competitivo regional a partir del fortalecimiento del capital humano, científico y tecnológico. Gestado desde la Universidad Industrial de Santander (UIS). En sus predios, funcionan cincuenta y seis (56) centros y laboratorios de investigación que trabajan con el sector productivo nacional, tres (3) de los principales Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) del país, el Edificio de investigaciones de la UIS y la Litoteca de la Agencia Nacional de Hidrocarburos-ANH, como primer empresa ancla.
  - Parque Tecnológico de Bogotá: es una iniciativa orientada a fomentar el desarrollo económico y social de Bogotá-Región, a través de la promoción de la innovación basada en conocimiento científico y tecnológico, para el mejoramiento de la competitividad de sus empresas de los sectores TICs, Biotecnología, Agroindustria, Energía y Salud.
- En Antioquia, existe la infraestructura del Parque tecnológico de Antioquia y la biofábrica de semilla, el cual fue liquidado en el 2014 y adquirido por la Universidad de Antioquia. A 2018, esta entidad está interesada en reactivar actividades de Ciencia, Tecnología e innovación como de bionegocios, teniendo en cuenta los bienes y activos del lugar, para lo cual está realizando gestión de aliados.
- Existe infraestructura industrial, en especial en biocombustibles, se puede destacar que en alcohol carburante a partir de caña existen 8 ingenios ubicados en Cauca, Valle del Cauca, Meta y Risaralda con una capacidad total de producción de 1.970.000 L/día, y en Biodisel a partir de palma existen 12 plantas productoras ubicados en Magdalena, Atlántico, Norte de Santander, Cundinamarca, Meta, entre otros, con una capacidad total de producción de 921.000 Tn/año. (Fedebiocombustibles, s.f.).

#### **Brechas dimensión de Infraestructura**

- Existe desarticulación y falta de una institucionalidad que asuma el liderazgo y desarrollo de la bioeconomía generando lineamientos nacionales y articulando con las regiones.
- No existen plataformas institucionales para realizar medición, seguimiento y control de la bioeconomía. Se requiere incorporar en las clasificaciones de los diferentes





organismos de medición del país la distinción entre los productos BIO y NO BIO, de modo que facilite su posterior valoración.

- Existe deficiencia en infraestructura de servicios de escalamiento de bioprocesos que permita realizar prueba de concepto y validaciones técnico-económicas a nivel piloto y semi-industrial de resultados de investigación biotecnológicos. Esta deficiencia ha llevado a generar dificultades de avanzar en negociaciones de desarrollos biotecnológicos, resultados de investigación por ser innovaciones desarrolladas y probadas a escalas pequeñas de laboratorio, sin contar con infraestructura de servicios a nivel nacional para validar y simular estas tecnologías en condiciones similares a las del mercado que permitan brindar información suficiente para la toma de decisiones del sector privado, fondos de inversión o el avance en la cadena de negociación de estas tecnologías
- La diversidad de grupos de investigación genera dispersión, debilidad de articulación y duplicidad de esfuerzos y competencia por los recursos. Se debe coordinar una estrategia de bioprospección articulando estas capacidades a retos concretos de país.
- Existe debilidad en la sostenibilidad de los parques tecnológicos, en el foco estratégico y en la vinculación empresarial.

#### 1.1.7. Dimensión de Ambiental

##### Principales hallazgos

- En el país se han identificado 62.829 especies a 2017 (SIB, 2017), esta riqueza en relación con el área del país lo hace considerar como un país megadiverso.
- Según el Censo Nacional 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).
- 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 (FAO, 2011a).
- Para Colombia, en este informe 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 plantas vasculares tales como sachá 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 m<sup>3</sup>/año en todo el país.
- Se determinó el impacto ambiental evitado según la emisión de gases de efecto invernadero, mitigado en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub>eq), con un total de 3.754.024.2 t de CO<sub>2</sub>.
- 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.

### **Brechas dimensión Ambiental**

- La disponibilidad de la biodiversidad y acceso a especies, se puede ver afectada por presiones extractivas y deterioro de las condiciones ambientales.
- En relación con cadenas de valor que quieren hacer trabajo con comunidades para valorizar biodiversidad se enfrentan a dificultades de permisos de acceso, dispersión del recurso biológico, dificultades logísticas y/o problemas de seguridad en los territorios.
- Existen pocos estudios científicos sobre ecología y manejo sostenible de las especies.
- Existen debilidades en el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos
- Existe debilidad de información y estudios sobre microbiodiversidad.





## 1.2. ANÁLISIS DE ACTORES

El Sistema Nacional de Innovación relacionado con en áreas de la bioeconomía y la biotecnología en Colombia está compuesto por diferentes actores que se pueden clasificar de acuerdo con la función que cumplen. Dentro de la tipología de actores se pueden destacar:

- **Entidades de gobierno y regulación**, son actores del gobierno nacional y local que promueven políticas y financian programas de apoyo a los sectores.
- **Generadores de Conocimiento**, son actores públicos y privados que generan investigación y desarrollo tecnológico en áreas relacionadas con la biodiversidad, la biotecnología y la bioeconomía. Dentro de esta categoría se encuentran las Universidades, los centros y grupos de investigación, los centros de desarrollo tecnológicos, los centros de excelencia, entre otros.
- **Empresas desarrolladoras BIO**. Son empresas de base biotecnológica que realizan actividades en I+D+i o inversiones productivas en Biotecnología y que dirigen a este ámbito tecnológico la mayor parte de su negocio. En este grupo de empresas se enmarcan principalmente las llamadas start up y las spin-off BIO.
- **Empresas usuarias BIO**. Son empresas con intereses en Biotecnología. Son aquellas para las que la biotecnología es una línea de negocio secundaria o aquellas que emplean la biotecnología en sus procesos y productos.
- **Entidades de intermediación de la innovación BIO**. Son entidades de interfaz que promueven la transferencia de tecnología y la innovación para llevar biosoluciones al mercado. Coordinan actividades de Universidad-Empresa-Estado en favor de la biotecnología y la bioeconomía. Existen algunas especializadas y otras multisector.
- **Fomento empresas, cadenas y cluster**. Son entidades que promueven la innovación, el desarrollo empresarial y apoyan la generación de cadenas y cluster. Dentro de esta categoría se encuentran las Cámaras de comercio, los gremios, las entidades de fomento empresarial, aceleradoras, entre otras
- **Inversionistas e instituciones de financiación**. Son entidades que promueven instrumentos financieros y de inversión.
- **Prestadores de servicios**. Son entidades que ofrecen servicios a la cadena de valor entre los que se destacan consultorías en desarrollo empresarial, innovación, financieras, regulatorias, de calidad, servicios de laboratorio, certificaciones, entre otros.

En la tabla siguiente, se encuentran algunos de los actores representativos del Sistema de CTel en biotecnología y Bioeconomía en Colombia a modo ilustrativo:





**Tabla 5.** Ejemplo ilustrativo de actores del sistema CTel en biotecnología y bioeconomía en Colombia

| Tipología | Gobierno y regulación   | Generadores de conocimiento  | Empresas desarrolladoras BIO   | Empresas usuarias BIO  | Desarrollo Empresarial empresas, cadenas y clúster   | Financiación e inversión y fomento  | Intermediación de la innovación   | Prestadores de servicio  |
|-----------|---|--|--|--|--|---|---|--|
| Actores   | Invima, ICA, Minagricultura, Mincomercio, Minambiente, Minsalud, Minminas, DNP, SIC | Humboldt, Biotec, Bios, Cenivam, Instituto Sinchi, Ibun, Corpogen, Ciat, Corpoica, CIB, Cenired<br><br>Universidades: Unal, UdeA, Univalle, Javeriana, Utadeo, Andes, U Atlántico, Umanizales, EAFIT, CES, etc | Agrícola y pecuario: Ecoflora agro, LST, Biotecnología Reproductiva. Alimentos: Progal, Alsec Químico: Colorganic Greenandina Farmacéutico: Funat, Labfarve Cosmética Inbiotech, Waliwa<br><br>Salud: Banco de tejidos humanos, Keraderm, ICMT | Agrícola y pecuario: Bayer, Vecol Alimentos Procesados: Nutresa, Team Food, Alpina Químico: Colorquímica, Andercol Farmacéutico: Naturmega Tecnoquímica, Procaps Cosmética: Natura, Recamier, Belcorp, Neroli Salud: Hemocentro, Fundación santa fe. | Agrícola y pecuario: Asobiocol, Agrobio<br><br>Cluster de Alimentos Cámara de Cali y Bogotá Cluster Farmacéutico: Cámara de Bogotá) Cluster Cosmético Cámara de Cali y Bogotá Cluster salud Cámara de Cali, Bogotá, Medellín, Bucaramanga Gremios: Andi, SAC, Asonatura, Agrobio, ACTA, Accytec. | Bancoldex Finagro, Innpulsa Fondo biocomercio, Red de capital inteligente, Promotora, Ruta N, Bancolombia Colciencias, Sena, Innpulsa Procolombia Internacionales: ONUDI, USAID, SIPPO, GEF, PNUD | BIOINTROPIC Connect Bogotá Teccnova Cientech del OTRI Atlántico OTRI Estratégica de Oriente Parque Biopacífico Parque Guatavara | Firmas de abogados; Clarke Modet, Pons, Cavalier, Olarte & Moure, etc<br><br>Certificadoras: SGS, Vureau velitas, Biotropico, etc Laboratorios: Delivery technology, Tecnicmicro, Asinal, etc Consultores desarrollo empresarial |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 6, se realiza un análisis de algunos de los actores claves del sistema CTel en biotecnología y bioeconomía en Colombia, teniendo en cuenta su tipología, aspectos institucionales, roles, competencias en torno a la bioeconomía, entre otros.



**Tabla 6.** Análisis de actores del sistema CTel en biotecnología y bioeconomía en Colombia

| ENTIDAD   |  | TIPOLOGÍA                    | ROL   | COMPETENCIAS FRENTE A BIOECONOMÍA  | REGIÓN           | SECTOR RELACIONADO   | WEB SITE  |
|---|--|------------------------------|---|--|------------------|--|---|
|   | INVIMA:<br>Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. | Gobierno nacional regulación | Funciones en materia de inspección, vigilancia sanitaria y control. | Ejercer el control de calidad y seguridad de los medicamentos, productos biológicos, alimentos, bebidas, cosméticos, dispositivos y elementos médico-quirúrgicos, odontológicos, productos naturales homeopáticos y los generados por biotecnología, reactivos de diagnóstico, y otros que puedan tener impacto en la salud individual y colectiva. Adicionalmente, realizar el control sanitario sobre la publicidad de los productos antes citados.<br>Actuar como laboratorio nacional de referencia en relación con los productos de su competencia.<br>Certificar buenas prácticas y condiciones sanitarias y expedir registros sanitarios. | Alcance Nacional | Alimentos<br>Cosmético<br>Farmacéutico<br>Dispositivos médicos | <a href="https://www.invima.gov.co/">https://www.invima.gov.co/</a>                 |
|   | ICA: Instituto Colombiano Agropecuario                                   | Gobierno nacional regulación | Funciones de inspección y control de calidad                        | Tiene la responsabilidad de garantizar la calidad de los insumos agrícolas y las semillas que se usan en Colombia, al tiempo que reglamenta y controla el uso de organismos vivos modificados por ingeniería genética para el sector agropecuario<br>Apoya la formulación de la política y los planes de desarrollo agropecuario, y en la prevención de riesgos sanitarios y fitosanitarios, biológicos y químicos para las especies animales y vegetales.   | Alcance Nacional | Agropecuario   | <a href="https://www.ica.gov.co/">https://www.ica.gov.co/</a>                       |
|  | Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural                             | Gobierno nacional regulación | Formulación, coordinación y adopción de políticas y programas.      | Ente del gobierno del sector encargado de la formulación, coordinación y adopción de las políticas, planes, programas y proyectos del Sector Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural. Desarrolla instrumentos de fomento para dinamizar el sector agropecuario.   | Alcance Nacional | Agropecuario y pesquero  | <a href="https://www.minagricultura.gov.co/">https://www.minagricultura.gov.co/</a> |

Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II

|  |  |                                |  |  |                  |   |   |
|--|--|--------------------------------|--|--|------------------|---|---|
|    | Ministerio de Comercio, Industria y turismo    | Gobierno nacional y fomento    | Formulación y adopción de políticas y programas. | Ente de gobierno encargado formular, adoptar, dirigir y coordinar las políticas generales en materia de desarrollo económico y social del país, relacionadas con la competitividad, integración y desarrollo de los sectores productivos de la industria, la microempresa, pequeña y mediana, el comercio exterior de bienes, servicios y tecnología, la promoción de la inversión extranjera, el comercio interno y el turismo; y ejecutar las políticas, planes generales, programas y proyectos de transformación Productiva. Se encuentra coordinando el Programa de transformación Productiva. El PTP viene apoyando 13 sectores relacionados con agro alimentos, químico, metalmecánico, industrias 4.0, sistemas de moda y turismo. | Alcance Nacional | Alimentos<br>Agro<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico                    | <a href="http://www.mincit.gov.co/">www.mincit.gov.co/</a>              |
|    | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible | Gobierno nacional y regulación | Formulación y adopción de políticas y programas. | Ente gobierno encargado de normas y directrices en materia de ambiente, biodiversidad, recursos marinos y recursos hídricos. Igualmente es el encargado de definir la política Nacional Ambiental y promover la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables. Se encuentra liderando la el programa nacional de negocios verdes con presencia en 7 regiones, gestiona los proyectos y fondos del sector ambiental, otorga los permisos de acceso a recurso genético, entre otros.  | Alcance Nacional | Alimentos<br>Agropecuaria<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico            | <a href="http://www.minambiente.gov.co/">www.minambiente.gov.co/</a>    |
|    | Ministerio de Salud                            | Gobierno nacional y regulación | Formulación y adopción de políticas y programas. | Ente gobierno encargado del sistema de salud y protección social en salud. Así mismo determina normas y directrices en materia de temas de salud pública, asistencia social, población en riesgo y pobreza.  | Alcance Nacional | Salud<br>Farmacéutico   | <a href="https://www.minsalud.gov.co/">https://www.minsalud.gov.co/</a> |
|   | Colciencias                                    | Gobierno nacional y fomento    | Funciones en materia de ejecución y fomento      | Ente encargado de promover las políticas públicas para fomentar la formación de capacidades humanas y de infraestructura, la inserción y cooperación internacional y la apropiación social de la CTel para consolidar una sociedad cuya competitividad esté basada en el conocimiento, el desarrollo tecnológico y la innovación. Se encuentra liderando el Programa nacional de Biotecnología, Proyectos estratégicos como Colombia Bio, coordina dinámicas como los de parques tecnológicos, Red de OTRIS, Brigadas de patentes, estancias posdoctorales, entre otras  | Alcance Nacional | Alimentos<br>Agropecuaria<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico<br>Energía | <a href="http://www.colciencias.gov.co">www.colciencias.gov.co</a>      |
|  | Sena   | Gobierno nacional y fomento    | Funciones en materia de ejecución y fomento      | Ente Adscrito al Ministerio del Trabajo y que ofrece formación gratuita a través de programas técnicos, tecnológicos y complementarios que enfocados en el desarrollo económico, tecnológico y social del país, entran a engrosar las actividades productivas de las empresas y de la industria, para obtener mejor competitividad y producción con los mercados globalizados. A través de las convocatorias anuales SENNOVA, promueven el fomento de la Innovación y el desarrollo Tecnológico en las Empresas, actúa a nivel nacional a través de 7 operadores regionales y el apoyo de la red de 15 Tecno parques.  | Alcance Nacional | Alimentos<br>Agropecuaria<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico<br>Energía | <a href="http://www.sena.edu.co">http://www.sena.edu.co</a>             |

Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II

|  |   |                           |   |   |                  |   |   |
|--|---|---------------------------|---|---|------------------|---|---|
|    | Procolombia                                   | Gobierno nacional fomento | Funciones en materia de ejecución y fomento                 | Entidad de gobierno que promueve las exportaciones colombianas, el turismo internacional y la inversión extranjera a Colombia para dotar a las empresas nacionales con apoyo y asesoramiento para sus actividades de comercio internacional. Las gerencias relacionadas son las de Químicos y ciencias de la vida y la de Agro alimentos. Vicepresidencias de exportaciones, inversión e inteligencia, así como Marca País.   | Alcance Nacional | Alimentos<br>Agropecuaria<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico<br>Energía | <a href="http://www.procolombia.co/">www.procolombia.co/</a>        |
|    | Instituto Alexander Von Humboldt              | Gobierno nacional fomento | Funciones en materia de vigilancia, investigación y fomento | El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt es una entidad vinculada al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). El Instituto fue creado en 1993 para ser el brazo investigativo en biodiversidad del Sistema Ambiental (Sina). Realiza investigación científica sobre biodiversidad, incluyendo los recursos hidrobiológicos y genéticos. Realiza investigación para el desarrollo y seguimiento a los instrumentos políticos y legislativos, relacionados con la Bio-diversidad. Así mismo, coordina el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SIB Colombia) y la conformación del inventario nacional de la biodiversidad. | Alcance Nacional | Agropecuaria<br>Químico   | <a href="http://www.humboldt.org.co">http://www.humboldt.org.co</a> |
|    | SIC: Superintendencia de industria y comercio | Gobierno nacional fomento | Funciones en materia de vigilancia y fomento                | Ente adscrito al Ministerio de Comercio Industria y Turismo, encargado de fortalecer los procesos de desarrollo empresarial y los niveles de satisfacción del consumo colombiano. Es el encargado de políticas relacionadas con propiedad industrial, protección del consumidor y promoción de la competencia. En Alianza con Colciencias e Innpulsa promueven las brigadas de patentes y la estrategia nacional de protección de invenciones. Actúa en las regiones a través de los CATI (Centros de Apoyo a la Tecnología y la Innovación).   | Alcance Nacional | Alimentos<br>Agropecuaria<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico<br>Energía | <a href="http://www.sic.gov.co/">www.sic.gov.co/</a>                |
|   | DNP: Departamento Nacional de Planeación      | Gobierno nacional fomento | Funciones en materia de vigilancia y fomento                | Ente encargado de impulsar la implantación de una visión estratégica del país a través del diseño, la orientación y evaluación de las políticas públicas colombianas, el manejo y asignación de la inversión pública, la definición de los marcos de actuación del sector privado, y la concreción de estas en planes, programas y proyectos. Ha liderado la gestión de CONPES relacionados con la bioeconomía como son el ODS (3918), política de bosques (2834), producción sostenible de biocombustibles (3510), desarrollo comercial de la biotecnología (3697), Cambio climático (3706), productividad y competitividad (3527), inversión en CTI (3841), entre otros.                | Alcance Nacional | Alimentos<br>Agropecuaria<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico<br>Energía | <a href="https://www.dnp.gov.co/">https://www.dnp.gov.co/</a>       |
|  | INNPULSA                                      | Gobierno nacional fomento | Funciones de fomento e innovación                           | Promueve la innovación, el emprendimiento y el desarrollo empresarial para el fortalecimiento de la productividad y la competitividad de Colombia en la región. Desarrollo de convocatorias de fomento. En el interés de INNPULSA de fomentar la innovación y el emprendimiento de alto impacto, ha venido apoyando desde su creación a más de 50 empresas e instituciones que generan una dinámica en el sector de Biotecnología   | Alcance Nacional | Alimentos<br>Agropecuaria<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico<br>Energía | <a href="https://www.innpulsa.com/">https://www.innpulsa.com/</a>   |

Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II

|  |   |                             |   |  |   |   |  |
|--|---|-----------------------------|---|--|---|---|--|
|    | BIOS: Centro De Bioinformática Y Biología Computacional | Generadores de conocimiento | Funciones de Centro de desarrollo tecnológico           | El Centro de Bioinformática y Biología Computacional de Colombia – BIOS en Manizales. Nace en el 2014 con el apoyo del gobierno nacional (MinTIC y Colciencias) y la empresa privada, representada por Microsoft, para la investigación de alto nivel en Colombia. Es una entidad líder para liderar proyectos de Big data bio y cuenta con una de las supercomputadoras más rápidas de Latinoamérica y desde el 2015 con el muro de visualización más avanzado para investigación científica en Suramérica.   | Alcance Nacional. Manizales-Caldas      | Alimentos Agropecuario Salud Farmacéutico Cosmético Químico | <a href="http://www.bios.co/">www.bios.co/</a>                             |
|    | CENIVAM - Centro de Investigación de Excelencia         | Generadores de conocimiento | Funciones de Centro de Excelencia                       | El Centro nacional de investigaciones para la agroindustrialización de especies vegetales aromáticas y medicinales tropicales – CENIVAM, nace en el 2004 en Bucaramanga y actualmente integra una red de más de 10 instituciones bajo una figura de Unión temporal. La trayectoria de esta red y en especial el liderazgo de CENIVAM desde la Universidad Industrial de Santander-UIS ha permitido desarrollar infraestructura analítica robusta de caracterización fitoquímica  | Alcance Nacional. Bucaramanga-Santander | Alimentos Agropecuario Salud Químico Farmacéutico           | <a href="http://www.cenivam.uis.edu.co/">www.cenivam.uis.edu.co/</a>       |
|    | CIAT- Centro Internacional de Agricultura Tropical      | Generadores de conocimiento | Funciones de Centro de investigación internacional.     | El CIAT es un centro de investigación que forma parte del Sistema CGIAR, ubicado en Palmira-Valle. Centro especializado en la investigación agronómica aplicada a las regiones cálidas. Su misión es contribuir al desarrollo rural de los países tropicales y subtropicales mediante investigación y acciones de formación (Francia y extranjero) o también con la difusión de información científica y técnica. El Programa de Recursos Genéticos del CIAT conserva las colecciones más grandes en el mundo para frijol, forrajes tropicales y yuca, con origen en más de 141 países. En el 2017, se plantea la construcción de un nuevo banco de germoplasma de última generación a través del proyecto Semillas del Futuro.        | Alcance Nacional. Palmira-Valle.        | Alimentos Agropecuario Químico                              | <a href="https://www.cirad.fr/">https://www.cirad.fr/</a>                  |
|    | CORPOGEN  | Generadores de conocimiento | Centro de investigación privado.                        | Centro de investigación generar nuevo conocimiento en microbiología básica y aplicada, diagnósticos moleculares y trabajo de investigación en biología molecular   | Alcance Nacional. Bogotá-Cundinamarca   | Agropecuario Salud Farmacéutico                             | <a href="https://www.corpogen.org/">https://www.corpogen.org/</a>          |
|  | AGROSAVIA (Antes CORPOICA)                              | Generadores de conocimiento | Funciones de Centro de investigación público y fomento. | La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, es una entidad pública descentralizada de carácter científico y técnico, cuyo objeto es desarrollar y ejecutar actividades de Investigación, Tecnología y transferir procesos de Innovación tecnológica al sector agropecuario. Cuenta con 13 centros a nivel nacional. Cuenta con investigación y desarrollo tecnológicos en Cacao, Frutales, ganadería, cultivos permanentes, transitorios, hortalizas, tubérculos, entre otros. En 1994, Agrosavia queda a cargo el Sistema de Bancos de Germoplasma del país, como repositorios destinados a la conservación de la diversidad genética de diferentes especies de interés agropecuario (Vegetal, Animal y Microorganismos) | Alcance Nacional                        | Agropecuario  | <a href="http://www.corpoica.org.co/">www.corpoica.org.co/</a>             |
|  | Corporación Biotec                                      | Generadores de conocimiento | Funciones de Centro de                                  | Centro de investigación enfocado en la cadena de valor de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, la cadena productiva como sectores beneficiarios y desarrollo de la   | Alcance Nacional                        | Alimentos Agropecuario Químico                              | <a href="http://www.corporacionbiotec.org/">www.corporacionbiotec.org/</a> |

Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II

|  |   |  |  |   |                                       |   |   |
|--|---|--|--|---|---------------------------------------|---|---|
|  |   |  | Desarrollo tecnológico   | investigación e innovación en sistemas de innovación. Es referente en la utilización de la biotecnología para la investigación tecnológica en la Región Pacífico Colombiano. Mayor experiencia en frutales tropicales.  | Palmira – Valle del Cauca             |   |   |
|    | Instituto Sinchi: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas    | Generadores de conocimiento            | Funciones de instituto de investigación y fomento                          | Instituto encargado de la realización, coordinación y divulgación de estudios e investigaciones científicas de alto nivel relacionados con la realidad biológica, social y ecológica de la región amazónica para el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la región   | Amazonas                              | Alimentos Agropecuario Químico                                      | <a href="https://www.sinchi.org.co/">https://www.sinchi.org.co/</a>     |
|    | CENIREC   | Generadores de conocimiento            | Funciones de coordinación de red de centros de investigación agropecuarios | Corporación Red Especializada de Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Agropecuario en Colombia. Centro encargado de promover el desarrollo científico y tecnológico del sector agropecuario, la utilización de tecnologías sostenibles a través de la investigación participativa y gestionar, financiar hacer seguimiento a planes, programas y proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. CENIREC está conformada por los centros de investigación y desarrollo de los sectores de agroforestales, banano, café, camarón de cultivo, caña de azúcar, flores, cereales y leguminosas, y palma. | Alcance Nacional                      | Alimentos Agropecuario Químico                                      | <a href="http://www.cenired.org.co/">http://www.cenired.org.co/</a>     |
|    | IBUN: Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia | Generadores de conocimiento            | Funciones de Centro de investigación público                               | Investigar, difundir, transformar, interpretar y crear conocimiento biotecnológico para formación de recursos humanos, beneficio social y aplicación productiva. Dentro de sus líneas de investigación se encuentra la biotecnología agrícola, biotecnología en salud, bioinformática, bioprocesos y bioprospección   | Alcance Nacional. Bogotá-Cundinamarca | Agropecuario Salud  | <a href="http://www.ibun.unal.edu.co/">http://www.ibun.unal.edu.co/</a> |
|   | Universidad Nacional de Colombia  | Generador de conocimiento: Universidad | Funciones Académicas, investigación y extensión                            | Generar investigación y desarrollo tecnológico en áreas relacionadas con la biodiversidad, la biotecnología y la Bioeconomía. Universidad con relevantes grupos de investigación en: Bioprocesos y Bioprospección, Metrología Química y Bioanálisis GIMQB, Biotecnología, Sistemática Biológica, Biología de Células Madre, Biomoléculas Alimentarias, entre otros  | Alcance Nacional                      | Alimentos Agropecuario Salud Farmacéutico Cosmético Químico Energía | <a href="http://unal.edu.co/">http://unal.edu.co/</a>                   |
|  | Universidad de Antioquia  | Generador de conocimiento: Universidad | Funciones Académicas, investigación y extensión                            | Generar investigación y desarrollo tecnológico en áreas relacionadas con la biodiversidad, la biotecnología y la Bioeconomía. Universidad con relevantes grupos de investigación en: Biotecnología y bioprocesos, Sustancias bioactivas (GIBS), Estudios Moleculares (GIEM), Productos naturales, Estudio y control de enfermedades tropicales (Pecet), bioquímica estructural de macromoléculas Gebiomic (genética y bioquímica de microorganismos), Grupo cereales agroindustria & ingeniería, Catálisis ambiental, Química de recursos energéticos y medio ambiente, Biocontrol y microbiología ambiental bioma, entre otros   | Alcance Nacional Medellín-Antioquia   | Alimentos Agropecuario Salud Farmacéutico Cosmético Químico Energía | <a href="http://www.udea.edu.co/">www.udea.edu.co/</a>                  |

Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II

|  |                                     |   |   |   |   |   |   |
|--|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
|    | Universidad del Valle               | Generador de conocimiento: Universidad    | Funciones Académicas, investigación y extensión | Generar investigación y desarrollo tecnológico en áreas relacionadas con la biodiversidad, la biotecnología y la Bioeconomía<br>Universidad con relevantes grupos de investigación en: procesos avanzados para tratamientos biológicos y químicos, biocombustibles y biorefinerías Grubioc, Microbiología y biotecnología aplicada (mibia), fisicoquímica de bio y nanomateriales, grupo de saneamiento ambiental, entre otros  | Alcance Nacional<br>Cali – Valle del Cauca  | Alimentos<br>Agropecuaria<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico<br>Energía | <a href="http://www.univalle.edu.co/">www.univalle.edu.co/</a>                            |
|    | Pontificia Universidad Javeriana    | Generador de conocimiento: Universidad    | Funciones Académicas, investigación y extensión | Generar investigación y desarrollo tecnológico en áreas relacionadas con la biodiversidad, la biotecnología y la Bioeconomía<br>Universidad con relevantes grupos de investigación en: conservación y biotecnología, biofísica y bioquímica estructural, grupo de biotecnología ambiental e industrial, unidad de saneamiento y biotecnología ambiental, enfermedades infecciosas, Fito medicamentos, entre otros   | Alcance Nacional<br>Bogotá - Cundinamarca   | Alimentos<br>Agropecuaria<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico            | <a href="http://www.javeriana.edu.co/">www.javeriana.edu.co/</a>                          |
|    | Universidad de los Andes            | Generador de conocimiento: Universidad    | Funciones Académicas, investigación y extensión | Generar investigación y desarrollo tecnológico en áreas relacionadas con la biodiversidad, la biotecnología y la Bioeconomía<br>Universidad con relevantes grupos de investigación en: biofísica, grupo de investigación en química inorgánica catálisis y bioinorgánica, grupo de eco fisiología del comportamiento y herpetología, microbiología ambiental y bioprospección, centro de investigaciones en ingeniería ambiental, laboratorio de botánica y sistemática, centro de investigaciones ecológicas, entre otros. | Alcance Nacional<br>Bogotá - Cundinamarca   | Alimentos<br>Agropecuaria<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico            | <a href="https://uniandes.edu.co/es">https://uniandes.edu.co/es</a>                       |
|    | Universidad de La Sabana            | Generador de conocimiento: Universidad    | Funciones Académicas, investigación y extensión | Generar investigación y desarrollo tecnológico en áreas relacionadas con la biodiversidad, la biotecnología y la Bioeconomía<br>Universidad con relevantes grupos de investigación en: energías, materiales y ambiente, procesos agroindustriales, entre otros.   | Alcance Nacional<br>Bogotá - Cundinamarca   | Alimentos<br>Agropecuaria<br>Salud<br>Químico<br>Energía                              | <a href="https://www.unisabana.edu.co/">https://www.unisabana.edu.co/</a>                 |
|   | Universidad Industrial de Santander | Generador de conocimiento: Universidad    | Funciones Académicas, investigación y extensión | Generar investigación y desarrollo tecnológico en áreas relacionadas con la biodiversidad, la biotecnología y la Bioeconomía<br>Universidad con relevantes grupos de investigación en: bioquímica y microbiología, biotecnología industrial y biología molecular, química estructural, centro de investigación para el desarrollo sostenible en industria y energía, centro de estudios e investigaciones ambientales, inmunología y epidemiología molecular, entre otros.  | Alcance Nacional<br>Bucaramanga - Santander | Alimentos<br>Agropecuaria<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico            | <a href="https://www.uis.edu.co/">https://www.uis.edu.co/</a>                             |
|  | Universidad EAFIT                   | Generador de conocimiento: Universidad    | Funciones Académicas, investigación y extensión | Generar investigación y desarrollo tecnológico en áreas relacionadas con la biodiversidad, la biotecnología y la Bioeconomía<br>Universidad con relevantes grupos de investigación en: ciencias del mar, ciencias biológicas y bioprocesos (CIBIOP), GIPAB grupo de investigación en procesos ambientales, grupo de investigación en bioingeniería (GIB) CES EAFIT, entre otros.  | Alcance Nacional.<br>Medellín Antioquia     | Alimentos<br>Agropecuaria<br>Químico  | <a href="http://www.eafit.edu.co/">www.eafit.edu.co/</a>                                  |
|  | Corporación Biocomercio Sostenible  | Desarrollo empresarial, cadenas y clúster | Funciones de fomento                            | Fomentar el uso y la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, como una alternativa de desarrollo sostenible, mediante la implementación de herramientas y generación de conocimiento con comunidades locales, empresarios y academia.<br><br>La corporación integra profesionales multidisciplinarios con experiencia de más de 15 años en coordinación de programas y   | Alcance Nacional                            | Alimentos<br>Agropecuaria   | <a href="http://www.biocomerciosostenible.org/">http://www.biocomerciosostenible.org/</a> |

Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II

|  |                                   |  |   |  |  |   |   |
|--|-----------------------------------|--|---|--|--|---|---|
|  |                                   |  |   | proyectos de orden local, regional y nacional; relacionados principalmente con el uso y aprovechamiento sostenible de recursos naturales, cadenas de valor, servicios ecosistémicos, restauración ecológica con sectores de alto impacto, biocomercio, turismo sostenible y fortalecimiento organizacional.  |  |   |   |
|    | Corporación Biointropic           | Entidades de intermediación de la innovación | Funciones de intermediación, fomento e innovación | Promover innovación y negocios a partir de la biodiversidad y biotecnología en Colombia.<br>BIOINTROPIC se fortalece en el 2015 como primera Aceleradora y centro de negocios de Biotecnología en el país, donde ha logrado realizar 40 estudios de inteligencia competitiva bio, evaluar más de 80 biotecnologías, acompañar 45 bioempresas y gestionar la primera feria de biotecnología en asocio con Corferias llamada BIONOVO donde es su primera edición en el 2016 convoco a más de 2500 asistentes especializados interesados en este sector. Ha contado con el respaldo de 8 socios entre universidades y empresa y entidades como Ruta N e INNPULSA. | Alcance Nacional-Medellín Antioquia      | Alimentos Agropecuario Salud Farmacéutico Cosmético Químico | <a href="http://www.biointropic.com/">http://www.biointropic.com/</a>   |
|    | Corporación Connect Bogotá Región | Entidades de intermediación de la innovación | Funciones de intermediación, fomento e innovación | Entidad que tiene como función acelerarla innovación y el emprendimiento y trabaja por transformarnos en una 'Ciudad del conocimiento, una región en donde el desarrollo económico se basa en la creatividad, la innovación, la ciencia, la tecnología, entre muchos otros, como generadores de valor agregado.<br>Es una iniciativa que surge de la Alianza Universidad, Empresa Estado, integra 54 socios: 30 empresas y organizaciones y 24 universidades.<br>Es uno de los integrantes de la Red De OTRIS a nivel nacional. Es una de las entidades líderes de la estrategia de Especialización inteligente Bogotá Región                                  | Alcance Regional-Bogotá-Cundinamarca     | Multisectorial  | <a href="http://www.connectbogota.org/">www.connectbogota.org/</a>  |
|   | Corporación Tecnova UEE           | Entidades de intermediación de la innovación | Funciones de intermediación, fomento e innovación | Articular oportunidades, necesidades y soluciones de manera integral en Ciencia, Tecnología e Innovación<br><br>Es uno de los integrantes de la Red De OTRIS a nivel nacional. Ha liderado proyectos como el de Ruta spin off y es el Nodo regional de las convocatorias del SENA (2015-2017).<br>Tecnova ha realizado 11 versiones de rueda de innovación para conectar grupos de investigación con el sector productivo.   | Alcance Regional. Medellín-Antioquia     | Multisectorial  | <a href="http://www.tecnova.org/">www.tecnova.org/</a>  |
|  | CienTech en Barranquilla          | Entidades de intermediación de la innovación | Funciones de intermediación, fomento e innovación | Construir y fomentar conexiones de valor entre las universidades, empresas, sociedad y gobierno, a través de la identificación y potencialización de la I+D, para su comercialización en mercados nacionales e internacionales.  | Alcance Regional. Barranquilla-Atlántico | Multisectorial  | <a href="http://www.cientech.org/">www.cientech.org/</a>  |
|  | Parque Biopacífico                | Entidades de intermediación de la innovación | Funciones de intermediación, fomento e innovación | Promover conocimientos científicos dedicados al desarrollo del sector agroindustrial, este parque se consolida como la más importante iniciativa institucional en beneficio del agro.<br>Se enfoca en la agroindustria, pero sus acciones se proyectan en el mediano plazo hacia el sector pecuario y en el largo plazo hacia las ciencias de la vida. Se concentra en las frutas y hortalizas, para luego abordar el tema de los biocombustibles y luego pasar a la biodiversidad/biocomercio   | Alcance Regional. Palmira-Valle          | Agropecuario  | <a href="http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/presentacion-parque-biopacifico_0.pdf">http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/presentacion-parque-biopacifico_0.pdf</a> |

Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II

|  |  |  |   |  |  |   |   |
|--|--|--|---|--|--|---|---|
|    | Parque Guatiquará                                      | Entidades de intermediación de la innovación | Funciones de intermediación, fomento e innovación | Apoyar el desarrollo competitivo regional a partir del fortalecimiento del capital humano, científico y tecnológico. Gestado desde la Universidad Industrial de Santander (UIS).<br>El Parque Tecnológico de Guatiquará es hoy el proyecto urbanístico, tecnológico y empresarial más avanzado dentro de la política de parques tecnológicos establecida por el gobierno nacional.<br>Áreas de interés: áreas de energía, salud, software, agroindustria y biotecnología.<br>En sus predios, funcionan cincuenta y seis (56) centros y laboratorios de investigación que trabajan con el sector productivo nacional, tres (3) de los principales Centros de Desarrollo Tecnológico - CDTs del país, el Edificio de investigaciones de la UIS y la Litoteca de la Agencia Nacional de Hidrocarburos-ANH, como primer empresa ancla. | Alcance Regional.<br>Bucaramanga-Santander | Agropecuario<br>Salud   | <a href="https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/guatiguara/index.html">https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/guatiguara/index.html</a> |
|    | Agro-Bio: Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola | Desarrollo empresarial, cadenas y clúster    | Funciones de fomento                              | Informar, educar, divulgar y respaldar científicamente la biotecnología agrícola moderna en los países de la Región Andina. Así mismo es su función participar de manera activa en la construcción del diálogo referente a la regulación, aprobación, investigación, adopción y usos de la biotecnología agrícola moderna  | Alcance Nacional<br>Región Andina          | Agropecuario  | <a href="http://www.agrobio.org/">www.agrobio.org/</a>  |
|    | ANDI Asociación Nacional de Empresarios de Colombia    | Desarrollo empresarial, cadenas y clúster    | Funciones de fomento                              | A través de sus diferentes gremios, tiene la responsabilidad de difundir y propiciar los principios políticos, económicos y sociales de un sano sistema de libre empresa en lo relacionado a sectores de interés para la Bioeconomía: Cámara de alimentos, de protección de cultivo, farmacéutica, dispositivos médicos, entre otros.  | Alcance Nacional                           | Alimentos<br>Agropecuario<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico<br>Energía | <a href="http://www.andi.com.co/">http://www.andi.com.co/</a>   |
|   | Cámara de Comercio de Bogotá                           | Desarrollo empresarial, cadenas y clúster    | Funciones de fomento e inversión                  | Promueve el crecimiento económico, el desarrollo de la competitividad y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y empresarios de Bogotá. Otorga formalidad a la actividad económica y crea alianzas para la formación de empresas.<br>Es una institución de servicios que representa al sector empresarial. Dentro de sus funciones se encuentra el desarrollo regional y empresarial, mediante el apoyo a programas y proyectos económicos, sociales y culturales. Se encuentra dinamizando 16 clúster y liderando la estrategia de especialización inteligente, donde una de sus áreas estratégicas es Biopolo focalizado en alimentos funcionales, biocosmética, farmacogenética y salud avanzada.  | Región Bogotá - Cundinamarca               | Alimentos<br>Agropecuario<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico            | <a href="http://www.ccb.org.co/">www.ccb.org.co/</a>  |
|  | Cámara de Comercio de Medellín                         | Desarrollo empresarial, cadenas y clúster    | Funciones de fomento e inversión                  | Promover la prestación de los servicios que requieren los empresarios y con unos objetivos claros en tres frentes fundamentales: Formalización, Modernización y Competitividad. Así mismo realiza investigaciones económicas sobre aspectos o ramos específicos del comercio interior y exterior y formular recomendaciones a los organismos estatales y semificiales encargados de la ejecución de los planes respectivos.<br>Se encuentra dinamizando 7 clúster alrededor de energías sostenibles, Moda y fabricación avanzada, hábitat sostenible,  | Alcance Regional<br>Medellín - Antioquia   | Alimentos<br>Agropecuario<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico<br>Energía | <a href="https://www.camaramedellin.com.co/site/">https://www.camaramedellin.com.co/site/</a>   |

Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II

|  |   |   |                                       |   |                                  |   |  |
|--|---|---|---------------------------------------|---|----------------------------------|---|--|
|  |   |   |                                       | Medellin health city, turismo de negocios y negocios digitales los cuales se fortalecen bajo la estrategia de especialización inteligente.  |                                  |   |  |
|    | Cámara de Comercio de Cali                                    | Desarrollo empresarial, cadenas y clúster | Funciones de fomento e inversión      | Promover y acompañamos a los empresarios a crecer rentable y sosteniblemente y a competir con éxito en una economía global para construir una región más próspera. Es su función la consolidación del ecosistema para microempresas a través de alianzas estratégicas y proyectos de impacto. Se encuentra liderando iniciativas cluster alrededor de Bioenergía, Proteína Blanca, Salud, Macrosnacks y Belleza & Bienestar.  | Región Cali – Valle del Cauca    | Alimentos<br>Agropecuario<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico<br>Energía | <a href="http://www.ccc.org.co/">http://www.ccc.org.co/</a>                |
|    | Promotora   | Financiación e inversión                  | Funciones de promoción y financiación | Inversión a empresas que han probado su modelo de negocios y requieren capital y acompañamiento estratégico para desarrollar y expandir mercados e introducir nuevos productos de manera acelerada.   | Alcance Nacional                 | Alimentos<br>Agropecuario<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico            | <a href="http://www.promotora.com.co/">http://www.promotora.com.co/</a>    |
|    | Capitalia   | Financiación e inversión                  | Funciones de promoción y financiación | Financiación a empresas nacientes para su crecimiento y apoyo a través de recursos de inversionistas públicos y privados interesados en capitalizar emprendimientos de alto impacto, innovación y potencial de expansión.   | Alcance Nacional                 | Alimentos<br>Agropecuario<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico            | <a href="http://www.capitaliacolombia.com/">www.capitaliacolombia.com/</a> |
|    | Bancóldex: Banco de Comercio Exterior de Colombia             | Financiación e inversión                  | Funciones de promoción y financiación | Promover la productividad y competitividad del sector empresarial en Colombia a través de la innovación, modernización e internacionalización de las empresas de todos los tamaños, en un marco de sostenibilidad financiera y responsabilidad social.  | Alcance Nacional                 | Alimentos<br>Agropecuario<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico            | <a href="https://www.bancoldex.com/">https://www.bancoldex.com/</a>        |
|   | Finagro: Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario | Financiación e inversión                  | Funciones de promoción y financiación | Promover el desarrollo del sector rural colombiano, con instrumentos de financiamiento y desarrollo rural, que estimulen la inversión. Actúa como entidad de segundo piso, es decir, otorga recursos en condiciones de fomento a las entidades financieras, para que éstas a su vez otorguen créditos a proyectos productivos   | Alcance Nacional                 | Agropecuario  | <a href="https://www.finagro.com.co/">https://www.finagro.com.co/</a>      |
|  | PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo      | Cooperación internacional, Fomento        | Funciones de cooperación y fomento    | Enfocado en el desarrollo humano o Índice de desarrollo humano, promueve el cambio y conecta a los conocimientos, la experiencia y los recursos necesarios para ayudar a los pueblos a forjar una vida mejor. Se enfoca en apoyar soluciones que permitan responder a los retos que plantean: gobernabilidad democrática, reducción de la pobreza, prevención y recuperación de las crisis, energía y medio ambiente, tecnología de la información y las comunicaciones y el VIH-SIDA | Alcance Nacional e internacional | Alimentos<br>Agropecuario<br>Salud<br>Químico   | <a href="http://www.co.undp.org/">www.co.undp.org/</a>                     |

Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II

|  |  |                                      |   |  |  |  |   |
|--|--|--------------------------------------|---|--|--|--|---|
|    | ONUDI:<br>Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial  | Cooperación internacional, Fomento   | Funciones de cooperación y fomento            | Promover y acelerar el desarrollo industrial sostenible e inclusivo. Así mismo es su función promover y acelerar la industrialización en los países en desarrollo  | Alcance Nacional e internacional                         | Alimentos<br>Agropecuario<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico | <a href="https://nacionesunidas.org.co/biblioteca/tag/onudi/">https://nacionesunidas.org.co/biblioteca/tag/onudi/</a>   |
|    | USAID:<br>Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional     | Cooperación internacional, Fomento   | Funciones de cooperación y fomento            | Promover el desarrollo internacional y los esfuerzos humanitarios para salvar vidas, reducir la pobreza, fortalecer la gobernabilidad democrática. Es su función la asistencia exterior de los EE. UU con el objetivo de la mejora de la calidad de vida en países en desarrollo.  | Alcance Nacional e internacional                         | Alimentos<br>Agropecuario<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico | <a href="https://www.usaid.gov/es/colombia">https://www.usaid.gov/es/colombia</a>   |
|    | GEF- Fondo mundial ambiental   | Cooperación internacional, Fomento   | Funciones de cooperación, fomento e inversión | Promover iniciativas y aportar donaciones a países en desarrollo y países con economías en transición para proyectos en las esferas de la diversidad biológica, el cambio climático, las aguas internacionales, la degradación de la tierra, el agotamiento de la capa de ozono y los contaminantes orgánicos persistentes | Alcance Nacional e internacional                         | Alimentos<br>Agropecuario<br>Salud<br>Farmacéutico<br>Cosmético<br>Químico | <a href="http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/280-plantilla-areas-asuntos-internacionales-13">http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/280-plantilla-areas-asuntos-internacionales-13</a> |
|    | Vidarium-Nutresa:<br>Centro de investigación en nutrición, salud y bienestar | Empresa Usuaría: Alimentos           | Empresa usuaria sector alimentos              | Generar conocimiento científico en alimentación, salud y nutrición y gestionar transferencia de conocimiento, para apoyar el desarrollo de los negocios del Grupo Empresarial Nutresa y aportar al mejoramiento de la calidad de vida en nuestra región estratégica  | Alcance Nacional e internacional<br>Medellín - Antioquia | Alimentos  | <a href="http://www.vidarium.org/">www.vidarium.org/</a>  |
|   | Team Food  | Empresa Usuaría: Alimentos           | Empresa usuaria sector alimentos              | Crear soluciones de innovación y calidad para la industria de alimentos, grasas y aceites  | Alcance Nacional – Bogotá - Cundinamarca                 | Alimentos  | <a href="https://team.co/">https://team.co/</a>   |
|  | PROGAL   | Empresa Desarrolladora BIO-Alimentos | Empresa Desarrolladora BIO-Alimentos          | Empresa especializada en investigación y desarrollo para producción de productos de alto valor agregado a partir de la biodiversidad. Especialista en producción de metabolitos de interés para la industria alimentaria, farmacéutica, nutraceutica y cosmética con variedad de plantas nativas y setas medicinales       | Alcance Nacional – Medellín Antioquia                    | Alimentos<br>Químico   | <a href="http://progal.co/">http://progal.co/</a>   |
|  | Tecnoquímica   | Empresa Usuaría: Farmacéutico        | Empresa usuaria sector Farmacéutico           | Empresa especializada en desarrollo de soluciones y productos para el sector farmacéutico  | Alcance Nacional – Cali-valle                            | Farmacéutico   | <a href="https://www.tqfarma.com/">https://www.tqfarma.com/</a>   |

Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II

|  |                      |   |   |  |   |                        |  |
|--|----------------------|---|---|--|---|------------------------|--|
|    | FUNAT                | Empresa desarrolladora Bio-Farmacéutico | Empresa desarrolladora Bio-Farmacéutico | Empresa desarrolladora enfocada en desarrollo de alimentos, belleza saludable, nutrición deportiva, suplementos dietarios, medicina fitoterapéutica  | Alcance Nacional – Medellín Antioquia     | Farmacéutico           | <a href="https://funat.co/">https://funat.co/</a>                              |
|    | PROCAPS              | Empresa desarrolladora Bio-farmacéutico | Empresa desarrolladora Bio-farmacéutico | Diseño y desarrollo de productos farmacéuticos para Colombia y el mundo. Especialista en el desarrollo de cápsulas blandas de gelatina y otras tecnologías farmacéuticas. Productos de prescripción médica, hospitalarios, genéricos, de consumo y para la diabetes.                                 | Alcance Nacional – Barranquilla Atlántico | Alimentos Farmacéutico | <a href="http://www.procapslaboratorios.com/">www.procapslaboratorios.com/</a> |
|    | PREBEL               | Empresa Usuaría Cosmética               | Empresa Usuaría Cosmética               | Empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos de belleza (cosméticos, cremas, tratamientos, solares), joyería, cuidado personal y cuidado del hogar.   | Alcance Nacional – Medellín Antioquia     | Cosmética              | <a href="http://www.prebel.com/">www.prebel.com/</a>                           |
|    | BELCORP              | Empresa Usuaría Cosmética               | Empresa Usuaría Cosmética               | Empresa de la industria de la belleza, operando bajo el modelo de venta directa de productos de belleza, para el cuidado de la piel, cuerpo y cosméticos con base en Lima, Perú. Las principales marcas de la compañía son L'bel, Ésika y Cy°zone  | Alcance Nacional Bogotá - Cundinamarca    | Cosmética              | <a href="https://www.somosbelcorp.com/">https://www.somosbelcorp.com/</a>      |
|    | Neroli               | Empresa Desarrolladora BIO-Cosméticos   | Empresa Desarrolladora BIO-Cosméticos   | Investigación + Desarrollo en el proceso de desarrollo de productos, desde lo técnico, legal, conceptual y estético. Enfocada al tema de identidad olfativa  | Alcance Nacional – Medellín, Antioquia    | Cosmética              | <a href="http://www.neroli.com.co/">www.neroli.com.co/</a>                     |
|   | Inbiotech            | Empresa Desarrolladora BIO-Cosméticos   | Empresa Desarrolladora BIO-Cosméticos   | Empresa experta en antioxidantes, que encuentra en la biodiversidad, soluciones efectivas y seguras a problemáticas dermatológicas, a través de procesos de alta tecnología, con un equipo interdisciplinario de talla internacional, en estado permanente de investigación, desarrollo e innovación | Alcance Nacional – Manizales, Caldas      | Cosmética              | <a href="http://www.inbiotech.co/">www.inbiotech.co/</a>                       |
|  | Laboratorio Dinámica | Empresa Usuaría Salud                   | Empresa Usuaría Salud                   | Pruebas diagnósticas, pruebas de laboratorio clínico, laboratorio, exámenes médicos  | Alcance Nacional Medellín, Antioquia      | Salud                  | <a href="https://www.dinamicaips.com.co/">https://www.dinamicaips.com.co/</a>  |
|  | Inkemia              | Empresa desarrolladora Bio Salud        | Empresa desarrolladora Bio Salud        | Servicios tecnológicos e I+D+i del grupo Inkemia IUCT: estudios de eficacia, ensayos clínicos, productos para licenciar, ingredientes activos, entre otros.  | Alcance Nacional Bogotá - Cundinamarca    | Salud                  | <a href="https://www.inkemia.com/">https://www.inkemia.com/</a>                |

Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II

|   |                              |                                       |   |  |   |   |   |
|---|------------------------------|---------------------------------------|---|--|---|---|---|
|   | Colorquímica                 | Empresa Usuaría sector químico        | Empresa Usuaría sector químico                      | Brindar soluciones y desarrollos que permitan crear valor en sus procesos y productos a través de la química y el color  | Alcance Nacional Medellín, Antioquia      | Alimentos Farmacéutico Cosmético Químico    | <a href="http://www.colorquimica.com.co/">http://www.colorquimica.com.co/</a> |
|   | Andercol                     | Empresa Usuaría sector químico        | Empresa Usuaría sector químico (química intermedia) | Desarrollo de productos innovadores basados en química renovable y en los materiales reciclados, generando alternativas amigables con el medio ambiente y la producción eficiente. Se centran en el desarrollo de materiales compuestos para la industria  | Alcance Nacional Medellín Antioquia       | Químico                                     | <a href="http://www.andercol.com.co/">http://www.andercol.com.co/</a>         |
|   | Sucroal                      | Empresa desarrolladora sector químico | Empresa desarrolladora sector químico               | Producción de ingredientes alimenticios, cuyos productos principales son el ácido cítrico con sus sales y otra para la producción de alcoholes etílicos, solventes flexográficos, ésteres de ácido acético, solventes naturales, sulfato de calcio, micelio seco, quelatos de zinc, complejo de boro, vinaza 60 y plastificantes. En Colombia, Sucroal es líder en la producción de plastificantes libres de ftalatos.           | Alcance Nacional Palmira, Valle del Cauca | Alimentos Químico                           | <a href="https://sucroal.com.co/">https://sucroal.com.co/</a>                 |
|   | Bayer                        | Empresa Usuaría Agro                  | Empresa Usuaría Agro                                | Empresa multinacional comprometida con la innovación y sostenibilidad, y así contribuir a modelar el futuro de la agricultura. Cuenta con un centro de investigación agrícola con infraestructura de campo, casa de mallas y laboratorios, metodologías, técnicas de aplicación y programas de manejo medioambiental.  | Alcance Nacional Bogotá - Cundinamarca    | Agropecuario Alimentos Farmacéutico Químico | <a href="https://andina.bayer.com/">https://andina.bayer.com/</a>             |
|   | Ecoflora Agro                | Empresa desarrolladora Bio Agro       | Empresa desarrolladora Bio Agro                     | Empresa que aporta productos de valor para la agricultura a través de la ciencia, la tecnología y la bioinnovación. Oferta de extractos de plantas para el manejo de plagas y enfermedades y con sustancias naturales con propiedades nutritivas bioactivas y bioestimulantes. Lidera la industria de protección de cultivos en la búsqueda del aumento de la sostenibilidad a través de extractos de plantas inocuos y seguros. | Alcance Nacional Medellín, Antioquia      | Agropecuario Químico                        | <a href="http://www.ecofloragro.com/es/">http://www.ecofloragro.com/es/</a>   |
|  | LST: Live Systems Technology | Empresa desarrolladora Bio Agro       | Empresa desarrolladora Bio Agro                     | Empresa colombiana enfocada a negocios biotecnológicos, dedicada al control biológico de plagas mediante cinco productos orientados a combatir organismos como la mosca blanca, la broca, los ácaros, los chinches y los hongos fitopatógenos, todos presentes en el país  | Alcance Nacional Bogotá - Cundinamarca    | Agropecuario Químico                        | <a href="http://www.lstsa.com/">www.lstsa.com/</a>                            |

Fuente: Elaboración propia. Equipo Consultor



### 1.3. ANÁLISIS POR SECTORES

En esta sección se hará una descripción/resumen, para los sectores priorizados para la primera fase de bioeconomía, destacando algunas cifras clave, oportunidades de innovación para la bioeconomía, y barreras; el detalle de cada uno de estos análisis se encuentra relacionado como anexos.

#### 1.3.1. SECTOR AGRÍCOLA Y PECUARIO<sup>1</sup>

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.

Se ha considerado que la biotecnología posibilitará mejorar la productividad agrícola y pecuaria de una manera más sostenible, y cumplir así con la demanda de alimentos que requiere la población; por otra parte, abre escenarios propicios para la generación de nuevos negocios, y esta vez de alto valor agregado, basados en conocimiento e inclusión tecnológica que involucren los recursos biológicos y la biomasa residual generada por este sector. Un informe publicado por PG Economics, reporta que en los últimos 20 años la biotecnología agrícola ha reducido significativamente el impacto ambiental de la agricultura y ha estimulado el crecimiento económico en los 26 países donde se utiliza esta tecnología.

A partir de esos datos y enfocando en el modelo del país, en el *anexo No1. Análisis del sector agrícola y agropecuario frente a la bioeconomía*, se presentan los impactos sociales, económicos, ambientales, agronómicos y de contribución a la seguridad alimentaria que ha causado el uso de una bioeconomía basada en tecnología por países del primer mundo, así como por países en desarrollo. De igual forma, propone y detalla oportunidades de desarrollo para el sector, que permitirán hacia el 2030, potencializar a gran escala, el crecimiento y aporte en el PIB de Colombia. El análisis culmina con la presentación de algunas barreras limitantes, las cuales deberán ser enfrentadas buscando eliminar los obstáculos que inhiben las matas propuestas.

---

<sup>1</sup> Para mayor profundidad ver Anexo: No 1. Documento: Análisis del Sector Agrícola y Pecuario





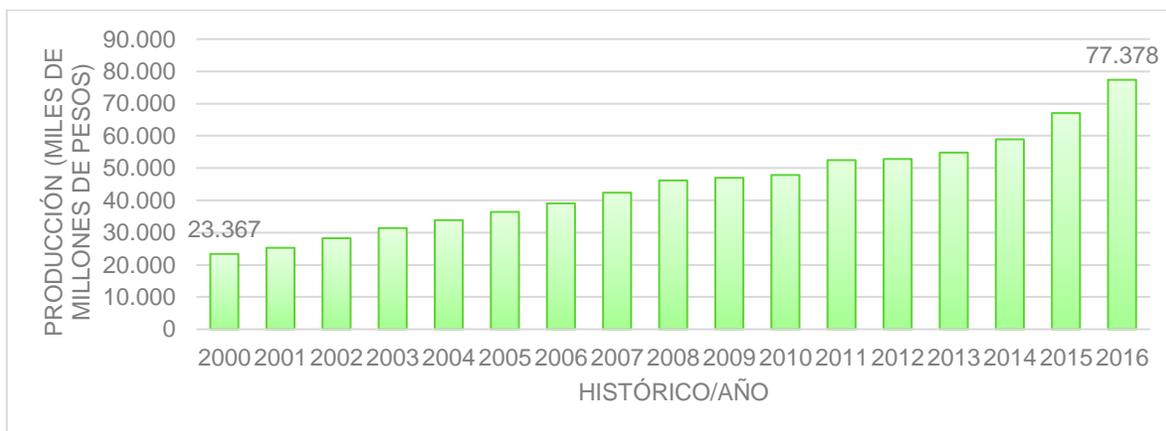
### 1.3.1.1. Cifras clave del sector

- Según la clasificación de cuentas nacionales del DANE, el sector agrícola y pecuario se integra por las siguientes actividades económicas:
  - (01). Productos de café
  - (02). Otros productos agrícolas
  - (03). Animales vivos, productos animales y productos de la caza
  - (04). Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas
  - (05). Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados
- 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 (FAO, 2011a).
- Según el Censo agropecuarios (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 (FINAGRO, 2014): 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.
- Número de hectáreas usadas en 2015 para la producción de cultivos genéticamente modificados o cultivos biotecnológicos en Colombia es de 109,935 en Maíz, Algodón y clavel principalmente (Agro-Bio, 2016).
- Producción de biomasa residual Agrícola y pecuario es de 279.333.596 T/año de acuerdo a análisis del Ministerio de Minas y Energía. La biomasa agrícola proviene de cultivos como palma, caña, café, maíz, arroz, banano, plátano, y la biomasa pecuaria de bovinos, porcinos y avícola. (Ministerio de Minas y Energía, 2010)





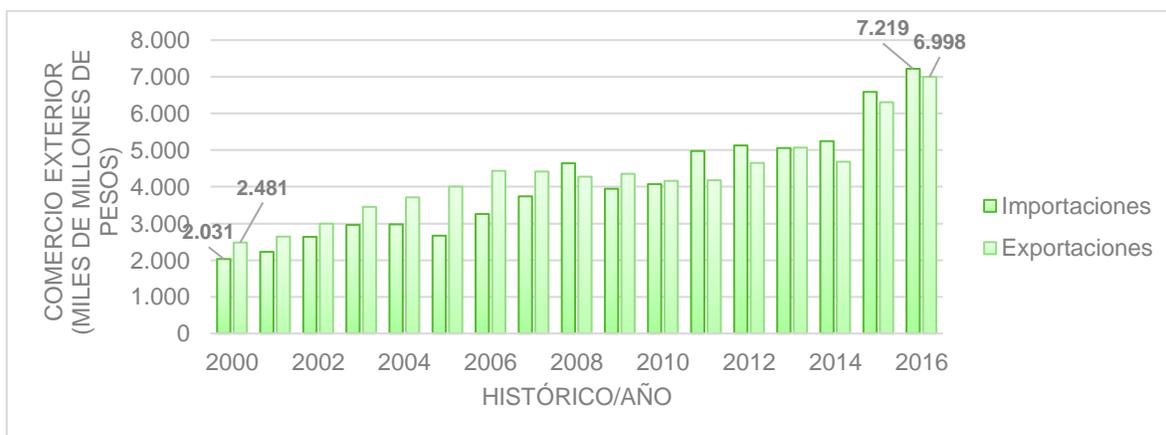
**Figura 1.** Producción anual- sector agropecuario



**Fuente:** Elaboración propia a partir de cuentas nacionales DANE, 2016.

La producción total del sector agropecuario en Colombia es de 77.378 miles de millones de pesos a 2016. Con un crecimiento del 14% comparado con el 2015. Se observa, una tendencia creciente en el período analizado, lo que se interpreta como señal de estabilidad económica en el entorno dada la ausencia de variaciones atípicas.

**Figura 2.** Comercio Exterior Sector Agropecuario



**Fuente:** Elaboración propia a partir de cuentas nacionales DANE, 2016.

La balanza comercial del sector agropecuario a corte de 2016 es negativa con exportaciones de 6.998 millones de pesos, e importaciones con valor de 7.219 miles de millones de pesos, indicando un déficit de 221 miles millones. Desde el año 2000 hasta el año 2007, las cifras de comercio exterior del sector agropecuario en Colombia enseñan un evidente superávit comercial. Desde el año 2008 en adelante, el comercio exterior colombiano, ha enseñado un cambio de tendencia, de superávit a déficit, con excepción en los años 2009, y 2010 donde la relación fue positiva para el sector. La situación anterior, es





probable que obedezca a la firma del tratado de libre comercio con EEUU, donde disminuyen restricciones a la entrada de productos agrícolas al mercado colombiano.

**Figura 3.** Participación de la Producción Anual Sector Agropecuario en el PIB Nacional



**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

En general puede afirmarse que el sector agropecuario ha mostrado un gran dinamismo en los últimos años dónde la producción ha sido un factor determinante en la economía nacional. El sector agropecuario para 2016 contribuyo a la economía con el 9% de la producción total, una suma considerable que podría justificar el esfuerzo de llevar al sector a un modelo bioeconómico.

#### 1.3.1.2. Oportunidades de innovación

- **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 (Carvalho, 2017).
- **Desarrollo de nuevas variedades vegetales.**
  - **Entender el 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:** Aprovecharse de 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 (Ramírez, Arevalo, & Garcia-Nuñez, 2015). El concepto biorrefinería es análogo al concepto convencional de la refinería de petróleo, es decir, una instalación donde, mediante diversos procesos de transformación de la materia prima (biomasa), se genera bioenergía (calor, electricidad, biocombustibles) y un amplio espectro de bioproductos (materiales, productos químicos, alimentos, biofertilizantes, entre otros). Pero para conseguir esta extensa gama de productos se requiere la integración de diferentes procesos y tecnologías en una misma instalación. 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) (Gill, Smith, & Wilkinson, 2010).
- **Fitorremediación:** Dentro de la biorremediación, la fitorremediación aparece como una alternativa eficiente, económica y ambientalmente amigable como estrategia de rehabilitación ecológica (Joner & Leyval, 2003), 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.

#### 1.3.1.3. Barreras del sector

- 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.

### 1.3.2. SECTOR ALIMENTOS Y BEBIDAS<sup>2</sup>

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, nutracéuticos, entre otros que pueden favorecer la salud de los consumidores.

En 2016, el mercado mundial de alimentos funcionales superó los USD 400.000 millones (Euromonitor International, 2017). Este crecimiento supone múltiples retos, principalmente para los países con tradición en el uso de alimentos medicinales y para aquellos con una vasta biodiversidad por aprovechar, como es el caso de Colombia.

En este punto, la biotecnología emerge como una excelente alternativa para mejorar la funcionalidad de los alimentos, satisfaciendo las necesidades del consumidor que demanda productos más saludables para una mejor calidad de vida.

En el *anexo No 2*, se analizan las características del sector, las oportunidades de innovación, cifras y barreras, que representa la biotecnología y la bioeconomía para el mercado alimentario, lo que supone, además, una gran ventaja de expansión del mercado actual a nivel internacional con las posibilidades de ampliar la oferta del país con productos sofisticados y de alto valor agregado.

---

<sup>2</sup> Para mayor profundidad, Ver Anexo No 2. Análisis del Sector Alimentos y Bebidas





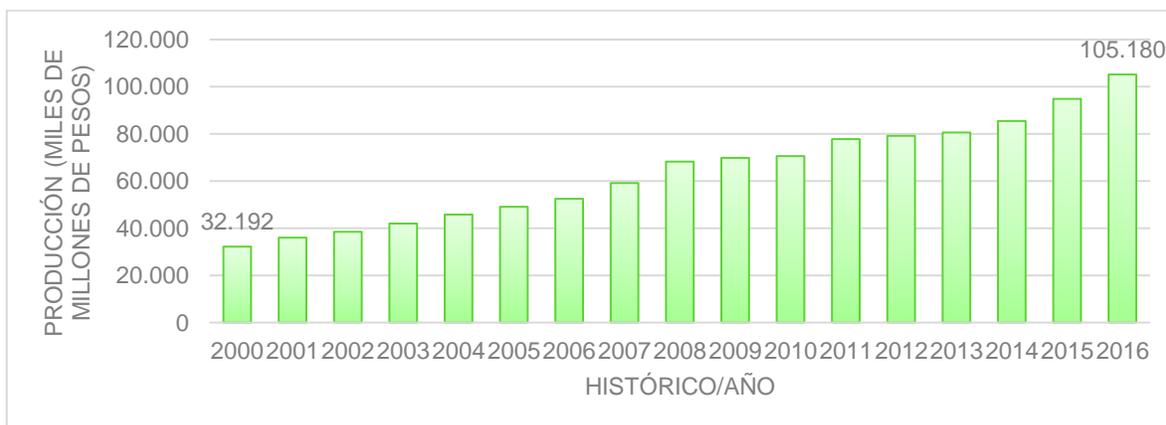
### 1.3.2.1. Cifras clave del sector

Según la clasificación de cuentas nacionales del DANE, el sector alimentos y bebidas se integra por siguientes actividades económicas:

- (10). Carnes y pescados
- (11). Aceites y grasas animales y vegetales
- (12). Productos lácteos
- (13). Productos de molinería, almidones y sus productos
- (14). Productos de café y trilla
- (15). Azúcar y panela
- (16). Cacao, chocolate y productos de confitería
- (17) Productos alimenticios n.c.p
- (18) Bebidas

En el mercado mundial de alimentos por funcionalidades, aquellos dirigidos al bienestar general ocupan la primera posición, con ventas de USD 368.000 millones (52 %). Los productos dirigidos al control del peso han venido reduciendo su cuota de mercado, aunque aún se mantienen en segundo lugar, con USD 128.000 millones en 2016 (18 %). Los productos para la salud digestiva abarcan el tercer lugar del mercado, con USD 66.000 millones (9 %), aunque han mostrado inestabilidad. (Euromonitor International, 2017).

**Figura 4.** Producción Anual - Alimentos y Bebidas



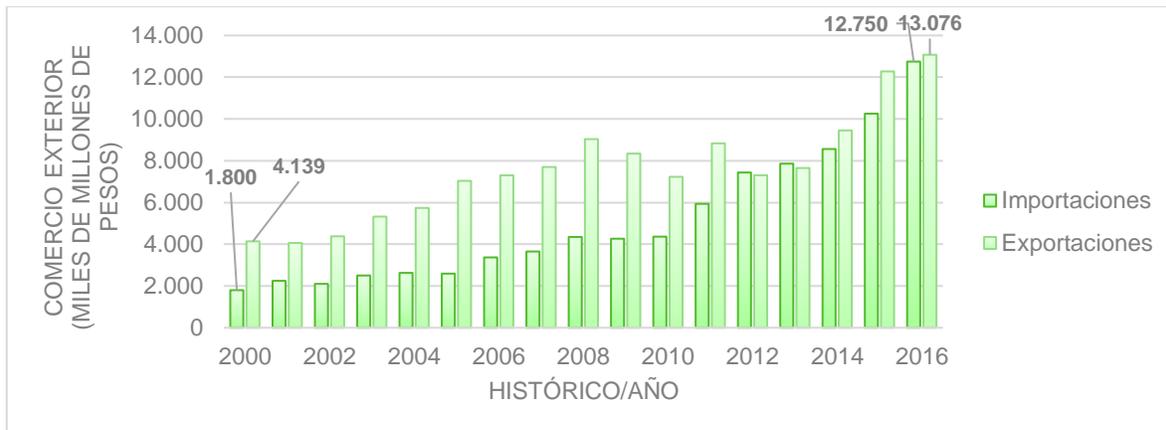
**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016





La producción total del sector alimentos y bebidas en Colombia es de 105.180 miles de millones de pesos a 2016. Con un crecimiento del 10.9% comparado con el 2015. Se observa, una tendencia creciente en el periodo analizado, lo que se interpreta como señal de estabilidad económica en el entorno dada la ausencia de variaciones atípicas en la producción sectorial.

**Figura 5.** Comercio Exterior- Sector Alimentos y Bebidas



**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

La balanza comercial del sector alimentos y bebidas a corte de 2016, es positiva con exportaciones de 13.076 miles de millones de pesos, e importaciones por valor de 12.750 miles de millones de pesos, indicando un superávit de 326 miles de millones de pesos. El comercio exterior, enseña un crecimiento a nivel histórico marcado con cifras a favor de las exportaciones colombianas; solamente en los años 2012 y 2013, el comercio internacional colombiano del sector alimentos y bebidas presentó déficit, el resto de los años, entre el periodo del año 2000 al 2016, se ha caracterizado por superávits comerciales.





**Figura 6.** Participación de la Producción Anual Sector Alimentos y Bebidas en el PIB Nacional



**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

Se evidencia una caída en la participación del sector sobre la economía nacional, pasando del 15% en el año 2000 al 12% en el 2016, situación que probablemente se debe, entre otras cosas, a las políticas de promoción y diversificación de exportaciones aplicadas para reducir las dependencias comerciales concentradas en algunos productos de la economía.

### 1.3.2.2. Oportunidades de innovación en Bioeconomía

- **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:** Según la Comisión Europea de Acción Concertada sobre Bromatología Funcional define que “Un alimento es funcional cuando se demuestra adecuadamente que, además de sus efectos nutritivos, interviene beneficiosamente en una o más funciones del organismo de forma que mejora su estado de salud o bienestar, o reduce el riesgo de enfermedad” (Diplock et al., 1999). A nivel mundial, se estima que el 30% de los productos del sector, corresponde a alimentos funcionales (Nielsen, 2017), 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 medicos para la salud, incluyendo la prevencion y/o el tratamiento de una enfermedad” (Brower, 1998). 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.
- Los suplementos dietarios son comercializados en forma de dosis, a saber: cápsulas, pastillas, tabletas, píldoras y similares; y bolsitas de polvo, ampollas de líquidos, botellas dispensadoras de gotas y otras presentaciones equivalentes.
- Alimentos medicos: Alimentos especialmente formulados y procesados para el manejo médico y dietético de individuos con necesidades nutricionales particulares debidas a enfermedades crónicas, trastornos o condiciones clínicas específicas, o fases agudas de la enfermedad y lesiones.
- Requieren prescripción médica. En Colombia aún no se cuenta con regulación aprobada frente a este tema.
- Las principales innovaciones en biotecnología en el mundo se encuentran orientadas al segmento de alimentos medicos.

### 1.3.2.3 Barreras del sector

- 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

### 1.3.3. SECTOR QUÍMICO<sup>3</sup>

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. (Montes Valencia, 2015).

El sector químico, es considerado generador de productos intermedios, y se ofertan como materia prima para diversas industrias.

Este sector enfrenta a una serie de desafíos importantes, desde la reducción de su dependencia de los combustibles fósiles hasta su papel en la lucha contra el cambio climático en general. Los desafíos específicos incluyen: la captura y fijación de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero; el desarrollo de una mayor gama de plásticos biodegradables y la reducción de los altos niveles de desechos en la fabricación de medicamentos y una orientación hacia la química verde. (The Conversation, 2017).

El sector químico colombiano ofrece grandes alternativas en el desarrollo de la industria tales como mayor eficiencia, menor impacto ambiental y costos reducidos, tiene una gran influencia en los esquemas productivos de otros bienes, lo que lo ubican como un proveedor

---

<sup>3</sup> Para mayor profundidad, Ver Anexo No 3. Análisis del Sector Químico





de insumos necesarios para la innovación y para aumentar la competitividad de las empresas a nivel global (Fonade, 2016).

En el anexo 3 se presenta una descripción general del sector químico, sus oportunidades de innovación y los factores críticos que están limitando para ser un sector dinamizador de la bioeconomía.

### 1.3.3.1. Cifras clave de sector

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.

El código de cuenta nacional corresponde a:

- (28). Sustancias y productos químicos<sup>4</sup>
- Desde los años 80 la industria química global ha crecido anualmente en un 7% al año 2010 (Montes Valencia, 2015).
- En 2016 el 60% de la cuota de mercado correspondía a Asia y se convirtió en la región más grande del mercado de productos químicos. El mercado de productos químicos en Asia y el Pacífico ha sido el de crecimiento más rápido. Las regiones de Singapur y Japón también han sido mercados importantes en Asia. América ha sido la segunda región más grande con cuota del mercado del 20%, seguida de Europa, la tercera región más grande del mundo, con una cuota de mercado del 19% (KenResearch, 2017)
- La tendencia creciente de los consumidores hacia productos con ingredientes naturales y funcionales tendrá una gran repercusión en la industria de químicos a través de la demanda de los subsectores de alimentos, cosméticos y aseo, agro y farmacéuticos.
- El aumento de la nanotecnología en los sectores químicos, incluyendo materiales compuestos, revestimientos y materiales exóticos han 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).

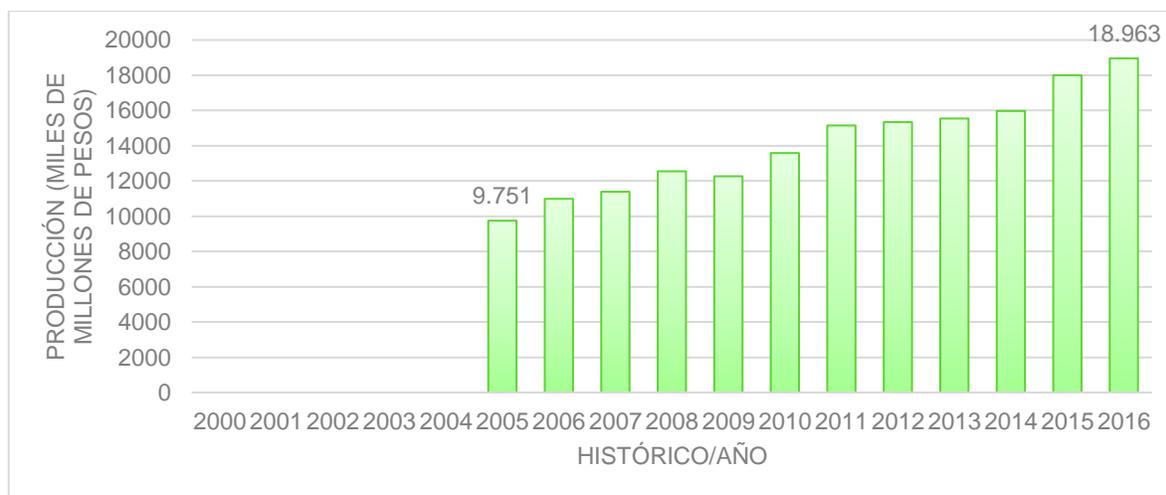
<sup>4</sup> Se está contemplando: Productos químicos orgánicos básicos, Extractos tintóreos y curtientes, taninos, etc. Abonos y plaguicidas, Plásticos en formas primarias, Pinturas, barnices y productos conexos, Productos químicos n.c.p., Fibras textiles manufacturadas (artificiales y sintéticas).





- Un análisis de la Cámara Procultivos de la Andi señala que, para seis productos derivados de los plaguicidas, los precios que se pagan en Colombia son entre 44% y 115% más caros que lo que se pagan otras latitudes. (SECTORIAL, 2015).
- Apoyar el desarrollo de las oportunidades de innovación en este sector permitirá apalancar el crecimiento en Bioeconomía al generar conocimiento y potenciar la utilización de recursos y procesos biológicos innovadores para proporcionar bienes y servicios de forma sostenible en el sector químico.

**Figura 7.** Producción Anual - Sector Resto de Químicos



**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

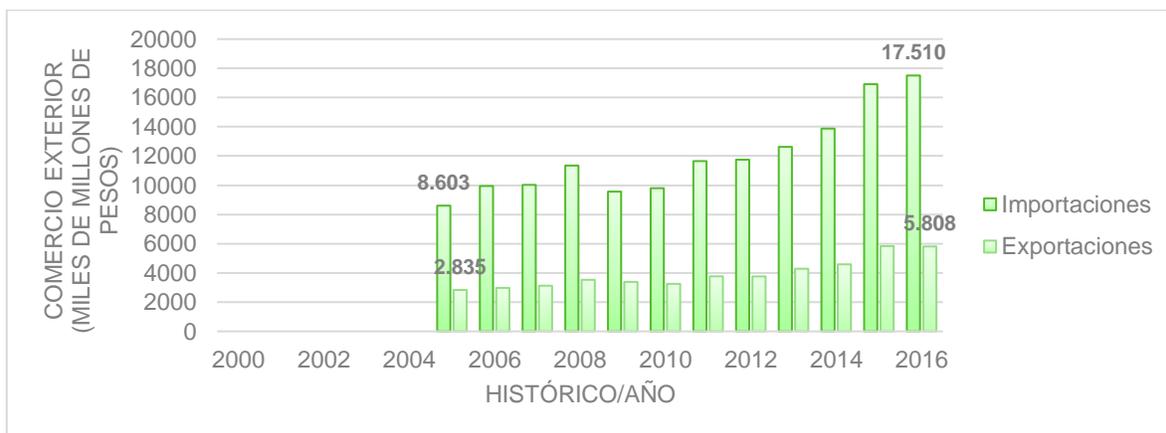
La producción total del sector “resto de químicos” en Colombia es de 18.963 miles de millones de pesos a 2016. Con un crecimiento del 5.3% comparado con el 2015. Se observa, una tendencia creciente según la Figura anterior, lo que puede ser interpretado como señal de estabilidad económica en el entorno dada la ausencia de variaciones atípicas en el periodo analizado.

Se evidencia una balanza comercial negativa donde las importaciones fueron muy superiores a las exportaciones del sector, lo que sugiere que la economía colombiana sustenta gran parte del sector químico en el mercado externo. Puede señalarse que lo anterior, representa una oportunidad de desarrollo de negocios, para cerrar la brecha de comercio internacional colombiano, produciendo los insumos necesarios que satisfagan la demanda interna.





**Figura 8.** Comercio Exterior- Sector Resto de Químicos



**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

La participación del sector químico en la economía colombiana enseña una leve caída en los últimos años, pasando de 5.7% en el año 2000, a 4.26% en el año 2016, una reducción en un 1.44%. El tratado de libre comercio con Estados Unidos es probablemente, uno de los factores críticos en los mencionados resultados, dado que el abaratamiento de productos químicos externos ha favorecido las importaciones y ha trasladado la dinámica económica del sector, más hacia los mercados externos que al interior del país. La misma dinámica se evidencia en el sector resto de químicos.

**Figura 9.** Participación de la Producción Anual Sector Resto de Químicos en el PIB Nacional



**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

En general puede afirmarse que el sector “resto de químicos” ha mostrado una reducción del peso en la economía en los últimos años. El sector resto de químicos para 2016 contribuyó a la economía con el 2.2% de la producción total, una suma considerable, mas





nó representativa que podría justificar el esfuerzo de llevar al sector a un modelo de desarrollo bioeconómico que lo potencialice.

### 1.3.3.2. Oportunidades de innovación en Bioeconomía

- 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 (Navigant Research, 2011).
- Biomimética: aporta a la creación de modelos, sistemas, procesos y elementos naturales para encontrar soluciones prácticas y sustentables (Rangel, García, Peña, & Hernández, 2012).
- 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 (Conference Series, 2018).
- 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 (Markets and Markets, 2016).
- 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. 2032: abarcar mercado más exigente de países europeos, Norteamérica y Asia, con productos naturales elaborados a partir de la biodiversidad nativa (Gómez & Mejía González, 2010).
- Bioinsumos para el sector agrícola: productos biológicos que a partir de herramientas biotecnológicas permiten generar bioestimulantes, biofertilizantes, biocontroladores, bioestabilizadores, bioinoculantes, entre otros (Parada Ibañez & Muñoz, 2015).

### 1.3.3.3. Barreras del sector

- 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 e 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, megatendencias, 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 basada 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.

#### 1.3.4. SECTOR COSMÉTICOS Y ASEO<sup>5</sup>

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.

En el Plan de Negocios del sector del Programa de Transformación Productiva (PTP) del Ministerio de Comercio Industria y Turismo, se planteó como visión para el 2032, “Ser reconocido como un líder en el continente americano en producción y exportación de cosméticos, productos de aseo del hogar y absorbentes de alta calidad con base en ingredientes naturales”. Para lograr esto, el gran desafío que enfrenta Colombia es llegar a ser competitiva en términos de Bioeconomía, es ofrecer, productos diferenciados por su calidad, sus propiedades benéficas y la inclusión de ingredientes naturales tradicionales; y haber difundido una reputación en calidad, producción y mercadeo de productos cosméticos y de aseo a nivel mundial.

---

<sup>5</sup> Para mayor profundidad, Ver Anexo No 4. Análisis del Sector Cosméticos y Aseo





El sector cosmético y aseo es uno de los pocos en el país, que ha planteado su oportunidad de diversificación y sofisticación con base a ingredientes naturales de la biodiversidad.

En el anexo 4 se presenta una descripción general del sector Cosmético y aseo, sus oportunidades de innovación y los factores críticos que están limitando para ser un sector dinamizador de la bioeconomía.

#### 1.3.4.1. Cifras clave del sector

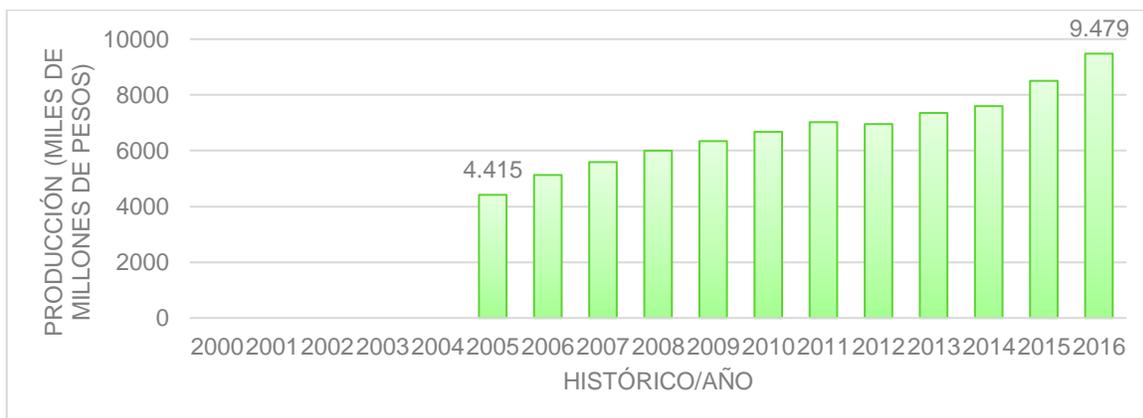
Según la clasificación de cuentas nacionales del DANE, el cosméticos y aseo se integra por siguientes actividades económicas:

- (280203). Jabones, preparados para limpiar, perfumes y preparados de tocador.
- El sector de cosméticos y productos de aseo 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 es el quinto mercado de cosméticos y artículos de aseo en Latinoamérica (Cámara de la industria Cosmética y Aseo - ANDI, 2017)
- El sector representa el 4,4% del PIB de la industria manufacturera y el 1.1% del PIB nacional en el año 2016 (DANE, 2016).
- Empleó 52.663 personas en el 2016 (DANE, 2016).
- Las ventas del sector cosmético han registrado un incremento promedio del 7% anual durante los últimos 5 años. (Cámara de la industria Cosmética y Aseo - ANDI, 2017)
- Durante 2016 el sector facturó US\$4.240 millones de dólares (Cámara de la industria Cosmética y Aseo - ANDI, 2017)
- Se proyecta que a 2020 el sector se ubique en cifras cercanas a los US\$5.754 millones de dólares (Cámara de la industria Cosmética y Aseo - ANDI, 2017)
- Los países mayores productores de cosmético y aseo son: Francia, Alemania, Reino Unido, Corea y Estados Unidos. En Latinoamérica Brasil, Colombia y Perú





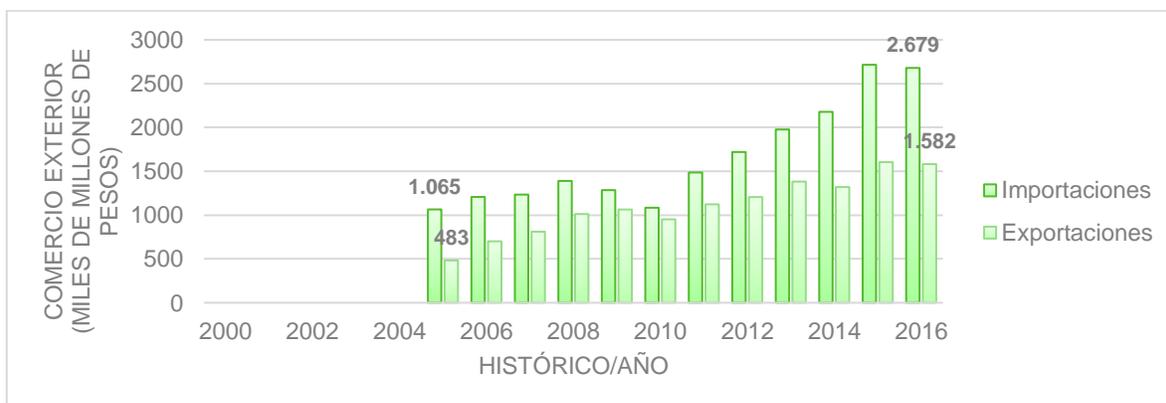
**Figura 10.** Producción Anual - Sector Cosméticos y aseo



**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

La producción total del sector cosméticos y aseo en Colombia es de 9.479 miles de millones de pesos a 2016. Con un crecimiento del 11.5% comparado con el 2015. Se observa, una tendencia creciente en el período analizado (entre el año 2000 y el año 2016), lo que puede ser interpretado como señal de estabilidad económica en el entorno dada la ausencia de variaciones atípicas.

**Figura 11.** Comercio Exterior- Sector Cosméticos y aseo



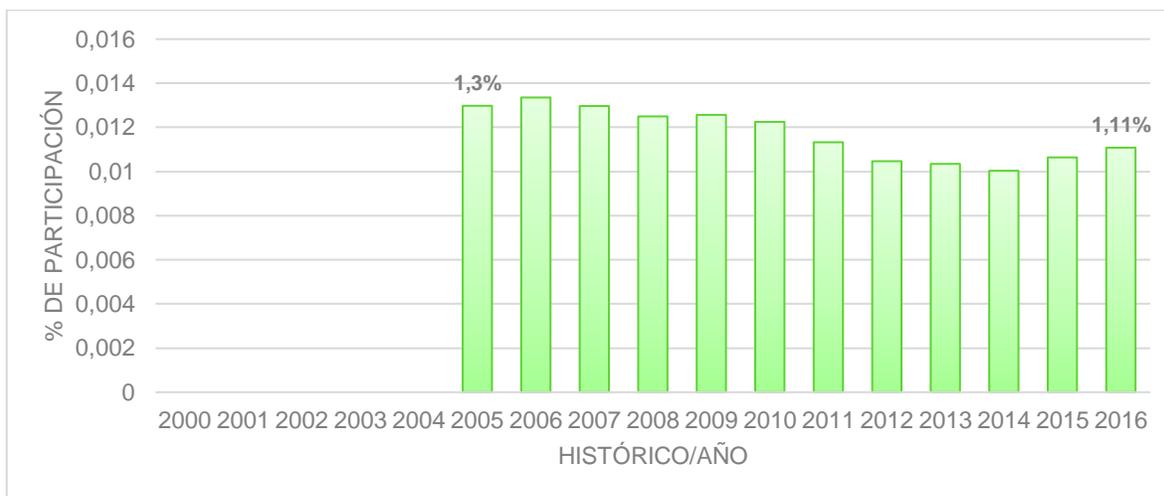
**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

La balanza comercial del sector cosméticos y aseo a corte de 2016, es negativa con exportaciones de 1.582 miles de millones de pesos, e importaciones por valor de 2.679 miles de millones de pesos, indicando un déficit de 1.079 miles de millones de pesos. El déficit comercial ha sido característico desde el año 2005, situación que representa oportunidades en el país, si se considera la creación y fortalecimiento de compañías que aumenten la oferta de productos que ayuden a satisfacer la demanda interna que se inclina históricamente por el mercado externo.





**Figura 12.** Participación de la Producción Anual Sector Cosméticos en el PIB Nacional



**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

En general, puede afirmarse que el sector cosméticos y aseo ha mostrado dinamismo en los últimos años, sin embargo, la producción no ha sido hasta ahora un factor determinante en la economía nacional. El sector cosméticos y aseo para 2016 contribuyó a la economía con el 1.1% de la producción total, una suma de interés, pero no determinante en el PIB Nacional. No obstante, la misma cifra, justifica mayor esfuerzo por llevar al sector a mayor nivel de participación desde un modelo bioeconómico.

#### 1.3.4.2. Oportunidades de innovación en Bioeconomía

- **Comecéticos:** productos híbridos de uso tópico Farmacéuticos – Cosméticos que cumplen funciones terapéuticas o farmacológicas. Para 2015 el mercado de los cosmecéticos en el mundo mostró 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 estén cercanas a los US\$57.3 millones de dólares. (Corporación Ruta N , 2016). 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. (Corporación Ruta N , 2016)
- 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 testados en animales y son adecuados para personas con problemas y enfermedades cutáneas ya que respetan mucho mejor la piel. (OFFARM, 2008)





### 1.3.4.3. Barreras del sector

- 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 cosmeceúticos aun sin cumplir con una oferta terapéutica.

### 1.3.5. SECTOR FARMACÉUTICO<sup>6</sup>

El sector farmacéutico es la actividad económica relacionada con la fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso 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 (DANE, 2016). 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.

Las innovaciones en este sector enfrentan grandes retos asociadas al cumplimiento de requisitos regulatorios y estudios clínicos requeridos para validar la eficacia y seguridad de las biomoléculas que influyen en los tiempos de salida de los productos al mercado y en las inversiones requeridas. La biodiversidad es una gran oportunidad para este sector y grandes farmacéuticas lo han identificado. El país debe definir el alcance que le quiere dar a este sector para desarrollar innovaciones, definir el foco sobre tipo de enfermedades a estudiar para que los desarrollo lleguen a tener un impacto económico en los servicios de salud.

En el anexo 5 se presenta una descripción general del sector farmacéutico, sus oportunidades de innovación y los factores críticos que están limitando para ser un sector dinamizador de la bioeconomía.

#### 1.3.5.1. Cifras clave del sector

Según la clasificación de cuentas nacionales del DANE, el sector farmacéutico se integra por siguientes actividades económicas:

- (280202). Productos farmacéuticos

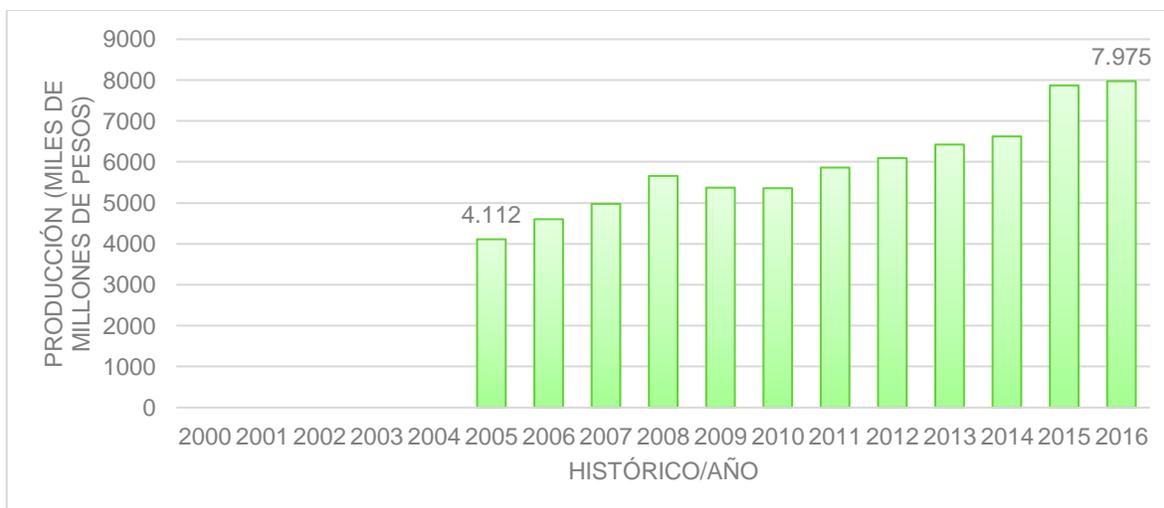
<sup>6</sup> Para mayor profundidad, Ver Anexo No 5. Análisis del Sector Farmacéutico





- Según el Institute for healthcare Informatic (IMS), entre 2015 y 2020 se verá surgir una oleada de innovación a partir de la investigación y desarrollo tecnológico en la industria farmacéutica, así como una gama de transformaciones habilitadas por tecnología que ampliarán la base de pruebas para las intervenciones y aportar mejoras cuantificables a los resultados en salud para 2020.
- 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<sup>7</sup> 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.
- Los vencimientos de patentes de moléculas pequeñas tendrán un mayor impacto en 2016-2020 que en los cinco años anteriores, y habrá un mayor impacto de los productos biológicos (IMS Institute for healthcare informatics, 2015).

**Figura 13.** Producción Anual - Sector Farmacéutico



**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

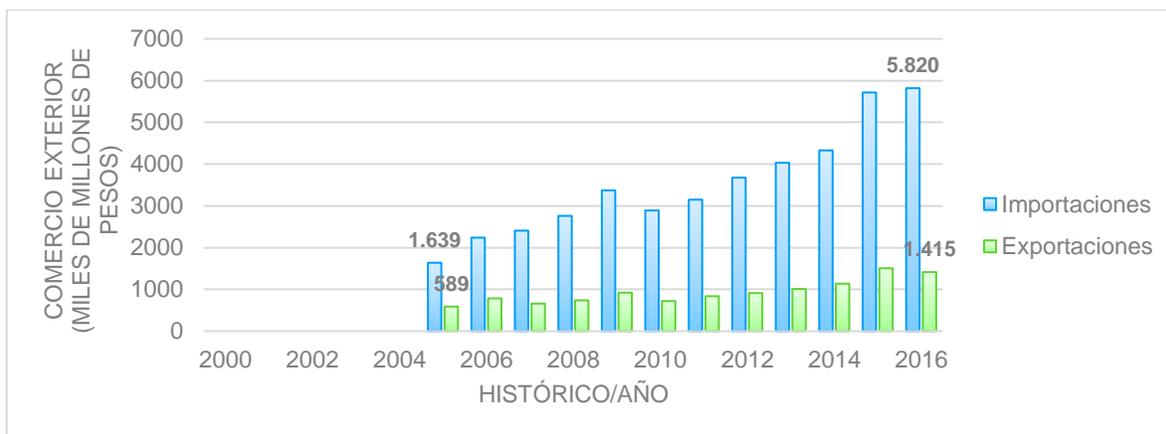
<sup>7</sup>Los países de farmacéuticos emergentes se definen como aquellos con un crecimiento de gasto absoluto de más de \$ mil millones entre 2014-2018 y que tienen un PIB per cápita de menos de \$ 30,000, lo que representará una dinámica diferente a nivel mundial que responde básicamente al comportamiento de la población.





La producción total del sector farmacéutico en Colombia es de 7.975 miles de millones de pesos a 2016. Con un crecimiento del 1.3% comparado con el 2015. Se observa, una tendencia creciente entre 2005 y 2016, que se interpreta como señal de estabilidad económica en el entorno dada la ausencia de variaciones atípicas en el período.

**Figura 14.** Comercio Exterior- Sector Farmacéutico



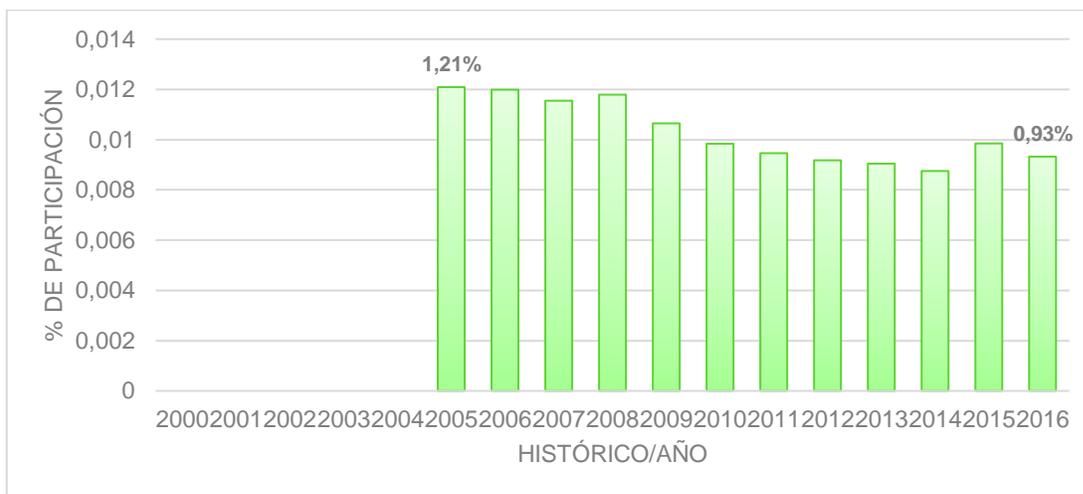
**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

La balanza comercial del sector farmacéutico a corte de 2016, es negativa con exportaciones de 1.415 miles de millones de pesos, e importaciones con valor de 5.820 miles de millones de pesos, indicando un déficit de 4.405 miles de millones de pesos. Desde el año 2000 hasta el año 2016, las cifras de comercio exterior del sector farmacéutico en Colombia enseñan un evidente déficit comercial. Panorama que resalta aún más si se observa su crecimiento; mientras en 2005 el déficit comercial del sector farmacéutico colombiano alcanzaba los 1.050 miles de millones de pesos, en 2016 ese mismo indicador fue de 4.405 miles de millones de pesos.





**Figura 15.** Participación de la Producción Anual Sector Farmacéutico en el PIB Nacional



**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

En general puede afirmarse que el sector farmacéutico ha mostrado reducción de su peso en la economía, dónde la producción ha sido cada vez menor factor determinante en la economía nacional. El sector farmacéutico para 2016 contribuyo a la economía con el 0.93% de la producción total, una suma no determinante que podría justificar el esfuerzo de llevar al sector a un modelo bioeconómicos.

### 1.3.5.2. Oportunidades de innovación en Bioeconomía

- **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 (Invima-MPS, 2012), 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 (Manrique, 2012).
- **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 (Comisión Europea, 2014) 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 está clara 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. El país aún tiene el reto de implementar una planta de fraccionamiento y uso de hemoderivados integrada al sistema de salud y sustituir así importaciones de los medicamentos derivados del plasma humano, cuales algunos son considerados como medicamentos de alto costo y/o de difícil acceso y disponibilidad.
- Ente otras oportunidades de innovación se encuentran el desarrollo de biomoléculas, Proteínas recombinantes, metabolitos, entre otras.

### 1.3.5.3. Barreras del sector

- 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.





- Una de las barreras más importantes para la innovación y mejora de precios y con ello la accesibilidad es la baja capacidad de producción de materias primas, la gran mayoría de estas, son importadas, lo que encarece los costos de producción nacionales, para ello es necesario fortalecer tecnológicamente y el recurso humano y la cadena primaria del sector farmacéutico para asegurar el aprovisionamiento de materias primas necesarias para mejorar la competitividad y fortalecer la sofisticación de productos para abastecer la demanda nacional e internacional.

### 1.3.6. SECTOR SALUD<sup>8</sup>

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» (Definición sector salud, s.f.), 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 pueden destacar:

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.

En Colombia en 2017, se invirtieron 22,2, billones de COP provenientes de recursos públicos, y con un tejido empresarial que genera más de 480 mil empleos especialmente en Bogotá D.C., Antioquia, Valle del Cauca, Santander y Atlántico, lugares que cuentan con estrategias tipo clúster lideradas por Cámaras de comercio, ubicando 9 empresas del sector en la lista de las 100 empresas más grandes del país.

Entidades como Colciencias, Innpulsa, Ruta N, así como gobiernos regionales mediante el apoyo a proyectos con recursos de regalías, son las principales promotoras de iniciativas y programas realizados en el sector, permitiendo que se desarrollen innovaciones alineadas con las tendencias globales como la medicina personalizada, diagnóstico, Big Data BIO, Experiencia del servicio, Accesibilidad a la salud y Reducción de residuos; estos apoyos permitirán desarrollar en Colombia oportunidades de negocio como la Ingeniería de tejidos y terapia celular, Medicina personalizada y Nanomedicina de acuerdo a las capacidades instaladas actualmente.

Los factores críticos más importante en el sector salud son los relacionados a la dimensión regulatoria, pues esta da el punto de partida para desarrollar tecnologías a partir del talento humano en las infraestructuras actuales y futuras, lo cual generara nuevos productos o servicios para el mercado, atrayendo así inversión.

<sup>8</sup> Para mayor profundidad, Ver Anexo No 6. Análisis del Sector Salud





En el anexo 6 se presenta una descripción general del sector salud, sus oportunidades de innovación y los factores críticos que están limitando para ser un sector dinamizador de la bioeconomía.

### 1.3.6.1. Cifras clave de sector

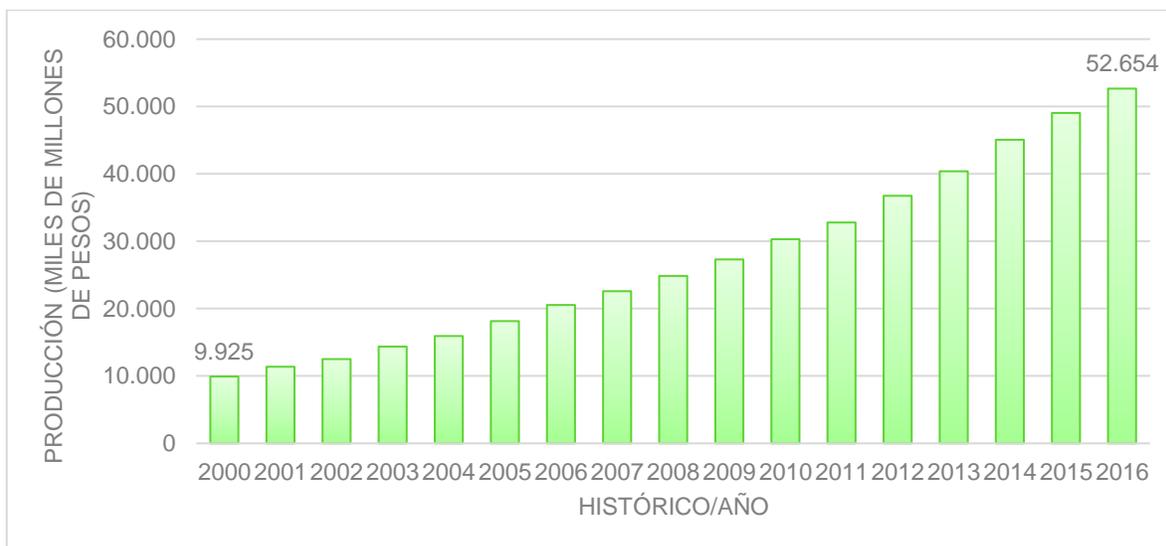
Según la clasificación de cuentas nacionales del DANE, el sector salud se integra por las siguientes actividades económicas:

- (57). Servicios sociales y de salud de mercado
- De acuerdo al informe 2017 global health care sector Outlook para el 2020, el promedio del crecimiento del sector será de 4,56%, donde las economías en transición tendrán el mayor porcentaje (7,5%), seguido de Asia y Australia (5%) y Norte América (4,3%), siendo América Latina el de menor crecimiento (2,4%). (Deloitte, 2017).
- El porcentaje de gasto respecto al producto interno bruto aumentara ligeramente de un 10,4% en 2015 a un 10,5% en 2020 alcanzando los 8,7 trillones de dólares. El 50% de los gastos serán dedicados a enfermedades cardiovasculares, cáncer y enfermedades respiratorias. Igualmente se realizarán gastos enfocados a enfermedades infectocontagiosas (por ejemplo, VIH-SIDA, ZIKA), diabetes y enfermedades neurodegenerativas. (Deloitte, 2017)
- UnitedHealth Group Inc: la mayor compañía a nivel global dedicada al cuidado de la salud, con un portafolio de 41 millones de usuarios en Estados Unidos y 4,8 millones en Brasil, con unos ingresos superiores a 201 billones de dólares para el 2017.
- 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. (Healthcare resource guide, 2018)
- 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. (Conpes3892, 2017)
- De acuerdo a los datos de la plataforma de análisis sectorial Datlas de Bancoldex, el sector salud genero 429.800 empleos en 2016





**Figura 16.** Producción Anual - Sector Salud



**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

La producción total del sector salud en Colombia es de 52.654 miles de millones de pesos a 2016. Con un crecimiento del 7.4% comparado con el 2015. Se observa, una tendencia marcada creciente en los últimos años, que puede ser interpretada como señal de estabilidad económica en el entorno dada la ausencia de variaciones atípicas. La producción del sector salud se cuadruplico entre el año 2000 y el 2016; a 2016 la cifra de producción del sector salud es 4.3 veces mayor a la del año 2000, representando un crecimiento nominal de 42.729 miles de millones de pesos para el rango, equivalente a un 430.5% en 16 años.





**Figura 17.** Participación de la Producción Anual Sector Salud en el PIB Nacional



**Fuente:** Gráficos elaborados a partir de cuentas nacionales del Dane, 2016

En general puede afirmarse que el sector salud ha mostrado estabilidad al observar su peso en la economía, dónde la producción ha sido cada vez más, un factor determinante. El sector salud para 2016 contribuyo a la economía con el 6.2% de la producción total, una suma determinante que podría justificar esfuerzo de llevar al sector a un modelo bioeconómico.

Al igual que la producción, la participación en la economía nacional ha venido en aumento, pasando de un 4.8% en el año 2000, a un 6.2% en el 2016. Si bien no es un aumento abrupto, se evidencia una tendencia creciente que se soporta a su vez en los niveles de dinamización de la producción, evidenciados en la figura anterior de producción anual.

#### 1.3.6.2. Oportunidades de innovación de bioeconomía.

- **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. (Burguera, s.f.)
- **La 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.

De manera general, estas 2 oportunidades incluyen desarrollos en andamios y biomateriales, cultivos celulares (autólogos, alogénicos, xenogénicos) y sus aplicaciones clínicas.





- **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 (Cáncer, s.f.)
- **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 (Aguilar, s.f.)

### 1.3.6.3. Barreras del sector

- 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. (Opinión y Salud, 2018).
- 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.





#### 1.4. ANALISIS DE INSTRUMENTOS FINANCIEROS<sup>9</sup>

El país cuenta con experiencia de instrumentos de fomento, cooperación, financiación y más reciente en inversión en diferentes sectores, para apoyar actividades de investigación y desarrollo, para mejoramiento productivo de negocios existentes y desarrollo de nuevos negocios.

De acuerdo con Colciencias, la financiación pública de CTel en el país en el periodo 2010-2014 tuvo una destinación del 51% para investigación y desarrollo, el 35% para mejoramiento productivo y el 14% para nuevos negocios.

A continuación, se relacionan a manera de resumen las categorías de instrumentos presentes en Colombia para los múltiples sectores.

**Tabla 7** Resumen de instrumentos financieros presentes en Colombia.

| Instrumento                              | Categoría  |
|--|--|
| <b>Fondos de inversión</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capital semilla: Red de ángeles</li> <li>- Etapa temprana: Promotora, Veronorte, pymecapital</li> <li>- Crecimiento: Promotora, Agrow</li> <li>- Expansión: Ventures</li> <li>- Consolidación: Bancoldex</li> </ul>   |
| <b>Fomento Nacional</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigación y desarrollo- i+d (Colciencias, Sena, SGR, Recursos propios de universidades)</li> <li>- Emprendimiento (Innpulsa, SENA-Fondo emprender, Creame)</li> <li>- Desarrollo empresarial (Productividad, calidad, nuevas tecnologías, acceso a mercado, cadena de valor, entre otras) (Innpulsa, PTP, Fondo biocomercio)</li> <li>- Innovación (Innpulsa, Ruta N, Cámaras de comercio)</li> <li>- Internacionalización (Innpulsa, Procolombia, Cámaras de comercio)</li> <li>- Mentalidad y cultura (Innpulsa, Colciencias)</li> <li>- Emprendimiento corporativo (Innpulsa, Bancoldex)</li> <li>- Estrategias cluster (Innpulsa, PTP, Cámaras de Comercio)</li> <li>- Inclusión productiva (Innpulsa, Minagricultura)</li> <li>- Cadenas productivas (Innpulsa, Minagricultura)</li> </ul> |
| <b>Fomento Cooperación internacional</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigación y Transferencia de tecnología (Newton Found, NERC, British council, Instituto Leibniz, Maxplant, AFD, etc)</li> <li>- Desarrollo empresarial y mejoramiento productivo (ONUDI, SIPPO, PNUD, USAID, GEF, BM, BID, CAF, entre otros.)</li> </ul>  |
| <b>Financiación</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Segundo piso. Bancóldex: Crédito y leasing, garantía-FNG Microempresa, pyme, gran empresa y comercio exterior</li> <li>- Segundo piso. Finagro para el sector agropecuario: Crédito, garantía-FAG, inventivo- ISA-ICR</li> <li>- Primer piso. Bancolombia: Línea especial de emprendimiento de alto impacto</li> <li>- Capital inteligente. Ruta N</li> </ul>   |

**Fuente:** Elaboración propia, equipo consultor.

<sup>9</sup> El detalle de la relación de instrumentos, se encuentra en el anexo 7 “Análisis de instrumentos de fomento, financiación e inversión en Colombia relacionados para la Bioeconomía”.





Los requerimientos de capital para realizar financiación de actividades de CTel, se han dividido de acuerdo con el estado de desarrollo del negocio (i+d, etapa temprana, crecimiento, expansión y consolidación) y a los requerimientos del capital según se muestra en la figura siguiente.

En Colombia han existido recursos de fomentos para múltiples sectores para fases de I+D en su mayoría apoyados por Colciencias, Sena y recientemente por el Sistema General de Regalías; así como para las etapas de crecimiento, consolidación y expansión donde existen pymes y grandes empresas que tienen menor riesgo de inversión, apoyados por instrumentos de Innpulsa, Mincomercio, Miagricultura, Procolombia, Cámaras de Comercio, entre otros. Se integran también instrumentos de cooperación internacional para promover desarrollo empresarial como son los promovidos por ONUDI, SIPPO, PNUD, USAID, GEF, BM, BID, CAF, entre otros.

En relación a recursos de financiación, tanto BANCOLDEX y FINANGRO como entidades de segundo piso promueven la colocación de crédito a través de intermediarios financieros y bancas de primer piso.

FINAGRO agrupa líneas de crédito para capital de trabajo, inversión y normalización de cartera además de algunos incentivos a la capitalización rural, al seguro agropecuario y el forestal y el respaldo de garantías del Fondo Agropecuario de Garantías (FAG).

Por su parte BANCOLDEX agrupa líneas de crédito para capital de trabajo, leasing y garantías del Fondo Nacional de Garantías (FNG).

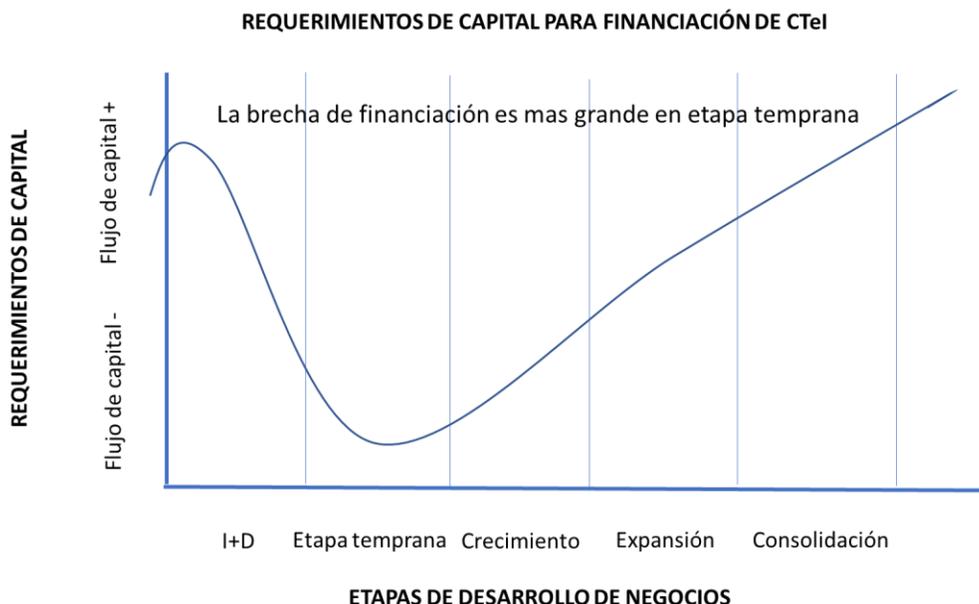
Sin embargo, tecnologías en etapa temprana, a través de banca de primer piso no están sujetas a crédito por su riesgo financiero.

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.





**Figura 18.** Requerimientos de capital para financiación de CTel



**Fuente:** Ruta N. Inversometro 2016.

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.

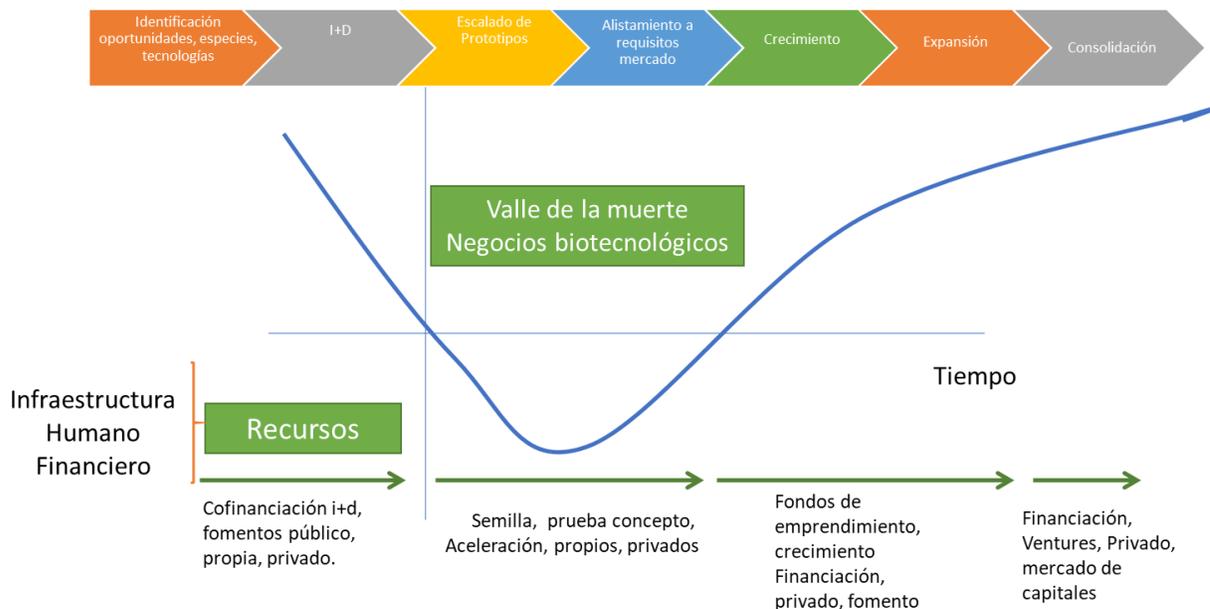
Existe debilidad en instrumentos financieros específicos que favorezcan el desarrollo de esta industria, ajustados a sus necesidades en términos de sus riesgos, largos períodos de maduración, largos periodos en la gestión de requisitos regulatorios y estudios clínicos de respaldo, y escasa garantías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

En ese sentido se requiere evaluar la puesta en marcha de fondos prueba de concepto y de aceleración para dinamizar negocios de base biotecnológica en el país.





Figura 19. Valle de la muerte de negocios de biotecnología



Fuente: Análisis Biointropic 2016.

En el anexo 7 se presenta una descripción de los instrumentos de fomento, financiación e inversión en Colombia relacionados o potenciales para dinamizar la Bioeconomía.





## **CAPITULO II. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS**

**Elaborado por:**

Edgar René Yepes Callejas

Claudia Marcela Betancur G

Andrés Felipe Jaramillo Sierra

COLOMBIA



## 2. Capítulo II: IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS

En el presente capítulo, a partir de la identificación de brechas, se analizan los factores críticos agrupados en las 7 dimensiones, que, a través de consulta a expertos y taller de validación y priorización, permiten la identificación de los factores con mayor capacidad para dinamizar la bioeconomía. A continuación, se enseñan los principales resultados.

### 2.1. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS

Una de las etapas preliminares para la exploración y propuesta de lineamientos de política en bioeconomía, consiste en la identificación, descripción y priorización de factores críticos para dinamizar la bioeconomía en Colombia. En tanto se identifiquen y detallen cuáles son dichos factores críticos y se reconozca cuáles son los prioritarios, se contarán con insumos para explorar y proponer lineamientos de política con mayor potencial de impacto positivo. Este capítulo da cuenta de los resultados de la identificación de dichos factores.

Para obtener el análisis aquí documentado, el equipo consultor hizo una revisión y primera selección de 34 factores críticos, correspondientes a posibles brechas para el sector de la bioeconomía. Los factores que se consideraron se clasificaron en las siguientes siete dimensiones:

**Tabla 8.** Factores críticos preliminares

| Dimensión   | Cód | Factor  |
|-------------|-----|---|
| TECNOLÓGICA | T1  | Nivel de alistamiento de las tecnologías de cara al mercado   |
|             | T2  | Fuentes de conocimiento biotecnológico avanzado, canales de acceso a él y mecanismos de transferencia tecnológica                                 |
|             | T3  | Disponibilidad de laboratorios acreditados internacionalmente para el análisis de bioproductos  |
|             | T4  | Información sobre el recurso genético del país  |
|             | T5  | Conocimiento de uso tradicional y ancestral   |
|             | T6  | Tiempos de I+D+i para nuevas soluciones en bioeconomía.   |
| REGULATORIA | R1  | Normativa para habilitar patentes de segundo uso  |
|             | R2  | Marco regulatorio claro y homologado internacionalmente para nuevos negocios de la bioeconomía (Células madre, alimentos médicos, biobancos, etc) |
|             | R3  | Divulgación de las normas técnicas y de acceso en los actores del ecosistema  |
|             | R4  | Incentivos tributarios para nuevos negocios de la bioeconomía   |





Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II

|                          |    |   |
|--------------------------|----|---|
|                          | R5 | Estrategias de propiedad intelectual  |
|                          | R6 | Normativa que habilite el acceso a los recursos de la biodiversidad colombiana, con fines comerciales   |
| MERCADO                  | M1 | Madurez del mercado para productos de la bioeconomía.   |
|                          | M2 | Difusión en el mercado nacional de conceptos, megatendencias, avances tecnológicos, y nuevos productos, relacionados con bioeconomía y sostenibilidad.                                |
|                          | M3 | Incorporación de biotecnología en la estructura empresarial nacional, incluyendo el reemplazo de productos de base petroquímica por productos naturales, sostenibles y de bioeconomía |
|                          | M4 | Cumplimiento de requisitos técnicos del mercado   |
|                          | M5 | Comercio internacional de productos de bioeconomía  |
| TALENTO HUMANO           | H1 | Personal capacitado para la valoración, negociación y transferencia de desarrollos tecnológicos de la bioeconomía.  |
|                          | H2 | Oferta de programas académicos, orientados a negocios de la bioeconomía.  |
|                          | H3 | Inserción de doctores en la bioeconomía del país  |
|                          | H4 | Relacionamiento del personal dedicado a bioeconomía con pares internacionales (Científicos, empresariales, institucionales)   |
| FINANCIACIÓN E INVERSIÓN | F1 | Inversión privada especializada para los sectores de bioeconomía  |
|                          | F2 | Recursos para proyectos de largo plazo y de alto riesgo en bioeconomía  |
|                          | F3 | Instrumentos especializados de financiación e inversión para cada una de las etapas del ciclo de desarrollo de tecnologías de la bioeconomía.   |
|                          | F4 | Portafolio claro de negocios en bioeconomía para la atracción de inversión  |
|                          | F5 | Incentivos de financiación e inversión, incluyendo inversión extranjera directa, para proyectos y nuevos negocios asociados a la bioeconomía.   |
| AMBIENTAL                | A1 | Disponibilidad de la biodiversidad y acceso a especies silvestres y nativas   |
|                          | A2 | Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales  |
|                          | A3 | Disponibilidad del aire, agua y suelos de calidad   |
| INFRAESTRUCTURA          | I1 | Plataformas institucionales de vigilancia, medición y control de la bioeconomía.  |
|                          | I2 | Infraestructura para desarrollo experimental, validación de prototipos, pruebas piloto y escalamiento de nuevos productos de la bioeconomía.  |
|                          | I3 | Capacidad institucional para liderar la bioeconomía en el país.   |





|  |    |  |
|--|----|--|
|  | I4 | Infraestructura para la materialización de proyectos del país (proyectos tractores) en sectores de la bioeconomía (bioincubadoras, biobancos, biorrefinerías, entre otros) |
|  | I5 | Capacidad de Bioprospección  |

Fuente: Elaboración propia

Los factores anteriores fueron objeto de consulta a un grupo de 33 expertos en varias regiones del país, a través de entrevistas individuales y grupales. La siguiente gráfica resume la composición de los expertos con los que se interactuó, en el anexo 8 se encuentra el listado de los entrevistados.

Figura 20. Tipo de organizaciones entrevistadas para priorización de factores críticos (%)



Fuente: Elaboración propia

La consulta a expertos aportó información que de un lado permitió agrupar factores por afinidad (primer filtro), según el criterio de los expertos, y de otra parte dio lugar a priorizar y establecer un ranking de prioridad de mayor a menor (segundo filtro), siendo más prioritarios los factores con mayor capacidad de dinamizar la bioeconomía.

A continuación, se explican los dos procesos de filtrado:

**Primer filtro:** A partir de la opinión de los expertos, se hizo un análisis cualitativo para agrupar factores por afinidad, así como para reconocer factores que no constituyen brechas. De esta forma se redujeron los factores a un total de 19, que se enuncian en la tabla 8.





**Tabla 9.** Preselección de factores críticos para dinamizar la bioeconomía por afinidad, tras aplicar el primer filtro.

| #  | Factores pre-seleccionados  | Dimensión                |
|----|---|--------------------------|
| 1  | Capacidad de bioprospección   | Infraestructura          |
| 2  | Capacidad institucional para liderar la bioeconomía en el país.   | Infraestructura          |
| 3  | Comercio internacional de productos de bioeconomía  | Mercado                  |
| 4  | Cumplimiento de requisitos técnicos del mercado   | Mercado                  |
| 5  | Estrategias de propiedad intelectual  | Regulatoria              |
| 6  | Fuentes de conocimiento biotecnológico avanzado, canales de acceso a él y mecanismos de transferencia tecnológica   | Tecnológica              |
| 7  | Incentivos de financiación e inversión, incluyendo inversión extranjera directa, para proyectos y nuevos negocios asociados a la bioeconomía  | Financiación e inversión |
| 8  | Infraestructuras para la materialización de proyectos estratégicos del País (proyectos "tractores") en sectores de la bioeconomía (ej. Bioincubadoras, bancos de tejidos, planta de hemoderivados, bio-refinerías, plataformas de big data bio, centros de bio-escalamiento). | Infraestructura          |
| 9  | Inserción de doctores en la bioeconomía del país  | Talento humano           |
| 10 | Madurez del mercado nacional para productos de la bioeconomía.  | Mercado                  |
| 11 | Marco regulatorio claro y homologado internacionalmente para nuevos negocios de la bioeconomía (Células madre, alimentos médicos, biobancos, etc)   | Regulatoria              |
| 12 | Nivel de alistamiento de las tecnologías de cara al mercado   | Tecnológica              |
| 13 | Normativa que habilite el acceso a los recurso de la biodiversidad colombiana, con fines comerciales  | Regulatoria              |
| 14 | Personal capacitado para la valoración, negociación y transferencia de desarrollos tecnológicos de la bioeconomía   | Talento humano           |
| 15 | Plataformas institucionales de vigilancia, medición y control de la bioeconomía   | Infraestructura          |
| 16 | Portafolio claro de negocios en bioeconomía para la atracción de inversión  | Financiación e inversión |
| 17 | Recursos para proyectos de largo plazo y de alto riesgo en bioeconomía  | Financiación e inversión |
| 18 | Relacionamiento del personal dedicado a bioeconomía con pares internacionales (Científicos, empresariales, institucionales)   | Talento humano           |
| 19 | Tiempos de I+D+i para nuevas soluciones en bioeconomía  | Tecnológica              |

**Fuente:** Elaboración Propia. Equipo consultor

**Segundo filtro:** A continuación, se hizo un análisis cuantitativo de los 19 factores resultantes, para obtener un índice de su nivel de prioridad, a partir de las calificaciones realizadas por los expertos. De esta forma, se obtuvo un índice entre cero (0) y uno (1) para cada factor, siendo cero el nivel mínimo de prioridad y uno el máximo. En el caso de los factores agrupados, el grupo heredó el valor obtenido para su componente más prioritario (se tomó el mayor valor entre sus componentes).

Aplicado este segundo filtro, se obtuvo un listado final de 13 factores críticos, sobre los cuales hubo mayor consenso respecto a su prioridad.



La siguiente tabla presenta los índices de prioridad obtenidos para los factores, ordenados de forma decreciente según el valor obtenido para el índice de prioridad, Se utilizan nombres cortos, para facilitar la posterior presentación gráfica de los factores:

**Tabla 10.** Factores priorizados, tras aplicar segundo filtro

| Ranking | Nombre corto                           | Dimensión                | Índice prioridad |
|---------|--|--------------------------|------------------|
| 1       | Regulación homologada para negocios    | Regulatoria              | 0,62             |
| 2       | Madurez mercado                        | Mercado                  | 0,60             |
| 3       | Fuentes y canales de conocimiento      | Tecnológica              | 0,59             |
| 4       | Liderazgo institucional                | Infraestructura          | 0,58             |
| 5       | Personal capacitado para negocios      | Talento humano           | 0,56             |
| 6       | Financiación alto riesgo y largo plazo | Financiación e inversión | 0,55             |
| 7       | Normativa acceso a recursos            | Regulatoria              | 0,51             |
| 8       | Infraestructuras proyectos tractores   | Infraestructura          | 0,48             |
| 9       | Tiempos de I+D+i                       | Tecnológica              | 0,47             |
| 10      | Alistamiento de tecnologías            | Tecnológica              | 0,46             |
| 11      | Incentivos inversión                   | Financiación e inversión | 0,45             |
| 12      | Estrategias PI                         | Regulatoria              | 0,40             |
| 13      | Portafolio proyectos de inversión      | Financiación e inversión | 0,40             |
| 14      | Requisitos técnicos de mercado         | Mercado                  | 0,34             |
| 15      | Relacionamiento internacional          | Talento humano           | 0,31             |
| 16      | Capacidad de bioprospección            | Infraestructura          | 0,27             |
| 17      | Inserción de doctores                  | Talento humano           | 0,25             |
| 18      | Comercio internacional                 | Mercado                  | 0,22             |
| 19      | Vigilancia, medición y control         | Infraestructura          | 0,22             |

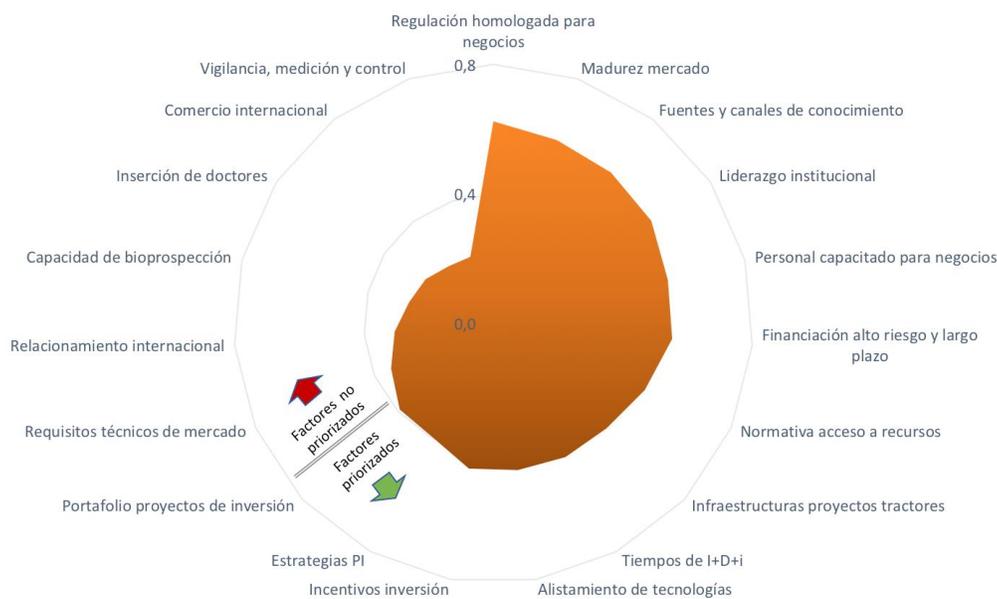
**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados anteriores son presentados en la figura siguiente. En ella se puede identificar el corte realizado, donde se priorizan los 13 factores que obtuvieron índices de prioridad iguales o mayores a 0,4. Mientras tanto, los factores con índices inferiores a dicho valor se consideran no priorizados<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Pese a que quedaron seis factores en la zona de no priorizados, eventualmente se podrán retomar sus hallazgos en el desarrollo de estrategias y lineamientos, dado que estos factores pueden generar condiciones habilitadoras para la materialización de algunos de los factores priorizados.



**Figura 21.** Priorización de factores para dinamizar la bioeconomía en Colombia (1 es máxima prioridad)



Fuente: Elaboración propia

## 2.2. FACTORES CRÍTICOS PRIORIZADOS

Se presentan a continuación los factores que fueron obtenidos tras interpretar las entrevistas de los expertos. Los factores críticos resultantes de estas entrevistas y análisis se clasifican en seis dimensiones: regulación, tecnología, mercado, financiación e inversión, infraestructura, talento humano.

Para cada uno de los factores críticos que presenta una síntesis de las consideraciones y conceptos planteados por los expertos. Estas consideraciones aportan información de detalle para comprender de forma contextualizada el factor y su incidencia en la bioeconomía, a la vez que se plantean algunas causas y eventuales acciones de mejoramiento para los factores.





### 2.2.1 Dimensión regulación

Se encontraron tres factores críticos relacionados con la regulación:

- **Marco regulatorio claro y homologado con estándares internacionales para nuevos negocios de la bioeconomía (Células madre, alimentos médicos, biobancos, etc)**

En este factor se considera la necesidad de contar con un marco de normativas adecuadas e instrumentos ágiles, para demostrar el cumplimiento y obtener los permisos que se requieren para entrar con nuevos productos de bioeconomía en los mercados nacional e internacional.

Se conceptuó que si bien existen elementos de marco regulatorio<sup>11</sup>, no están articulados entre sí, dando lugar a instrumentos y procedimientos de difícil aplicación. También se consideró que en algunos casos falta homologación, e incluso que pese a la existencia de elementos normativos, todavía quedan vacíos en las normas.

Al conjugarse las deficiencias anteriores, se considera que es difícil la comprensión de la norma, apareciendo múltiples interpretaciones y volviendo complejos los procesos a seguir para implementar negocios de bioeconomía en nuevas áreas.

De otra parte, el cumplimiento de condiciones regulatorias establecidas está limitado por condiciones de infraestructura para validación de nuevos productos, que hoy es limitado en el País.

- **Normativa que habilite el acceso a los recursos de la biodiversidad colombiana, con fines comerciales**

Este factor considera la necesidad de contar los elementos normativos (marco e instrumentos) que permitan el cumplimiento de condiciones para acceder a los recursos de biodiversidad, y hagan viable el cumplimiento de los trámites y costos de trámite para acceder.

De este factor se analizaron dos aspectos centrales: la existencia de normativa, y de otra parte su nivel de difusión.

Respecto a lo primero, se conceptuó que si bien el País ha seguido un proceso para definir una normativa que se ajuste a las disposiciones del Protocolo de Nagoya y con ello cumplir con requerimientos internacionales, surgen problemas de instrumentación (correspondiente a la forma como están definidos los procedimientos, roles y métodos aplicados para el

---

<sup>11</sup>En el numeral 1.1.2 de este documento se hace un resumen de la situación regulatoria para el acceso de negocios de bioeconomía al mercado.





desarrollo de procesos que den cumplimiento a la normativa). Esto genera barreras para la puesta en operación de nuevos negocios de bioeconomía.

De otra parte, de forma reiterada se menciona que falta divulgación de la normativa, lo cual dificulta la aplicación por desconocimiento de la norma y de la forma de aplicarla. Por este motivo, se considera que pocos actores cuentan con capacidades para cumplir los procedimientos y demostrar el cumplimiento de la normativa. Así mismo se indica que falta orientación por parte de las entidades públicas respecto a dónde dirigirse y cómo tramitar. Por este motivo, campañas de divulgación no sólo deberían enfocarse en las organizaciones que lideran proyectos de bioeconomía, sino que también es importante cubrir a las entidades, para garantizar que los funcionarios que atienden solicitudes y trámites tengan los conceptos necesarios.

- **Estrategias de propiedad intelectual (PI)**

En este factor se considera la necesidad de mejorar capacidades de gestión estratégica de la propiedad intelectual. Esto incluye el manejo integral de esta gestión (manejo jurídico acompañado de visión estratégica, de negocios y tecnológica), y el desarrollo de estrategias de negocios basados en propiedad intelectual (ej. Oportunidades de negocios donde haya libertad de operación).

Se mencionó que, pese a los esfuerzos para generar capacidades en esta materia en los últimos años, aún no tenemos en Colombia la experiencia que permita negociar correctamente los derechos de PI en instancias internacionales, y que hace falta la presencia y fortalecimiento de iniciativas de fomento a la PI, que ayuden a elevar la capacidad de gestión estratégica de la PI para asuntos bio.

También es considerada la gestión de PI como una condición para acortar las brechas entre universidad y empresa, y facilitar acuerdos de desarrollo de negocios de bioeconomía intensivos en conocimiento. Contar con políticas de PI claras en universidades y empresas, junto con el fortalecimiento de las capacidades de negociación y gestión estratégica de la PI, ayudaría a que ésta sea un catalizador de la colaboración, en lugar de un factor de disuasión.

Dentro de este factor se considera el desarrollo de estrategias de identificación de tecnologías apropiables y explotables en Colombia, para las cuáles haya libertad de operación; así como el desarrollo de normativa que habilite patentes de segundo uso (especialmente relevante para el sector farmacéutico).

### **2.2.1 Dimensión tecnología**

En esta dimensión se encontraron tres factores críticos, a saber:

- **Fuentes de conocimiento biotecnológico avanzado y canales de acceso a él**





Se considera en este factor la necesidad de intensificar y actualizar la base de conocimiento en el País, así como intensificar los niveles de transferencia y aplicación del conocimiento avanzado. Implica fortalecer canales de acceso y transferencia, para generar flujos de conocimiento de: centros de referencia en el mundo hacia Colombia, de generadores a usuarios, entre regiones colombianas.

Según los expertos, en el País ya se encuentra una buena base científica, pero faltan mecanismos para acceder a dicho conocimiento y utilizarlo. Consideran que falta ganar experiencia en el uso de mecanismos de transferencia de tecnología (incluyendo el ampliar el abanico de esquemas de negociación y acuerdos de transferencia aplicables) y de apropiación del conocimiento. También consideran que falta desarrollar la capacidad absorbente de nuevos conocimientos de biotecnología y bioeconomía en las empresas colombianas, para que la transferencia y apropiación del conocimiento bio sean efectivos. Esto mismo está relacionado con el desarrollo de proyectos colaborativos entre la investigación y la empresa, buscando materializar desarrollos fuera del laboratorio, que cierren brechas de mercado y se puedan acelerar como nuevas unidades de negocio de bioeconomía.

También se indicó que las necesidades de acceso al conocimiento y generación de aprendizajes sobre bioeconomía no se limita a los agentes que participan en los procesos de I+D+i, sino que también competen a las personas responsables de formular políticas y de operar procesos de despliegue a las políticas. Se recalcó que, dada la complejidad y multidisciplinariedad asociada a los proyectos de bioeconomía, es importante que haya difusión de conocimiento en un nivel suficiente para nivelar a los formuladores de políticas relacionadas con bioeconomía, y operadores de procesos de despliegue de las políticas. Con ello se procuraría que las políticas e instrumentos a utilizar en el sector partan de un mayor conocimiento del régimen tecnológico y económico de la bioeconomía, y con ello las políticas e instrumentos sean más funcionales, efectivos y adaptables a las dinámicas actuales y futuras en este sector.

Se mencionó que hoy hay asimetría de información en relación con el conocimiento Bio avanzado, lo cual genera problemas de acceso que impide el desarrollo de nuevas oportunidades. Por este motivo se plantea la necesidad de fortalecer observatorios y mecanismos que recopilen, sistematicen, distribuyan y pongan disponible la información.

Falta actualizarse con fuentes de conocimiento internacional en materia bio, así como mejorar los canales de acceso y transferencia entre regiones del País, pues hoy el conocimiento y capacidades avanzadas se concentran en 3 ciudades, lo que marca una oportunidad para desarrollar mecanismos de integración con regiones que hoy están apartadas y desconectadas.

Un componente de este factor lo constituye la necesidad de contar con información sobre el recurso genético del País. A este respecto se conceptuó que lo que se requiere es ganar conocimiento sobre las posibilidades tecnológicas y funcionales de dichos recursos y no





limitarse a conocimiento de tipo taxonómico, para que de allí se deriven oportunidades de nuevos productos y actividades de bioeconomía.

Del mismo modo, el conocimiento de uso tradicional y ancestral se considera en este factor, pues a partir del conocimiento ancestral cabe reconocer oportunidades para generar valor. Se conceptuó que, si bien hay información levantada, hacen falta validaciones, así como un proceso de valoración y remuneración local a las comunidades. Hace falta documentar dichos conocimientos utilizando lenguaje, formatos y clasificaciones científicas, así como resolver brechas de valoración y remuneración local (que se entre a los mercados con negocios de alto valor, que incorporen dicho conocimiento y establezcan remuneraciones locales justas.

- **Tiempos de I+D+i para nuevas soluciones en bioeconomía**

Este factor se entiende como lentitud en el tiempo transcurrido desde que se inicia un desarrollo en bioeconomía, hasta la materialización como solución, producto o negocio. Dificultades para hacer desarrollos rápidos inciden en un menor aprovechamiento de las ventanas de oportunidad del mercado.

Se conceptúa que los tiempos actuales para desarrollar productos y soluciones en bioeconomía son elevados, disminuyendo las oportunidades en el mercado. Se plantea que puede haber problemas de capacidad de gestión de las oportunidades de Innovación y que se requiere aprender a acortar los tiempos, por ejemplo, generando incentivos al desarrollo de proyectos en corto tiempo, planteamiento de retos de país a resolver en un tiempo límite.

También se indicó que los altos tiempos en el desarrollo de las soluciones puede estar asociado a: restricciones presupuestales en general para I+D, que son más agudas para la financiación de proyectos orientados a generar aplicaciones; desbalance entre proyectos de investigación orientados a generar nuevo conocimiento, y proyectos orientados a generar aplicaciones y soluciones, lo que lleva a que gran parte de los descubrimientos y avances obtenidos no sean aprovechados; tiempos de I+D asociados a procesos que por su naturaleza son de largo plazo.

Se plantea también que los tiempos elevados suelen estar asociados a problemas de financiación, especialmente porque los mecanismos de financiación no consideran plazos adecuados a los tiempos de los desarrollos bio (muchas veces son sólo vigencias anuales) y se concentran en etapas iniciales de investigación, desatendiendo en muchos casos la necesidad de financiamiento a etapas finales del desarrollo y lanzamiento de las innovaciones. Esta brecha también se relaciona con un déficit de mecanismos de validación y escalamiento de soluciones.

- **Nivel de alistamiento de las tecnologías de cara al mercado**

En este factor se considera el predominio de desarrollos tecnológicos en fases experimentales (prototipos, pilotos, pruebas piloto). Una minoría de los desarrollos han





superado las fases de laboratorio y se ha avanzado en escalamiento y desarrollo de soluciones para salida al mercado.

Los expertos consideran que en el sector se han desarrollado proyectos de los cuales dan resultado tecnologías en fases tempranas de desarrollo (prototipos o pruebas piloto), aunque en algunos sectores se encuentran desarrollos más avanzados, caso de los agro bioinsumos, o desarrollos en temas de salud de interés especial (ej.: Enfermedades tropicales).

Dentro de las causas indicadas se reporta: desconexión con el mercado, perdiendo la capacidad aceleradora de este último; brechas universidad- empresa, incluyendo:

- Deficiencias en los mecanismos de relacionamiento y cimiento de acuerdos rápidos.
- Proyectos de biotecnología orientados por estímulos académicos, sin considerar suficientemente las necesidades de mercado y contexto de los negocios (ej. Restricciones normativas a los recursos y a los mercados, saneamiento de la PI, requerimientos de inversión, necesidades de plataformas para el escalamiento y operación de negocios, entre otras condiciones).
- Baja capacidad para identificar y gestionar oportunidades de Innovación.
- Aversión al riesgo por parte de inversionistas, limitando la financiación de proyectos de bioeconomía en etapas post-laboratorio. Esta situación conduce a que gran parte de las oportunidades de innovación queden atrapadas en un cuello de botella (El valle de la muerte), como proyectos inconclusos porque las tecnologías alcanzan niveles de alistamiento a escala experimental, pero no adecuadas para las condiciones de operación industrial y comercial.
- Falta de consideración de la cadena al iniciar los proyectos. En el caso específico de bio-fármacos, se considera que en muchos casos es menor el costo de importar medicamentos que desarrollar productos localmente, bajo las condiciones de infraestructura tecnológica actuales.

## 2.2.2 Dimensión financiación e inversión

En esta dimensión se identificaron tres factores críticos:

- **Mecanismos de financiación para proyectos de largo plazo y de alto riesgo en bioeconomía**

Este factor considera dificultades para financiar todo el ciclo de desarrollo para soluciones de bioeconomía usando los mecanismos de cofinanciación tradicionales, porque los tiempos de desarrollo de todas las fases superan las vigencias presupuestales de entes públicos. Necesidad de mecanismos que no dependan de periodos de la administración pública, y aproveche otras fuentes.





Los expertos manifiestan que la materialización de proyectos de innovación en bioeconomía requiere instrumentos que consideren las condiciones específicas de plazos de desarrollo y niveles de riesgo de este sector.

La deficiencia de mecanismos de este tipo puede estar asociada a la ausencia de una estrategia de desarrollo de País a largo plazo, que considere las apuestas y oportunidades de desarrollo asociadas a la bioeconomía y establezca hojas de ruta bajo las cuáles se puedan dirigir recursos para el desarrollo de proyectos de largo plazo, financien múltiples etapas del ciclo de I+D+i, sin estar limitadas por las vigencias de la administración pública, y se evite la atomización de recursos en múltiples proyectos (lo cual genera el riesgo de disminuir los resultados).

Una condición planteada en este factor es que los instrumentos de financiación deberían ser capacidades de cubrir las diversas etapas del ciclo de desarrollo de tecnologías y soluciones de bioeconomía, pues hoy hay vacíos de financiación en etapas finales de prueba de concepto, escalamiento y preparación de la salida al mercado, generando un cuello de botella (valle de la muerte).

También se plantea a este respecto que actualmente hay una fuerte dependencia de la financiación pública, como Colciencias y recursos de regalías. Esto se refleja en una baja presencia de otras fuentes y mecanismos de financiamiento e inversión, especialmente capitales privados.

- **Incentivos de financiación e inversión, para proyectos y nuevos negocios asociados a la bioeconomía**

Este factor indica la necesidad de desarrollar estímulos positivos para actores que inviertan en proyectos de bioeconomía de valor agregado, para compensar fallas de mercado, aversiones al riesgo y costos de trámites, entre otros.

Según los testimonios de expertos, si bien ya hay incentivos, estos son multisectoriales no especializados en negocios y proyectos de bioeconomía, lo cual disminuye su potencial de aplicación. Adicionalmente, algunos incentivos complementarios (ej. para compra de maquinaria, control de emisiones, mejora de eficiencias) sólo se aplican marginalmente porque no son suficientemente conocidos.

Un sistema de incentivos bien estructurado puede aumentar el valor de un portafolio de inversión en proyectos de negocios de bioeconomía, lo cual puede contribuir a movilizar recursos, compensando factores generadores de incertidumbre en este tipo de proyectos, como: altos costos, altos riesgos, orientación a mercados no maduros.





- **Portafolio claro de negocios en bioeconomía para la atracción de inversión**

En este factor se alude a la ausencia y necesidad de conformar dicho portafolio, pues si este estuviera conformado, serviría como mecanismo de gestión financiera con el cual sea posible hacer promoción de oportunidades de inversión y atraer capitales, diversificar riesgos de inversión en bioeconomía y canalizar incentivos.

La carencia de este portafolio es uno de los factores que pueden incidir en que, pese a la existencia de flujos significativos de inversión en proyectos de biodiversidad en los ámbitos nacional e internacional, es una fracción menor la que se dedica a proyectos de investigación, innovación y desarrollo de soluciones de bioeconomía con alto valor agregado.

Los entrevistados consideran que, para establecer y gestionar un portafolio de inversión en nuevos negocios de bioeconomía, es necesario que se establezca una entidad, hoy no identificable, que asuma el rol de gestionar y promocionar dicho portafolio. Además, dicha entidad deberá generar las capacidades para gestionar dicho portafolio y promocionarlo teniendo en cuenta los criterios y procesos bajo los cuáles se toman decisiones y aplican recursos por parte de financiadores e inversionistas nacionales e internacionales.

También hace falta avanzar en el entendimiento estratégico de las oportunidades de negocios y desarrollo económico que se puede obtener mediante la bioeconomía.

### **2.2.3 Dimensión infraestructura**

En el marco del estudio realizado, se entendió esta dimensión como el conjunto de plataformas necesarias para habilitar procesos de bioeconomía en Colombia. Esta consideración implica que las posibles infraestructuras a considerar como factores críticos sean de tipo tangible (activos físicos) e intangible (plataformas institucionales u organizacionales). Al desarrollar la revisión de factores relacionados con esta dimensión, se encontraron dos factores críticos:

- **Capacidad institucional para liderar la bioeconomía en el país.**

En este factor se plantea la necesidad de contar con un ente de orden nacional y de alto nivel al que se encargue la responsabilidad de liderar el desarrollo de visión, estrategia y operación de políticas y programas de desarrollo en bioeconomía, articule y coordine actores, y gestione recursos requeridos.

La bioeconomía es un concepto nuevo en Colombia, lo cual explica que no haya aún una institucionalidad que asuma el liderazgo y desarrollo de la misma. Si bien en definiciones de País se ha tratado de establecer objetivos, no se ha avanzado en mecanismos de gobernanza para alcanzarlos. Se ha probado con un Conpes en biotecnología y una comisión de sabios (que no está vigente hoy) que no constituyen una institucionalidad que gestione el desarrollo de la bioeconomía.





Se considera que este rol lo debe asumir un organismo de alto nivel, y la integración de varios ministerios. Esta institucionalidad podrá orientar la estrategia de Bioeconomía a nivel nacional en sus lineamientos generales y coordinará una agenda de acción con las regiones ya que la bioeconomía se especializa en cada territorio.

De otra parte, en las regiones se identifican avances en el tema, pero falta una contraparte nacional que coordine y armonice estos esfuerzos, irradiando políticas y programas, y facilitando la aplicación de recursos de orden nacional a las iniciativas de bioeconomía regional.

- **Infraestructuras para la materialización de proyectos estratégicos de País (proyectos "tractores") en sectores de la bioeconomía**

Este factor alude a insuficiencias en dotación de plataformas de I+D+i con las cuáles sea posible desarrollar proyectos estratégicos en bioeconomía para el País. Incluye la necesidad de definir los proyectos estratégicos de País, e invertir en la instalación de las infraestructuras requeridas para viabilizar dichos proyectos.

A medida que se discute en torno a las apuestas de futuro que podría abordar el País en materia de bioeconomía, han surgido oportunidades en sectores como salud (ej. terapias médicas basadas en tejidos, terapia celular y hemoderivados), alimentos (ej. alimentos funcionales, nutraceuticos y medicinales), energía (aprovechamiento energético de biomasa), agricultura (bioinsumos agrícolas), cosmética (cosméticos naturales) y químico (biomateriales y bioingredientes industriales). Sin embargo, al definir e iniciar el desarrollo de proyectos de I+D+i en el marco de estas oportunidades, es usual encontrarse con restricciones para completar las soluciones y productos, porque hacen falta infraestructuras que permitan completar los desarrollos, tales como bioincubadoras, bioaceleradoras, bancos de tejidos, planta de hemoderivados, bio-refinerías, plataformas de big data bio, centros de bio-escalamiento, parques tecnológicos. La ausencia de estas infraestructuras refuerza la no superación del valle de la muerte, limitando la capacidad para pasar del laboratorio al mercado con productos de bioeconomía y procesos productivos que cumplan requerimientos de mercado y con volúmenes de producción suficiente para atender una alta demanda (que es de esperar, en caso de que los productos se difundan y posicionen en el mercado).

Lo anterior se puede explicar porque hasta ahora, el País cuenta fundamentalmente con infraestructuras tecnológicas en poder de la academia, sin embargo, estas infraestructuras fueron conformadas para fines de investigación, que no fueron pensadas ni tienen las escalas necesarias para habilitar los proyectos de nuevos productos y negocios de bioeconomía en etapas finales.

Se considera que la falta de estas infraestructuras está asociada a la falta de priorizar las apuestas de País en materia de bioeconomía, pues esta condición es necesaria para que





los recursos se canalicen para la conformación de las infraestructuras que sirvan como plataforma para la materialización de dichas apuestas.

Igualmente, se plantea que la sostenibilidad de estas plataformas requiere que haya liderazgos institucionales que consoliden las capacidades y garanticen que las inversiones en infraestructuras sean aprovechadas en la materialización de proyectos tractores. De otra parte, las inversiones en infraestructura se pueden combinar con fondos para financiar pruebas en otros países en áreas de oportunidad que no sean las prioritarias para el País, lo cual evitaría invertir en plataformas que se vuelvan obsoletas rápidamente.

#### **2.2.4 Dimensión mercado**

Las condiciones encontradas en esta dimensión se resumen en un factor crítico:

- **Madurez del mercado nacional para productos de bioeconomía**

Este factor considera el desconocimiento de conceptos de bioeconomía en el mercado nacional, frenando la aplicación de soluciones y generando perfiles de demanda incipientes o nulos. Lleva asociados problemas de difusión y apropiación de conceptos de productos, soluciones de bioeconomía y sostenibilidad del lado de la demanda, así como debilidades para la asimilación de tecnologías y conceptos productivos de bioeconomía, del lado de la oferta (empresas usuarias de desarrollos de bioeconomía).

La aparición reciente de la bioeconomía y otros conceptos asociados (como biodiversidad, biotecnología, entre otros) implica que apenas se estén conformando patrones y perfiles incipientes de oferta y demanda de productos de bioeconomía en Colombia. Esta condición de inmadurez en este mercado da lugar a varios fenómenos convergentes, de acuerdo con el concepto de los expertos consultados:

Desarrolladores de tecnologías y generadores de conocimiento para bioeconomía cuentan con una base útil de capacidades, pero falta claridad respecto a cuáles son los mercados a explotar y las capacidades y tecnologías en las que se debe garantizar un alto dominio.

Conceptos de bioeconomía conocidos por investigadores y personas involucradas directamente en esta área, pero desconocidos por las mayorías, por falta de un proceso de difusión sostenido en el tiempo.

Al faltar un mercado que genere una demanda estable y de volumen significativo, no se han dado señales que integren y desarrollen cadenas productivas que sean competitivas.

Faltan iniciativas y experiencia en la lectura del mercado, y en el desarrollo de campañas de promoción que estimulen la demanda de productos de bioeconomía.

La ausencia de señales de la demanda desestimula el desarrollo y comercialización de nuevos productos de bioeconomía, lo cual a su vez retrasa la maduración del mercado, constituyendo un círculo vicioso.





Las empresas llamadas a usar biotecnología y apropiar soluciones de bioeconomía para atender sus mercados también muestran un bajo reconocimiento del concepto y potencialidades de desarrollos, insumos y procesos basados en soluciones de bioeconomía, así como un bajo nivel de apropiación de estas tecnologías y soluciones. Pero si se generaran señales de demanda favorables a productos de bioeconomía, es factible que estas empresas tomen la decisión de adoptar los cambios tecnológicos necesarios. De otra parte, se puede prever que un porcentaje significativo de empresas tengan debilidades para asimilar y utilizar nuevas tecnologías, lo cual podría retrasar el cambio hacia las actividades industriales de bioeconomía.

También fue planteado de forma reiterada que en la medida que se difundan los conceptos y soluciones de bioeconomía en los mercados y estos maduren, se tendrá una oportunidad para reemplazar ingredientes de origen petroquímico por otros de origen biológico y que ofrecen mejores condiciones de sostenibilidad.

### **2.2.5 Dimensión talento humano**

Se identificó como factor crítico:

- **Formación de personal capacitado para negocios de valor agregado en bioeconomía**

Este factor alude a la falta de una oferta educativa orientada a formar un talento humano con competencias en temas de negocios, mercados y gestión de innovación, para la bioeconomía, y como consecuencia de ello, al número muy limitado de personas con dichas competencias, lo que resulta insuficiente para atender las demandas laborales de un nuevo sector de bioeconomía. Aunque hay un buen volumen de personal formado en biotecnología, falta generar competencias para desarrollo y gestión de negocios de bioeconomía.

Dado que el tema de bioeconomía es reciente y apenas empieza a difundirse en el ámbito colombiano, las universidades apenas empiezan a incluirla en su oferta académica. Algunas universidades ofrecen programas de educación continua (como diplomados) o incorporan cursos sobre bioeconomía en planes de estudio. De otra parte, existen posgrados en biotecnología, pero falta complementarlos con programas equivalentes en bioeconomía. En la medida que estos programas se desarrollen, a mediano plazo se podrá contar en el sector con personal capacitado para gestionar negocios de valor agregado y estrategias de desarrollo en bioeconomía.

Dentro de las competencias que se requiere formar en el nuevo personal que atienda proyectos, negocios y estrategias de bioeconomía en Colombia, será importante que se dominen procesos de valoración, negociación y transferencia de desarrollos tecnológicos de la bioeconomía, para lo cual se requerirá personal con formación en bioeconomía, interactuando con equipos interdisciplinarios de especialistas, con alto conocimiento de gestión.





También se indica que hace falta mejorar el nivel de conocimiento del personal respecto a los contextos y entornos que darán marco a los futuros negocios y proyectos de bioeconomía en Colombia.

### 2.3 VALIDACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS

Se realizó un taller de validación de los 13 factores críticos priorizados, con la participación de 30 expertos nacionales<sup>12</sup>. El taller tuvo como propósitos:

- Validar la pertinencia de los factores resultantes del análisis previamente descrito.
- Ubicarlos en horizontes de tiempo, para identificar cuáles pueden requerir acciones de corto, mediano y largo plazo.

Para validar la selección de factores, se preguntó a los asistentes qué tanto se dinamizaría la bioeconomía colombiana, en caso de resolverse el factor. Se estableció una variable denominada **potencial dinamizador** de cada factor, con valores entre 1 y 4. Se esperaba que si un factor realmente tuviera un potencial dinamizador significativo para la bioeconomía, y en consecuencia pudiera considerarse un factor crítico prioritario, debería obtenerse un potencial dinamizador superior a tres. El resultado obtenido fue favorable, pues todos los factores fueron calificados por el grupo de expertos dentro de este rango, obteniéndose para los 13 factores analizados valores promedio por encima de 3,30.

Validados que los trece factores son pertinentes por su potencial dinamizador, el siguiente análisis consistió en explorar posibles horizontes de tiempo para el abordaje de los factores, se usaron dos variables: **capacidad para resolver el factor**, y **velocidad para obtener resultados** tras haber actuado sobre el factor. Los resultados de aplicación de estas dos variables (que también están en escala entre 1 y 4) se presentaron en una gráfica con dos ejes, presentada a continuación, siendo el eje X la capacidad para resolver el factor, y el eje Y la velocidad para obtener resultados.

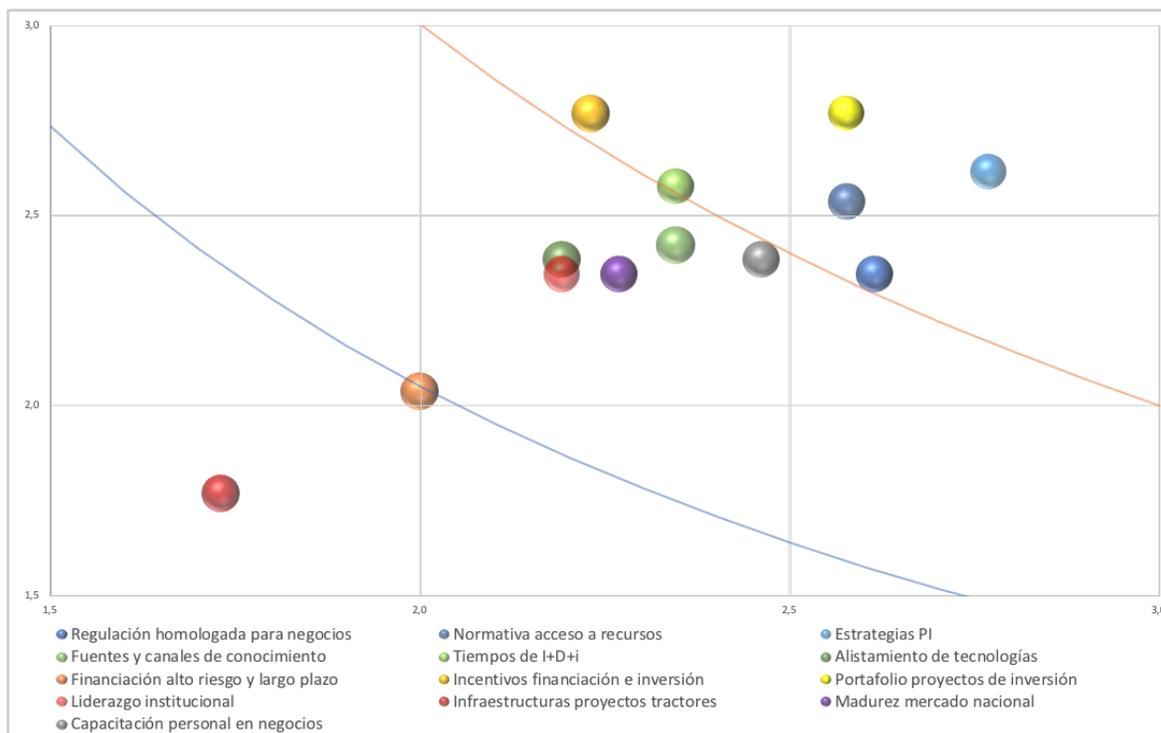
---

<sup>12</sup> El taller se realizó en Medellín, el día 22 de marzo de 2018, mediante diligenciamiento de formulario virtual en el sitio, y discusión de resultados al final del taller. En el Anexo 8 se reportan los expertos que participaron en esta actividad.





Figura 22. Factores críticos, análisis de capacidad vs. Velocidad de resultados



Fuente: Elaboración propia

La ubicación de los factores críticos en esta gráfica indica que se pueden reconocer tres zonas donde se ubican los factores:

- La zona de impacto inmediato (victorias tempranas) incluye factores para los cuales hay una alta capacidad de resolución y alta velocidad para obtener resultados<sup>13</sup>: estrategias de PI, portafolio de proyectos de inversión, normativa de acceso a recursos, regulación homologada para negocios, incentivos a financiación e inversión, tiempos de I+D+i.
- La zona intermedia corresponde a factores con niveles medios entre la capacidad resolución y la velocidad para obtener resultados<sup>14</sup>. Incluye capacitación a personal en negocios de bioeconomía, fuentes y canales de conocimiento, madurez del mercado nacional, alistamiento de tecnologías, liderazgo institucional.
- Zona de apuestas para el futuro: factores que implican un esfuerzo mayor y probablemente muestren resultados a largo plazo, pero que no por ello deben ser dejados de lado (o aplazados para iniciar en el futuro), pues pueden contribuir a que

<sup>13</sup> Para estos factores, el resultado de multiplicar los valores de los dos ejes es mayor a 6. Estos valores se encuentran por encima de la curva roja de la gráfica.

<sup>14</sup> Para los factores de este grupo, el resultado de multiplicar los valores de los dos ejes se encuentra entre 4 y 6. Estos valores corresponden a la zona entre las curvas roja y azul de la gráfica.





las dinámicas de la bioeconomía colombiana sean sostenibles<sup>15</sup>. Los factores en esta zona son: Financiación de alto riesgo y largo plazo, infraestructuras para proyectos tractores.

Los factores validados y ubicados en las zonas anteriores sirven de insumo para el planteamiento de estrategias, en el capítulo siguiente.

## 2.4 MATRIZ DOFA

Los factores críticos descritos en el numeral anterior fueron incorporados a una matriz DOFA, bajo la consideración de que todos los factores anteriores constituyen brechas para el desarrollo de la bioeconomía colombiana.

En este estudio se considera que las debilidades corresponden a factores cuyo origen se da al interior del sector de bioeconomía, incluyendo en ellos los agentes que se involucran en actividades de I+D+i más cadenas de producción y abastecimiento necesarias para ofrecer nuevos productos de bioeconomía. Por su parte, los factores se clasifican como amenazas cuando se trata de situaciones originadas no al interior del sector de bioeconomía, sino en elementos del entorno con el que interactúa el sector, tales como: entorno normativo, mercado final, sistema financiero, sistema educativo. De esta manera, los factores objeto de estudio se clasificaron en debilidades y amenazas, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Es de aclarar que por la orientación del estudio (encaminado a identificar, analizar y priorizar brechas), los factores críticos abordados correspondieron a debilidades y amenazas, pero no a fortalezas y oportunidades. Por este motivo, para completar la matriz DOFA fue necesario identificar estas últimas a partir de información recopilada en la fase 1 de este estudio y en el capítulo de análisis de situación de la bioeconomía colombiana.

**Tabla 11.** Matriz DOFA, con factores críticos de la bioeconomía colombiana

| Fortalezas  | Oportunidades   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Alta biodiversidad de Colombia</li> <li>Sectores vinculados a bioeconomía con tradición en Colombia (ej.: agro, alimentos, cosméticos, química, energía, salud)</li> <li>Aumento de la producción científica colombiana en áreas relacionadas con la bioeconomía</li> <li>Existencia de actores generadores de conocimiento y dinamizadores de la bioeconomía en varias regiones del País</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Oferta de servicios ecosistémicos</li> <li>Disponibilidad y acceso a la biodiversidad, para nuevas actividades de bioeconomía</li> <li>Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales</li> <li>Valorización de biomasa residual, bajo economía circular</li> <li>Adherencia al cumplimiento de objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y al Acuerdo de Cambio Climático de París</li> </ul> |

<sup>15</sup> Corresponden a los factores cuyo producto de multiplicar los valores de ambos ejes da un resultado inferior a 4. Corresponde a la zona debajo de la curva azul, en la gráfica.





|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda internacional creciente de bienes y servicios de bioeconomía</li> </ul>   |
| <b>Debilidades</b>   | <b>Amenazas</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca experiencia en estrategias de propiedad intelectual</li> <li>• Falta de canales de acceso al conocimiento sobre biotecnología, recursos genéticos y conocimientos ancestrales</li> <li>• Tiempos de I+D+i elevados para nuevas soluciones en bioeconomía</li> <li>• Bajo nivel de alistamiento de las tecnologías de cara al mercado</li> <li>• Deficiencias de capacidad institucional para liderar la bioeconomía en el país.</li> <li>• Falta de infraestructuras para la materialización de proyectos estratégicos del País (proyectos "tractores")</li> <li>• Falta de portafolios de negocios en bioeconomía para la atracción de inversión</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiencias en condiciones regulatorias homologadas internacionalmente para nuevos negocios de la bioeconomía</li> <li>• Condiciones normativas que desincentivan el acceso a los recursos de la biodiversidad colombiana con fines comerciales</li> <li>• Inmadurez del mercado nacional para productos de la bioeconomía</li> <li>• Insuficiencia de fuentes de recursos para proyectos de largo plazo y de alto riesgo en bioeconomía</li> <li>• Falta de incentivos fiscales a la financiación e inversión de proyectos y nuevos negocios asociados a la bioeconomía</li> <li>• Oferta educativa no adecuada para formar competencias que requieren los negocios de valor agregado en bioeconomía</li> </ul> |

**Fuente:** Elaboración propia según entrevistas realizadas

La matriz DOFA enumera en sus dos cuadrantes superiores un conjunto de oportunidades y fortalezas que indican que existe un potencial para activar una apuesta de país en torno a la bioeconomía. Este potencial parte de fortalezas que incluyen la existencia de una biodiversidad dentro de las más altas del planeta, combinado con la presencia de capacidades empresariales, institucionales y científicas que constituyen una base importante para la integración de un sector bioeconomía habilitado para abordar proyectos de bioeconomía, cumpliendo muchos de los roles que se requieren para desarrollar soluciones y ponerlas en el mercado. De otra parte, se encuentran dentro de las oportunidades una serie de nuevas tendencias y asuntos que van tomando fuerza en las estrategias de desarrollo sostenible, que sugieren un potencial creciente para el desarrollo de soluciones de bioeconomía que atiendan dichas oportunidades.

Para aprovechar el potencial anterior, se deben atender restricciones que hasta ahora limitan el desarrollo de un sector bioeconomía. Buena parte de estas restricciones corresponden a brechas de capacidades por parte de los actores llamados a hacer parte del sector bioeconomía, que aparecen listadas en el cuadrante de debilidades. Acciones tendientes a generar aprendizajes, mejorar procesos, canales, infraestructuras de I+D+i y gestión, así como a mejorar la capacidad de gestión financiera de proyectos de negocio en bioeconomía, pueden ayudar a reducir las restricciones de este cuadrante. De forma complementaria, se identifican que otros de los factores que hoy constituyen una restricción





para dinamizar la bioeconomía corresponden a factores normativo-institucionales, de mercado, así como de conexión con los sistemas financiero, y educativo. Para abordar este cuadrante se requiere un enfoque diferente al de desarrollo de capacidades, pues su resolución implica realizar un trabajo de concertación y desarrollo de objetivos, agendas de trabajo y puesta en marcha de instrumentos, programas e iniciativas en espacios de concertación.

Las consideraciones anteriores constituyen un insumo para el planteamiento de estrategias tendientes a reducir las restricciones (debilidades y amenazas), para que con ello sea posible desarrollar una plataforma capaz de gestionar proyectos de interés para el País y sus regiones (proyectos tractores que aprovechen las oportunidades), con los cuales puedan aprovecharse las fortalezas hoy existentes en el País (biodiversidad y base de capacidades). De esta forma pueden identificarse elementos de partida para plantear una apuesta de País en materia de bioeconomía, que será desarrollada en el capítulo siguiente.





## **CAPITULO III. RECOMENDACIONES DE POLÍTICA DE BIOECONOMÍA**

**Elaborado por:**

María José Ospina

Diego Moñux Chércoles

Claudia Marcela Betancur G

Edgar Rene Yepes

COLOMBIA



### 3. Capítulo III: RECOMENDACIONES DE POLÍTICA DE BIOECONOMÍA

Desde hace casi más de dos décadas, se han venido desarrollando múltiples documentos de estrategia y se han puesto en marcha programas para el soporte de la economía verde y de la bioeconomía en Colombia (incluso cuando el término hasta ahora termina de acuñarse en nuestro país): iniciativas como Colombia BIO, el Programa de Biotecnología y la convocatoria para el apoyo de crecimiento de Bioempresas, el CONPES en los temas de biotecnología, conservación y cambio climático y planes como el Plan Nacional de Negocios Verdes, son sólo una muestra de ello.

A pesar de esto, y si bien la transición hacia la bioeconomía es un proceso de largo plazo (que supera sin duda una y en muchos casos dos décadas), lo cierto es que actualmente todos los actores del sistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI) y de los diferentes sectores industriales en Colombia reconocen que aún estamos lejos de alcanzar nuestro potencial en este tema. Más aún, teniendo en cuenta que la biodiversidad es un activo verdaderamente diferenciador del país.

Gran parte de este atraso se puede deber a la desarticulación de los esfuerzos (partiendo, además, de que la Bioeconomía implica de por sí un enorme trabajo intersectorial), que deriva a en la ausencia de una visión sistémica de las problemáticas que se enfrenta para el desarrollo del crecimiento verde, e, innegablemente, a una ausencia de compromiso de largo plazo por parte del gobierno nacional y de los gobiernos regionales con el desarrollo de la Bioeconomía. Es un hecho estilizado que el despliegue de la bioeconomía ha requerido en todos los casos el compromiso de cantidades importantes de recursos públicos, con iniciativas que, por naturaleza, son en un principio poco atractivas para el capital privado (incluso cuando se trata de capital riesgo).

Después de haber analizado los diferentes programas y estrategias ya puestas marcha y los factores críticos que persisten a la vista de los diferentes actores, cabe mencionar que otro de los factores que se pueden relacionar con la limitada efectividad de los mismos en la promoción de la Bioeconomía y del crecimiento verde, es que la mayor parte de limitan principalmente corregir las fallas de mercado. Sólo en algunos casos tangenciales se encuentran instrumentos dirigidos a corregir las fallas estructurales del sistema de CTI de la bioeconomía y, prácticamente en ningún caso, dirigidos a corregir las barreras a la transformación de dicho sistema. Los instrumentos dentro de esta última categoría son, a priori, aquellos que permiten que el sistema no retorne al punto inicial. Es decir, son éstos los que amarran y encadenan los resultados logrados a través del despliegue de los instrumentos más tradicionales como, precisamente, aquellos dirigidos a corregir fallas como la subinversión en I+D mediante subvenciones y la penalización de precios y bienes que generen polución.





En este sentido, dentro de estas recomendaciones se evita caer en lugares comunes y en repetición de acciones que, si bien han mostrado tener un impacto en el corto plazo, no han generado una transformación efectiva del sistema. Para esto se incluye en el mix de instrumentos, más acciones relacionadas con las fallas estructurales y con las barreras a la transformación del sistema, y se identifican factores de éxito para los instrumentos más tradicionales al tiempo que se encadenan con otros instrumentos. También se busca generar los incentivos para que el compromiso del gobierno nacional sea más estable, desde una perspectiva realista que integre las experiencias internacionales con la idiosincrasia y el contexto colombiano: en cualquier caso, la voluntad del gobierno será necesaria. Por ello, y en reconocimiento del contexto actual colombiano en cuanto a las limitaciones de recursos, se hace hincapié en mecanismos realistas para la consecución de recursos adicionales, así como en el aprovechamiento y parcial redireccionamiento de iniciativas que ya estén en curso para que beneficien la bioeconomía. Junto con esto, se busca consolidar y generar conciencia dentro de la ciudadanía sobre los potenciales impactos de la bioeconomía, así como reestablecer la confianza de la misma en relación con las políticas del gobierno nacional dentro de este tema.

### 3.1. FACTORES DIFERENCIALES

Los factores que diferencian estas recomendaciones de las anteriores políticas y CONPES son:

- Si bien se dan también recomendaciones con impacto de más largo plazo y con resultados no tan cuantificables, se hace un esfuerzo en la identificación de metas que sean cuantificables desde el momento cero y se apuesta por iniciativas en un esquema de fases partiendo de que, lo que no se mide, no avanza.
- Aunque el avance en bioeconomía se fundamenta en la I+D+i, se trabaja desde el liderazgo interinstitucional uniendo los objetivos que se deben cumplir para su despliegue con los diferentes objetivos de los sectores relevantes: así por ejemplo se le da un rol importante a temas como la difusión tecnológica, intentando compaginar la idea de desarrollo económico con la de crecimiento verde.
- Se trabaja la demanda: la ausencia de financiación en las etapas prueba de concepto, escalamiento y preparación de la salida al mercado se puede resolver con un capital paciente (que no ha existido hasta el momento) o con una demanda temprana creíble. El trabajar la demanda pública permite generar esta confianza y jalonar recursos del sector privado para estas etapas. En el medio plazo, el fortalecer la demanda privada mediante una combinación de sensibilización y regulación también favorece la disponibilidad de este capital.
- Aunque se dan recomendaciones transversales siguiendo los puntos mencionados anteriormente, se apuesta por priorizar esfuerzos hacia un número limitado de iniciativas emblemáticas que tengan un efecto demostrativo: no sólo por la cantidad de recursos que requiere un proyecto de alta envergadura en bioeconomía y la estabilidad de los mismos, sino porque es necesario establecer la confianza de los colombianos en





el impacto de las políticas alrededor del tema de la bioeconomía, así como es necesario demostrar lo que se puede lograr con la misma.

- Un giro desde la biodiversidad hacia los servicios ecosistémicos: esto permite ligar la biodiversidad con beneficios más directos para el desarrollo sostenible.
- Se da un lugar central a la difusión tecnológica como condición necesaria para fortalecer la I+D+i a nivel local y atender las necesidades de los sectores maduros: la I+D+i y el despliegue de la economía parten en muchos casos de la adopción de tecnologías ya existentes. La digitalización de la economía —englobadas en el concepto extendido de industria 4.0., que cubre también el agro— es de relevancia central como facilitador de la innovación en su sentido más amplio.

### 3.2. PRIORIDADES Y RACIONALE DE LAS RECOMENDACIONES

Las recomendaciones de política se dividen en cuatro áreas: Coordinación, Capacidades del sistema, Mercado, y Efecto demostrativo y multiplicador, cuyo *rationale* se explica a continuación. Cada una de estas áreas responde a un objetivo específico compuesto por una serie de estrategias que a su vez engloban instrumentos, programas y acciones específicas.

#### 3.2.1. Coordinación: Fortalecer la coordinación de políticas y el compromiso con *stakeholders*

- Coordinación de políticas más sólidas y consistente en los niveles nacional, regional y local.
- Desarrollo de estrategias de bioeconomía nacionales y regionales basadas en las fortalezas del país y sus industrias, y en particular las PYMEs, pero con orientación clara a misiones compartidas. La bioeconomía es muy dependiente del contexto territorial (biomasa, agentes, tejido industrial) y tiene sentido que cada territorio pueda tener su propia estrategia local, pero al ser costosa en sus fases de desarrollo inicial, requiere priorización y, en los mejores casos, se puede basar también en iniciativas interregionales
- Enfoque sistémico para todos los sectores de la bioeconomía, siendo esencial para ello las plataformas de diálogo para el involucramiento de los diferentes *stakeholders*.

#### 3.2.2. Capacidades del sistema: Inversiones en investigación, innovación y transferencia

- Particular atención a los enfoques multidisciplinares de investigación transversal y habilidades integradas para lograr una innovación exitosa.
- Cierre de la brecha existente entre la investigación y el mercado construyendo un diálogo efectivo entre el gobierno, la industria, el mundo académico y los usuarios





finales, y consolidando capacidades para generar flujos de conocimiento, información, recursos y relaciones de colaboración.

### **3.2.3. Mercado: financiación, desarrollo de la demanda, mecanismo de sincronización y condiciones marco**

- Focalización en acciones desde el lado de la demanda, como la contratación pública y la posibilidad de cambiar normas y reglamentos.
- Las industrias, especialmente en los sectores de bioeconomía más maduros, deben replantear sus sistemas de producción, establecer nuevos estándares de eficiencia e investigar nuevas formas de producción sostenible con el objetivo de mantener la competitividad en los mercados mundiales.
- La adopción de nuevas tecnologías, la atracción de inversiones y la competencia en nuevos mercados.
- Todas las actividades deberán continuar abordando cuestiones transversales, como los marcos éticos y legales y el impacto socioeconómico y ambiental de los nuevos desarrollos en bioeconomía para garantizar su evolución y empleo como herramienta de aplicación en la vida cotidiana.

### **3.2.4. Efecto demostrativo y multiplicador: iniciativas emblemáticas**

- Consolidación de empresas insignia que den visibilidad al sector y tiren del resto de la industria como si fueran un faro que guía la ruta que se ha de seguir.
- Orientación hacia problemas de alta relevancia social y económica que permite maximizar el efecto demostrativo de los impactos de la inversión pública y privada en bioeconomía.
- Énfasis en nuevas tendencias en los mercados e industrias globales, y que impliquen constituir plataformas y capacidades tecnológicas medulares para abordar dichas oportunidades como una apuesta de regiones y País.

## **3.3. RECOMENDACIONES DE POLÍTICA**

Las recomendaciones de política parten de un objetivo general, que se presenta en el siguiente aparte, y del cual se derivan cuatro objetivos, cada uno con un conjunto de estrategias propuestas para su consecución. Asimismo, para cada una de estas estrategias se establecen indicadores de seguimiento, con metas correspondientes a los años 2022, 2026 y 2030. A continuación, se presenta una tabla resumen de las estrategias correspondientes a cada uno de los objetivos específicos:





|   |
|---|
| <b>OBJETIVO GENERAL:</b> 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 |
| <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 2:</b> 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 stakeholders alrededor de la bioeconomía       |
| Estrategia: Consolidación de una institucionalidad en el gobierno nacional y regional para liderar la bioeconomía   |
| Estrategia: Establecimiento de un sistema integral de seguimiento, evaluación y comunicación de los avances en la política de bioeconomía   |
| Estrategia: Puesta en marcha de un sistema de coordinación con stakeholders en el sector productivo y la ciudadanía mediante la orientación a misiones  |
| <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 3:</b> 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  |
| Estrategia: Dar impulso a la viabilidad financiera de nuevas empresas con orientación hacia la bioeconomía y fomentar el crecimiento de las existentes  |
| Estrategia: Posicionar a Colombia como jugador clave en el sistema internacional de I+D+i en bioeconomía  |
| Estrategia: Promover la transferencia de tecnología   |
| <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 4:</b> Desarrollar el mercado de productos bio-basados y mejora de la competitividad en sectores relacionados con la bioeconomía   |
| Estrategia: Consolidación de la demanda pública por productos de alto contenido bio y bienes y servicios sostenibles  |
| Estrategia: Fortalecer la demanda privada por productos de alto contenido bio y bienes y servicios sostenibles  |
| Estrategia: Desarrollar regulaciones y estándares internacionales favorables a la I+D+i en bioeconomía  |
| <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 5:</b> Puesta en marcha de proyectos tractores en sectores prioritarios que permitan demostrar el potencial transformador, un efecto multiplicador y persistente en el largo plazo   |
| Grandes infraestructuras  |
| Impulso desde la demanda a la bioeconomía   |
| Proyectos orientados hacia la transformación en el modelo productivo  |
| Proyectos de I+D dirigida en bioeconomía  |





Adicionalmente se presentan acciones específicas propuestas para la puesta en marcha de cada una de estas estrategias y se definen para cada una de estas acciones las entidades encargadas, otras entidades relevantes, el plazo estimado de ejecución, así como una estimación del costo de llevarla a cabo, de acuerdo con los siguientes valores:

Plazo de ejecución:

- 1 año: corto
- 1-4 años: mediano
- Más de 4 años: largo

Costos:

- 1 millón de dólares: bajo
- 1-5 millones de dólares: medio
- Más de 5 millones de dólares: alto

### 3.3.1. 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.

### 3.3.2. 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 stakeholders alrededor de la bioeconomía

#### 3.3.2.1. Estrategia: Consolidación de una institucionalidad en el gobierno nacional y regional para liderar la bioeconomía

La institucionalidad para el liderazgo de la bioeconomía en Colombia deberá contar con al menos tres características: un claro líder con un equipo conformado por entidades del gobierno que tengan un compromiso sólido y que cuente con la mejor asesoría internacional; un mecanismo de coordinación con las regiones; y un fondo con dotación estable de recursos que se puedan destinar a financiar los distintos programas e iniciativas. Para ello se plantean las siguientes acciones.

| Recursos públicos para el apoyo a la bioeconomía (millones de pesos) |         |           |
|--|---------|-----------|
| 2022   | 2026    | 2030      |
| 300.000  | 600.000 | 1.200.000 |





### **Establecer el Comité Técnico de Bioeconomía dentro del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación, y dotarlo con un consejo científico asesor**

Por la desarticulación de esfuerzos que se ha identificado hasta el momento, así como por la naturaleza inevitablemente transversal de la bioeconomía, se hace necesario que los actores relevantes de diferentes sectores del gobierno constituyan un órgano colegiado que identifique las sinergias y la coherencia entre las políticas, iniciativas y sectores económicos en la bioeconomía. La creación de este comité y la asignación de sus responsabilidades como motor de la política de bioeconomía (incluyendo el diseño, ejecución y seguimiento de las acciones previstas dentro de esta), debe quedar previsto dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022.

En principio, el liderazgo de este comité debería recaer tentativamente sobre el Departamento Nacional de Planeación (DNP) por su carácter transversal. También, en aprovechamiento de las instancias ya creadas para la coordinación del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación, se recomienda que este sea uno de los Comités Técnicos que dependen del Comité Ejecutivo de este Sistema.

Una de las principales funciones de este Comité sería la definición de objetivos al nivel estratégico. Estos objetivos se podrán establecer en términos de misiones o de cadenas de valor que se deban priorizar: tanto el enfoque de misiones como el de cadenas de valor permiten que se dé coordinación con los *stakeholders* en las regiones, así como en el sector productivo, sin que se limite demasiado la especialización natural de las regiones. Un punto fundamental para el establecimiento de estas misiones será darle dirección hacia el crecimiento económico, pero sin poner nunca en riesgo los aspectos sociales.

Adicionalmente, por la naturaleza misma de la bioeconomía, es importante que este Comité cuente con la asesoría directa de un consejo —idealmente de perfil internacional— con alto conocimiento del régimen tecnológico y económico de la bioeconomía, así como de las tendencias en I+D dentro de estas áreas. El uso de los conocimientos científicos disponibles es fundamental para respaldar el desarrollo de estrategias y directrices nacionales, buscando que la bioeconomía se construya desde políticas que estén basadas en evidencia y no en intereses particulares o pasajeros. Esto también contribuirá a que dentro de las acciones que se determinen se garantice un lugar privilegiado para iniciativas que tienen un contenido muy alto de I+D.

- Entidad encargada: DNP
- Otras entidades relevantes: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Relaciones Exteriores, Colciencias, ICA e INVIMA
- Tiempo de ejecución: puesta en marcha del Comité (corto)
- Costo estimado de las acciones: bajo





### **Definir del marco de gasto para la política de bioeconomía**

Los países que son líderes en bioeconomía, si bien paulatinamente han ido incorporando recursos privados para su funcionamiento, han partido de cantidades considerables de inversión pública en un principio y por un plazo prologando: esto es entendible si se tiene en cuenta el alto riesgo y el alto costo que requieren algunos desarrollos (en ámbitos como la energía y la salud) así como el nivel de competencia a nivel global. En este sentido, para dotar de capacidad de liderazgo y ejecución al comité, es necesario definir un marco de gasto que le permita realmente hacer apuestas claras (como las que se plantean en el *OBJETIVO ESPECÍFICO 4: Puesta en marcha de proyectos tractores*) o por lo menos cofinanciar iniciativas de otras entidades, como las que se plantean a lo largo de este documento.

Para esto se propone la necesidad asegurar recursos públicos y con posibilidad de ser gestionados a través de un documento CONFIS que, sumado al que se precise desde Colciencias para los temas relacionados con Expediciones BIO y con el desarrollo de bioproductos, defina los recursos que cada entidad deberá destinar al desarrollo de la política de bioeconomía tanto al nivel nacional como al nivel regional. Este CONFIS deberá seguir el estudio financiero profundo que se haga de las propuestas de política aprobadas desde el Comité Técnico.

- Entidad responsable: Ministerio de Hacienda y Crédito Público
- Otras entidades relevantes: DNP
- Tiempo de ejecución: (medio)
- Costo estimado de las acciones: Alto

### **Creación y consolidación de una red de gestores de la bioeconomía a nivel regional**

Los gestores de la bioeconomía a nivel regional serán personas clave dentro de cada uno de los gobiernos departamentales que estén al tanto de los avances y oportunidades que surjan en el desarrollo de las acciones previstas en la política de bioeconomía.

Idealmente estas personas deberán ser parte de las Comisiones Regionales de Competitividad (CRC), lo cual les facilitará tener injerencia sobre los proyectos a los que les serán asignados recursos públicos y llevar a la mesa iniciativas que se estén gestando en otras regiones, con las que pueda haber sinergias. La consolidación de esta red deberá incluir incentivos para elaboración de proyectos interregionales (como los que prevé que incluirá el CONFIS liderado por Colciencias en este tema)

Desde el gobierno nacional se deberá proveer a esta red de gestores con las herramientas que faciliten su rol como centralizadores de las iniciativas en bioeconomía a nivel regional: por ejemplo, se les puede proveer la metodología para el diseño de estos planes regionales, así como los proyectos tipo que se podrán desarrollar. Asimismo, el Comité Técnico deberá jugar un papel importante en la definición de las cadenas de valor que se priorizarán dentro de la política y dar apoyo a las regiones en la identificación de los eslabones que pueden desarrollar y que tienen complementariedades con otras regiones.





- Entidad encargada: MINCIT
- Otras entidades relevantes: CRCs, todas las entidades incluidas en el Comité Técnico de Bioeconomía. Tiempo de ejecución: puesta en marcha de la red (corto); elaboración de los primeros planes regionales (mediano)
- Costo estimado de las acciones: bajo

### 3.3.2.2. Estrategia: Establecimiento de un sistema integral de seguimiento, evaluación y comunicación de los avances en la política de bioeconomía

| Porcentaje de los indicadores de seguimiento de la política recogidos dentro del capítulo de bioeconomía del OCYT |      |      |
|---|------|------|
| 2022  | 2026 | 2030 |
| 35%   | 100% | 100% |

Esta estrategia contemplará acciones como la Centralización de información disponible sobre bioeconomía e inclusión de nuevas variables de los sistemas de información actuales. Generar información estadística sobre bioeconomía que permita contar con indicadores estratégicos para el seguimiento de las acciones de la política. Establecer dentro del Observatorio de Ciencia y Tecnología un módulo específico para bioeconomía

El desarrollo de este sistema por fases permitirá que se lleve a cabo un seguimiento al avance en el corto plazo mientras que se puede migrar hacia un sistema más completo de seguimiento que no es posible en este momento.

#### Centralización de la información relevante para el seguimiento de la bioeconomía e inclusión de nuevas variables

Aunque actualmente no se cuente con información suficiente para hacer un seguimiento de la bioeconomía entendida en sentido amplio, un primer paso para definir qué nuevas variables se deben incluir dentro de las cuentas y las encuestas o censos nacionales será una revisión de la información recogida periódicamente por cada una de las entidades del Comité Técnico y dentro de aquellas entidades directamente relacionadas con la producción de estadísticas a nivel nacional (principalmente el DANE). A nivel regional, se deberán establecer mecanismos para la centralización de información relevante, por ejemplo, dentro de las cámaras de comercio o las CRCs.

De la mano con esto, será fundamental la tipificación de las actividades de bioeconomía a nivel empresarial y de I+D+i. Este es un debate vivo en el mundo y se relaciona estrechamente con las definiciones de contenido BIO (que tendrá impacto sobre las acciones de Marca País BIO) y que deberá ser definido dentro del Comité Técnico en compañía del Consejo Científico Asesor.

Una vez llevado a cabo este proceso de evaluación de la información disponible, y de cara a la posible inclusión de nuevas variables, se ha sugerido la inclusión de la bioeconomía dentro de las actividades económicas del DANE como una categoría transversal/paralela al





sistema de Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de las Actividades Económicas. La adopción de los indicadores de las estadísticas de biotecnología de la OECD, que se encuentran en el Marco para Estadísticas de Biotecnología de 2005, y que ya han adoptado los diferentes países miembros de esta organización es sin duda un importante paso intermedio que se debe dar para avanzar hacia métricas más sofisticadas de bioeconomía.

Aunque el establecimiento de un observatorio de Bioeconomía no ha sido identificado por los agentes clave como una necesidad para el desarrollo de la política, sí se ha identificado como oportunidad el establecimiento de un módulo específico para bioeconomía dentro del Observatorio de Ciencia y Tecnología, por lo cual se sugiere apuntarle a este objetivo en el mediano plazo.

- Entidad encargada: DNP
- Otras entidades relevantes: todas las entidades del Comité Técnico, Observatorio de Ciencia y Tecnología, DANE
- Tiempo de ejecución: evaluación y centralización de la información disponible (corto); inclusión de nuevas variables y establecimiento del módulo específico para bioeconomía en el OCyT (mediano)
- Costo estimado de las acciones: bajo

### **Definición de indicadores estratégicos de alta relevancia social y política**

La definición de indicadores que tengan una muy alta relevancia social y política ha sido identificada por actores clave como una de las principales condiciones para que haya avances en el desarrollo de la bioeconomía. En este sentido, en el corto plazo se deberán escoger indicadores de seguimiento de los avances en bioeconomía que sean medibles desde el momento cero, aun cuando estos no sean indicadores de impacto como tal: por ejemplo, el porcentaje de compras públicas dentro del SECOP que incluyen parámetros de sostenibilidad (de acuerdo con lo que ya se establece dentro de la Política de compras sostenibles) o la cantidad de recursos públicos que se invierten en programas de fomento a la bioeconomía.

En tanto se miden estos avances, se podrá profundizar en la consecución de indicadores de impacto (como el porcentaje del PIB que corresponde a bioeconomía o el porcentaje de exportaciones de productos bio-basados).

Adicionalmente, de manera paulatina, los indicadores de seguimiento de la política, deberán ser reemplazados por indicadores de muy alto valor social<sup>16</sup>. Por ejemplo, de cara a las biorrefinerías, más que las toneladas de biomasa procesada al año (que sin duda puede constituir un indicador de avance a nivel operativo) el comité se deberá concentrar en indicadores que tengan una alta relevancia social y que permitan medir el impacto de la

---

<sup>16</sup> Algunas políticas de bioeconomía cuentan con indicadores de alto valor social que, por las mismas dificultades intrínsecas que trae su medición, solo sirven como mecanismos para enviar mensajes sobre la relevancia de la política y para indicar hacia dónde se deben dirigir los proyectos (pero no como mecanismo para medir el impacto real de la política): entre estos se encuentran reducción de emisiones de carbono, surgimiento de nuevas industrias, consolidación de capacidades en los trabajadores, creación de empleo, aumento del valor agregado, mejora de la competitividad, etc.





bioeconomía sobre la vida de las personas traduciéndolo, por ejemplo, en incremento en el ingreso de los agricultores por la reutilización de residuos.

Se sugiere adoptar en el país, la encuesta OCDE sobre el uso de la biotecnología, una de las encuestas de aplicación voluntaria de la familia de estadísticas y encuestas de ciencia y tecnología de la OCDE. Aun asumiendo que no capturaría el fenómeno completo de la bioeconomía, la inclusión de la dimensión de “uso de la biotecnología” puede ofrecer buenas aproximaciones al desarrollo de la misma y, especialmente, hacerlo de forma comparada con los países de referencia. La encuesta podría ser manejada conjuntamente por el observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCYT) y por el DANE.

También, los actores clave han recomendado explotar al máximo las sinergias que hayan en términos de indicadores y metas con otras políticas o compromisos internacionales que ha adquirido Colombia como, por ejemplo, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): en este caso, las sinergias de una política de la bioeconomía con el objetivo de “Eliminación de la pobreza rural extrema en un 50%” son evidentes y se deberán tener en cuenta dentro del sistema de medición y seguimiento, en especial porque por lo demás, puede contribuir a gestionar iniciativas conjuntas y apalancar recursos adicionales.

- Entidad encargada: DANE
- Otras entidades relevantes: todas las entidades del Comité Técnico, Observatorio de Ciencia y Tecnología
- Tiempo de ejecución: definición de los indicadores estratégicos (corto); puesta en marcha del sistema de seguimiento a todos los indicadores definidos (mediano)
- Costo estimado de las acciones: bajo

### **Diseño e implementación de un plan de comunicación de los resultados y avances en bioeconomía**

La provisión de información transparente y confiable sobre la bioeconomía, sobre los avances en esta política y sobre los potenciales beneficios para Colombia, ha sido identificada por actores clave como una de las prioridades fundamentales para lograr un empuje desde la sociedad para la consecución de las metas en bioeconomía. Un plan bien diseñado puede evitar que la bioeconomía sea etiquetada como poco deseable por temas que tienen un alto riesgo de controversia como los transgénicos, así como porque puede contribuir el *up-take* de los productos bio-basados en el mercado. Esto último por ejemplo al aumentar la sensibilización de los consumidores frente a las estrategias complementarias como el etiquetado de productos bio-basados o el conocimiento de los empresarios sobre el impacto positivo de la adquisición de este tipo de bienes dentro de la estructura de costos de largo plazo. Incluso en países que se han venido posicionando como líderes en bioeconomía y crecimiento verde, ha habido bastantes barreras a la implementación de políticas y programas en estos temas por reticencias de la población frente a conceptos que no son comprendidos por todos y que, en casos como los anteriores, pueden tener connotaciones negativas.





Este plan, adicionalmente, debe tener un componente muy importante dirigido a los actores clave del sector público, en particular:

- A los entes reguladores: porque, en gran medida, la salida al mercado de productos bio-basados depende de la velocidad a la que avance la regulación y las certificaciones en materias que van desde la nutrigenómica a la terapia celular.
- A los compradores públicos: porque la demanda pública puede jugar un papel fundamental para jalonar el desarrollo de nuevos productos bio-basados a través de regulaciones y estándares, así como a través de instrumentos más avanzados como la compra pública de tecnologías verdes innovadoras.
- A los funcionarios encargados de las políticas de desarrollo económico: porque existe una percepción que la bioeconomía y el crecimiento sostenible puede ir en contraposición de tasas de crecimiento económico más altas. Es fundamental que se elimine esta percepción para que los funcionarios encargados de políticas de apoyo al crecimiento económico cuenten con mayores incentivos para tener en cuenta la bioeconomía como un área atractiva de crecimiento.
- A los miembros de los órganos legislativos: porque dentro de estos órganos es que se define el aspecto normativo que, como se ve a lo largo de estas recomendaciones, es de importancia central para la consecución de todos los objetivos específicos.

Para desarrollar un plan de comunicación de alto impacto se plantean algunos elementos como la identificación y difusión de casos de éxito a nivel empresarial y, también, la difusión de casos en los que el desarrollo e implementación de un producto bio-basado ha tenido impactos sociales y/o ambientales importantes. Adicionalmente, las buenas prácticas internacionales señalan a campañas como la “Bioeconomía en la vida diaria” —con elaboración de videos y campañas en redes sociales— como un mecanismo efectivo para familiarizar a la población con la amplia gama de productos bio-basados que se pueden utilizar en la vida diaria; para esto, por ejemplo, los museos interactivos pueden jugar un papel fundamental. En últimas, el objetivo es mostrar que la bioeconomía no es sólo una gran oportunidad para el país, sino que tiene efectos reales y claros sobre la vida de las personas.

- Entidad encargada: DNP
- Otras entidades relevantes: MinCIT, Procolombia y todas las entidades del Comité Técnico
- Tiempo de ejecución: definición (corto) y puesta en marcha de la estrategia de comunicación (mediano)
- Costo estimado de las acciones: medio





**3.3.2.3. Estrategia: Puesta en marcha de un sistema de coordinación con stakeholders en el sector productivo y la ciudadanía mediante la orientación a misiones ya establecidas dentro de otras políticas**

| Plataformas de coordinación puestas en marcha                      |      |      |
|--|------|------|
| 2022   | 2026 | 2030 |
| 6  | 12   | 18   |
| Planes y acuerdos suscritos, refrendados y acompañados en regiones |      |      |
| 2022   | 2026 | 2030 |
| 16   | 24   | 32   |

**Programa de apoyo a la creación de plataformas de coordinación dirigidas a misiones o a cadenas de valor y lideradas por el sector productivo**

Esta acción le apunta a la desconexión entre la investigación de frontera de los centros de referencia con las demandas del mercado, la falta de masa crítica y la baja cooperación público-privada, y se inspira en el *European Technology Platforms* promovidas por la Comisión Europea —y que derivaron posteriormente en partenariados público-privados con un carácter institucional más fuerte—. También contribuye al fortalecimiento de clústers y órganos de representación de las empresas en los diferentes sectores de la bioeconomía (asociacionismo) lo cual responde a una de las debilidades identificadas en el sistema de I+D+i colombiano: la ausencia de entidades de representatividad con suficiente peso, reconocimiento y capacidades para convertirse en interlocutores potentes con el gobierno tanto en el proceso del diseño de políticas como en su ejecución.

Su orientación será hacia las cadenas de valor que hayan sido identificadas por el mismo sector privado que se pondrán a consideración del Comité Técnico de Bioeconomía.

Este tipo de plataformas son foros de intercambio de conocimiento y definición de agendas nacionales compartidas de I+D en torno a un subsector, a un gran reto tecnológico o, en este caso, a una misión. Deben estar lideradas por la industria, contando con universidades y centros de I+D, públicos y privados. El Gobierno (desde el mismo comité de bioeconomía) podría establecer un programa de apoyo a las plataformas, mediante el cual financia el Plan Estratégico y, posteriormente, la organización y secretariado de las plataformas seleccionadas. Así, el gobierno puede incentivar a los líderes industriales a que constituyan plataformas en sus ámbitos de interés, pero la iniciativa debe ser de los privados (deben surgir *bottom-up* evitando caer en el efecto *picking the winners*). Jurídicamente podrían ser asociaciones con una gobernanza sencilla: un consejo directivo, formado por las empresas y centros de I+D líderes (que habitualmente son los promotores de la iniciativa) y una asamblea en la que participan todos los socios.





A pesar de contar con una misión definida, cuentan con actores de diferentes cadenas de valor e incluso de diferentes sectores. Las plataformas tendrían el mandato de establecer una agenda estratégica de investigación a 10 años para abordar la misión a la que se circunscriben: este sería un elemento muy valioso para el proceso de diseño y ejecución de la política en el nivel del gobierno nacional, ya que trasladan de forma fiel la visión de la industria y permiten que exista un interlocutor con el que el gobierno se sienta más cómodo. Estas plataformas se podrían convertir además en puntos de encuentro y *networking* de alto valor para sus socios: reducen los costes de transacción para el establecimiento de alianzas público-privadas y son fuente de ideas y semilleros de proyectos cooperativos de I+D. El reto es que no se conviertan en entidades restrictivas: es decir, que los promotores no veten la entrada a competidores/socios.

- Entidad encargada: DNP
- Otras entidades relevantes: todas las entidades del Comité Técnico, ANDI, Gremios, Clusters, Empresas, Universidades, Centros Tecnológicos y de Investigación
- Tiempo de ejecución: lanzamiento de la convocatoria de plataformas (corto) y puesta en marcha de las primeras plataformas (mediano)
- Costo estimado de las acciones: bajo

### **Elaboración de planes regionales en el marco de la especialización inteligente**

La bioeconomía es muy dependiente del contexto territorial (biomasa, agentes, tejido industrial) y tiene sentido que cada territorio pueda tener su propia estrategia local, pero también es costosa en sus fases de desarrollo inicial, por lo cual requiere mantener una línea similar de priorización en los diferentes niveles (a partir de las misiones compartidas).

En este sentido, siguiendo el esquema anterior, se propone el desarrollo de planes regionales en bioeconomía desde una perspectiva de cuádruple hélice con una clara orientación o correspondencia con las estrategias de especialización inteligente o de gestión de clúster que ya se están desarrollando en algunas regiones.

Esto contribuiría a aumentar la inclusión de agremiaciones, asociaciones y comunidades en general, en la política de crecimiento verde en el país. La participación de los gobiernos regionales dentro de los grupos que elaboren estos planes (en donde por supuesto podrán jugar un papel importante las cámaras de comercio) facilitará que los planes se traduzcan posteriormente en convocatorias a la medida, financiadas con recursos del gobierno regional.

- Entidad encargada: SNCCTI y MINCOMERCIO
- Otras entidades relevantes: todas las entidades del Comité Técnico, Gremios, Clústers, Empresas, Universidades, Centros Tecnológicos y de Investigación, Ciudadanía, CRCs
- Tiempo de ejecución: puesta en marcha de la plataforma (corto)
- Costo estimado de las acciones: bajo





## Establecimiento de una plataforma de interacción con los ciudadanos

Dando alcance a la necesidad de establecer estrategias efectivas de comunicación en cuanto a la bioeconomía para los diferentes actores de la sociedad, se recomienda facilitar la participación directa de los ciudadanos dentro del diseño y ejecución de políticas y programas mediante una plataforma electrónica diseñada especialmente para tal fin. A pesar de que dentro de las páginas web de algunas entidades del gobierno existen ya mecanismos para interactuar con los ciudadanos para recibir comentarios sobre propuestas de política, publicitar convocatorias y eventos, etc., esta plataforma se podría convertir en una ventanilla única que dé fuerza a una política claramente multisectorial y multi-agente.

De esta forma, este modelo se inspira en plataformas como la europea Bio-Step. Siguiendo este mismo modelo, en esta plataforma se facilitaría información sobre eventos y convocatorias, resultados de la estrategia de bioeconomía y sobre casos de éxito en bioeconomía. También permitiría habilitar canales para recibir ideas sobre el desarrollo de la política de bioeconomía, sobre nuevos programas propuestos y sobre la hoja de ruta en general: de igual manera, se podrían abrir salas especializadas para discutir proyectos puntuales

- Entidad encargada: DNP
- Otras entidades relevantes: todas las entidades del Comité Técnico, ANDI, Gremios, Clústers, Empresas, Universidades, Centros Tecnológicos y de Investigación, Ciudadanía
- Tiempo de ejecución: puesta en marcha de la plataforma (corto)
- Costo estimado de las acciones: bajo

### 3.3.3. 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.

#### 3.3.3.1. Estrategia: Dar impulso a la viabilidad financiera de nuevas empresas con orientación hacia la bioeconomía y fomentar el crecimiento de las existentes

| Número de empresas bio-innovadoras <sup>17</sup> |      |      |
|--|------|------|
| 2022   | 2026 | 2030 |
| 394  | 473  | 639  |

#### Poner en marcha beneficios tributarios específicos para las empresas jóvenes de productos bio-basados

<sup>17</sup> Línea de base: 343 (Estimado de la fase 1)



Puesta en marcha de mecanismos que permitan disminuir las imposiciones fiscales de los EI (Emprendimientos Innovadores, en la terminología de iNNpulsa Colombia) que se concentren en productos bio-basados con alto contenido de I+D. Este tipo de emprendimientos por los largos ciclos de vida de sus productos e intensidad en capital son más vulnerables a las cargas impositivas. Aunque en Colombia el instrumento de Colciencias de incentivos tributarios para inversiones en I+D se ha venido fortaleciendo en los últimos años, este es de carácter transversal y ha empezado a saturar el cupo establecido, lo cual sugiere la necesidad de diseñar un instrumento de este tipo que esté dirigido específicamente a las empresas orientadas a la bioeconomía de alto valor agregado.

Se trata de un modelo pionero en Europa que luego ha sido implantado en otros países y podría usarse en Colombia. Puntualmente, se inspira en el *Crédit d'impôt recherche* (créditos fiscales) y el estatuto de *Jeune Entreprises Innovantes* (Joven Empresa Innovadora) en Francia. El Estatuto de Joven Empresa Innovadora (JEI) se concede en Francia a empresas con menos de 8 años y que inviertan al menos el 15% de sus gastos totales en I+D, excepto las cotizadas en la bolsa.

Los beneficios sociales de ser JEI son importantes: 1) exención total del pago de impuestos durante 3 años; 2) exención del pago del 50% de los impuestos en los siguientes 2 años (hasta un máximo de US\$ 100.000, por ejemplo); 3) exención total de los gastos sociales del personal de I+D (aprox. un 25% del salario bruto); 4) exención de otro tipo de impuestos locales derivados de propiedades y edificios. En paralelo al desarrollo de la JEI (que puede considerarse un programa de máximos) pueden ponerse en marcha créditos fiscales (*tax credits*) asociados a los beneficios tributarios por CTI, vigentes hoy en países como Francia, Reino Unido, Holanda, Irlanda o Canadá. Consiste en anticipar a las empresas los créditos fiscales que se generan durante el periodo en que estas incurren en bases imponibles negativas, sin esperar a que se obtengan beneficios; es decir, anticipar en forma de créditos a empresas inversoras en I+D, los beneficios fiscales que obtendrían por ello si tuvieran beneficios de explotación sobre los que decidir esos incentivos fiscales. El programa permite que las empresas biotecnológicas (y otras de perfil semejante) puedan beneficiarse de exenciones, especialmente en los primeros años de vida en los que, por los largos ciclos de negocio del sector biotecnológico, tienen muchos gastos y pocos beneficios. Adicionalmente, para este conjunto particular de empresas será necesario desarrollar mecanismos contables que tengan en cuenta los recursos de recuperación contingente que pueden estar recibiendo del gobierno a través de diversos instrumentos de apoyo.

Es de aclarar que, si bien el instrumento que se plantea como referencia hace exención durante tres años y que dicho plazo podría ser adecuado para emprendimientos en otros sectores, para el caso específico de la bioeconomía, los ciclos de desarrollo de los negocios suelen ser mucho mayores, por lo cual un instrumento de exenciones debería tener una cobertura mayor, para que sea efectivo. Por ejemplo, se podría considerar una exención tributaria total durante los primeros cinco años, y una exención del 50% en los cinco años siguientes. Este plazo podría ser adecuado para que realmente se estimule la formación de





nuevas empresas de productos bio-basados. Adicionalmente, se podrían plantear beneficios tributarios que apliquen no solamente sobre la renta sino sobre el IVA.

- Entidad encargada: Colciencias
- Otras entidades relevantes: Minhacienda, MinCIT, iNNpulsa.
- Tiempo de ejecución: Aprobación de la ley de beneficios tributarios (mediano)
- Costo estimado de las acciones: Alto

### **Creación de un fondo de fondos para generar una fuente de recursos de capital riesgo especializado en proyectos de bioeconomía**

Una de las formas más inmediatas para apoyar el capital riesgo tecnológico desde el sector público es crear un fondo de fondos, es decir, un vehículo de inversión para aportar capital a fondos privados especializados con capacidad de evaluar y gestionar proyectos empresariales en sectores de alto contenido tecnológico. Este es un esquema habitual en los países OCDE: un ejemplo es el *UK Innovation Investment Fund* y el pionero fue el fondo de fondos israelí *Yozma*. De esta forma, la sociedad creada participa en, o coinvierte con, sociedades de capital riesgo privadas.

El modelo se inspira en la estrategia de Fondo de Fondos que ya tiene Bancóldex en Colombia para atraer recursos de banca especializada e inversión privada, pero con un componente de alta especialización en temas de bioeconomía que se justifica por la particularidad de los tiempos y riesgos asociados a proyectos de esta naturaleza, lo que implica criterios de inversión, montos, plazos y perfiles de riesgo diferentes.

Para diversificar, se pueden contemplar tanto fondos que invierten en empresas propiamente tecnológicas bio-basadas, como los que invierten en empresas de infraestructura/equipamiento o de comercialización de soluciones tecnológicas bio-basadas existentes. En cualquier caso, hay dos aspectos claves a contemplar: el primero es la participación del sector financiero y de grandes empresas industriales (ancla) en el fondo de fondos, para aumentar su tamaño. El segundo, es aplicar un enfoque a mediano y largo plazo (p. ej. que los compromisos de capital se asuman durante un plazo de 5 años, ampliable a 2 años más), con el objeto de evitar una “burbuja de inversión” en el país. El instrumento permite diversificar mejor sus inversiones a los inversores pequeños pues aprovechan el mayor tamaño del fondo de fondos.

El hecho de contar con una mayor dimensión permite contratar buenos gestores (aspecto clave para la evaluación de proyectos de bioeconomía con un alto contenido de I+D) y absorber gastos fijos. Además, puede tener un efecto de atracción de inversores institucionales internacionales: les permite diversificar su riesgo a través de varios fondos, varios equipos gestores y un instrumento en el que pueden invertir cantidades mayores. Así mismo, la ventaja que ofrece la diversificación de las inversiones y perfiles de riesgo ayuda a resolver el problema de encontrar recursos para proyectos de bioeconomía de largo plazo, pues al componer las inversiones del fondo en un portafolio con diferentes plazos y tiempos de *payback*, y con ello ofrecer a los inversionistas un portafolio que ofrezca rendimientos





atractivos en el corto plazo, a la vez que se captan recursos para viabilizar los proyectos de más largo plazo.

El sector público debe velar porque los fondos lleguen a las empresas objetivo, es decir aquellas que ofrezcan bienes bio-basados de acuerdo con el estándar que se establezca, o que contribuyan de manera clara a la bioeconomía, y porque tenga un efecto multiplicador (cada peso público debería jalonar más de un peso privado).

A la luz de las experiencias internacionales, y teniendo en cuenta el relativo desconocimiento de los potenciales financiadores y del potencial de los proyectos de bioeconomía, es recomendable empezar por la consecución de financiación para proyectos de alta envergadura que correspondan con proyectos de país y cuya contraparte sean mecanismos financieros públicos: como se ha mencionado con anterioridad, dentro de la acción “Definición del marco de gasto para la política de bioeconomía” el impulso inicial desde los fondos públicos es necesario para impulsar la bioeconomía y para generar confianza de los inversionistas privados. En este sentido, estos primeros proyectos pueden coincidir con algunas de las iniciativas emblemáticas descritas dentro del Objetivo Específico 4.

- Entidad encargada: Bancóldex
- Otras entidades relevantes: Colciencias, Banca Especializada, Fondos de Inversión independientes
- Tiempo de ejecución: puesta en marcha del fondo de fondos (mediano)
- Costo estimado de las acciones: alto

#### **Programa de cofinanciación público-privada/riesgo compartido con organismos internacionales para PYMES con contenido de bioeconomía de alto valor agregado**

El Gobierno colombiano puede plantearse lanzar este tipo de iniciativas dentro de sus negociaciones con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial (BM). Este tipo de instrumentos han funcionado muy bien en Europa en los últimos años, dadas las restricciones crediticias generadas por la crisis económica. En el caso del Banco Europeo de Inversiones, este presta en condiciones ventajosas a la banca comercial y cubre parcialmente las pérdidas, garantizando hasta el 50% de los préstamos de los bancos locales a PYMES/MidCaps y, por tanto, de las potenciales pérdidas. Los préstamos oscilan habitualmente entre los US\$ 25.000 y los US\$ 7.5 millones. Los préstamos deben devolverse en un máximo de 7 años. Este esquema no exime a las empresas de la necesidad de presentar garantías, pero las empresas disfrutan de condiciones ventajosas. En el caso del Fondo Europeo de Inversiones, cubre parcialmente pérdidas en fondos dedicados a promover la transferencia de tecnología o la creación de emprendimientos dinámicos. El volumen de los préstamos dependerá de la capacidad de absorción del tejido empresarial del país y de la contribución pública para cubrir las primeras pérdidas. Las entidades financieras locales, receptoras de los préstamos deben transferir parte de la ventaja financiera a las PYMES y MidCaps.





Se podrán también integrar acuerdos con recursos de fomento con organismos internacionales para pymes, como los ya establecidos con recursos del Programa Suizo de Cooperación al Desarrollo Económico en Colombia (SECO), la organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Económico (ONUDI), la Agencia de Cooperación de Holanda (CBI), la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), entre otras, las cuales articulen sus esfuerzos a cadenas de valor de la bioeconomía.

### 3.3.3.2. Estrategia: Posicionar a Colombia como jugador clave en el sistema internacional de I+D+i en bioeconomía

| Publicaciones científicas colombianas en disciplinas de bioeconomía en el primer cuartil <sup>18</sup> |                 |                      |
|--|-----------------|----------------------|
| 2022   | 2026            | 2030                 |
| base*1,05  | (base*1,05)*1,1 | ((base*1,05)*1,1)*15 |

#### Programa de financiación de acciones de soporte para la participación de entidades de I+D+i en Bioeconomía en proyectos internacionales.

El creciente interés por la bioeconomía en los países OCDE y el potencial singular de Colombia como un país muy atractivo para la consecución de socios de proyectos internacionales de I+D, es una oportunidad para que los agentes del País se acerquen a las redes internacionales de innovación en bioeconomía, mejoren la base de conocimiento científico y de los mercados globales, y ganen experiencia en el manejo de relaciones internacionales con fines científicos, tecnológicos y comerciales. Estos procesos de internacionalización suelen ser financiados por agencias de innovación y de cooperación de países donantes, programas multilaterales y europeos e instituciones filantrópicas. Sin embargo, acceder a esta financiación es complejo para las universidades, centros de I+D y empresas colombianas, cuyo éxito en estos programas depende en gran medida de contar con el apoyo económico y/o los servicios de apoyo por parte del gobierno colombiano.

La financiación local podría complementar la aportada por los países donantes en el caso de los programas de cooperación bilateral en I+D+i —como el resultante del acuerdo entre iNNpulsa Colombia y el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial)—; los servicios de apoyo serían claves para, por ejemplo, incrementar la participación de entidades colombianas en el programa europeo Horizonte 2020 o a la financiación de las agencias de investigación de EE.UU, que están abiertos bajo ciertas condiciones, a la participación de terceros países.

Adicionalmente, se deben considerar escenarios en los cuáles el país pierde el acceso a dichos recursos de cooperación, como consecuencia de irse consolidando en el rango de países de renta media, junto con una reciente entrada a la OCDE. En estos escenarios el país podría quedar en desventaja frente a otros para obtener los recursos de cooperación, y en tal caso sería pertinente que el estado vaya anticipando la necesidad de compensar

<sup>18</sup> Línea de base: es altamente sensible al valor de base y a las categorías que se incluyan dentro de publicaciones de bioeconomía.





un déficit de recursos internacionales con recursos propios para la participación en proyectos internacionales de bioeconomía.

### **Elaboración de un repositorio genético de referencia a nivel mundial para organismos con características claramente diferenciadoras que hagan parte de la biodiversidad colombiana**

La gran riqueza de recursos genéticos que posee Colombia, así como la diversidad de climas, que van desde el polar al tropical pasando por el desértico, hacen que la consecución un repositorio genético de referencia a nivel mundial para organismos con características claramente diferenciadoras, contribuya indudablemente a los ODS tanto nacionales como internacionales, favoreciendo la hermandad con un gran número de países a los que esta misión puede suponer la salvación y prosperidad de gran parte de su población.

Entre las palancas que pueden facilitar esta tarea es la redirección de la propuesta de proyectos a ciertos fondos internacionales como, entre otros, los aportados en colaboración con KOICA, el *Newton-Caldas Fund*, y el acuerdo entre iNNpulsa y el CDTI, el IDRC, el Programa CYTED. Esta labor puede ser guiada por Corpoica siguiendo la estela de proyectos financiados por el CYTED como la evaluación del *Phaseolus vulgaris* y *Zea mays* para la tolerancia a la sequía y su implantación en suelos semiáridos.

Teniendo en cuenta que para el desarrollo de repositorios genéticos se requiere de capacidades iniciales considerables, se propone identificar los avances que ya hayan hecho entidades públicas o privadas en este aspecto mediante procedimientos competitivos y direccionar a ellas recursos que les permitan consolidar estas capacidades. En este punto, se debe reconocer que diversas entidades del País han hecho avances en la conformación de repositorios que cubren diversas variedades biológicas, para integrar sus capacidades e inventarios biológicos en una estrategia basada en el aprovechamiento de sinergias. También es importante considerar que los ecosistemas naturales (ej. bosques nativos) constituyen repositorios genéticos per se, por lo cual se puede considerar la articulación con programas de conservación de ecosistemas que permitan su conservación y aprovechamiento sostenible, como condición para garantizar la disponibilidad del recurso genético.

- Entidad encargada: Colciencias
- Otras entidades relevantes: MADS, centros de investigación, universidades y demás entidades con capacidades instaladas en este aspecto (especialmente el Instituto Humboldt, el SINCHI y el IIAP).
- Tiempo de ejecución: elaboración de repositorio genético (largo)
- Costo estimado de las acciones: alto





### 3.3.3.3. Estrategia: Promover la transferencia de tecnología

| Registros de patentes solicitadas por residentes en oficina nacional y PCT en bioeconomía <sup>19</sup>    |                 |                       |
|--|-----------------|-----------------------|
| 2022   | 2026            | 2030                  |
| base*1,3   | (base*1,3)*1,45 | ((base*1,3)*1,45)1,6  |
| Modelos de utilidad en bioeconomía <sup>20</sup>   |                 |                       |
| 2022   | 2026            | 2030                  |
| base*1,3   | (base*1,3)*1,45 | ((base*1,3)*1,45)1,6  |
| Número de Spin-Offs en bioeconomía <sup>21</sup>   |                 |                       |
| 2022   | 2026            | 2030                  |
| 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 |                 |                       |
| 2022   | 2026            | 2030                  |
| base*1,15  | (base*1,3)*1,2  | ((base*1,15)*1,2)1,35 |

#### Programa de difusión tecnológica para empresas mediante financiación para adquisición de activos tecnológicos asociados a bio-productos o bio-procesos

El programa permite a las empresas innovadoras financiar sus necesidades de inversión en equipamiento y activo tecnológico en condiciones ventajosas, especialmente para empresas con poca experiencia en proyectos de innovación o con problemas de acceso al crédito de la banca comercial. El instrumento da respuesta a las empresas que necesitan financiar: 1) incorporación y adaptación de tecnologías que habiliten nuevos procesos o nuevos productos para la empresa; 2) aplicación del diseño industrial e ingeniería de producto y proceso para la mejora tecnológica; o 3) aplicación de métodos de producción o suministro nuevo o significativamente mejorado.

La ayuda tendría forma de préstamo blando en condiciones ventajosas y de un volumen mínimo de aprox. US\$ 200.000. Se sugiere que el periodo de amortización no sea inferior a 4 años y el periodo de gracia a 6 meses. Se propone que la devolución sea, por simplicidad, por cuotas semestrales. Los costes elegibles serán: activos fijos tangibles,

<sup>19</sup> Línea de base: es altamente sensible al valor de base y a las categorías que se incluyan dentro de publicaciones de bioeconomía.

<sup>20</sup> Ibid

<sup>21</sup> Ibid





costes de personal, materiales y consumibles, colaboraciones externas, gastos generales y costes de auditoría.

- Entidad encargada: Bancóldex
- Otras entidades relevantes: Finagro, empresas maduras en sectores tradicionales, laboratorios, *startups*
- Tiempo de ejecución: lanzamiento convocatoria (corto)
- Costo estimado de las acciones: alto

### Creación de un fondo prueba de concepto

Los fondos Prueba de Concepto (*Proof of Concept funds*) se han desarrollado con la idea de buscar financiar proyectos de investigación con un alto potencial de transferencia posterior al mercado. La Convocatoria de Pruebas de Concepto para productos Bio-basados se podría destinar a apoyar a los proyectos en el desarrollo y ejecución de las actividades previstas en los planes de viabilidad científica o tecnológica que se encuentren en el nivel de estudios de viabilidad y, por sus antecedentes en convocatorias similares, se podría lanzar desde Colciencias.

El objeto de la ayuda es el desarrollo de pruebas de concepto experimentales que sean relevantes para demostrar la aptitud de los proyectos en este aspecto, así como la elaboración de una hoja de ruta realista que sirva para determinar los recursos financieros y los plazos óptimos de desembolso, necesarios para completar las actividades que permitan poner el producto en las puertas del mercado, bien por la comercialización directa a través de una *spin off*, o bien por un proceso de transferencia tecnológica a una empresa existente e interesada en el producto.

En términos de instrumentación, la mayoría de grandes instituciones académicas del mundo cuenta con recursos y personal para operar este tipo de actividades. De lado de las agencias, existen esquemas de ayuda del tipo PoC (*Proof of Concept*) dirigidas específicamente para investigadores que ya han recibido una ayuda de investigación de la misma agencia (caso del European Research Council) y otras que están abiertas a todo tipo de investigadores y *startups* universitarias. En el contexto nacional, las ayudas PoC tienen antecedentes que son percibidos como exitosos, como las convocatorias 700<sup>22</sup> y 701<sup>23</sup> de Colciencias. Pese a que este tipo de convocatorias estuvieron encaminadas a resolver un cuello de botella en el proceso de I+D+i, esta estrategia perdió continuidad, por lo cual puede ser conveniente evaluar sus resultados *expost* y lecciones aprendidas, como insumo para la creación de nuevos mecanismos de financiación de pruebas de concepto para desarrollos de bioeconomía.

La experiencia internacional indica que algunas de las claves de este tipo de fondos son: contar con un sistema de solicitud sencillo (para incentivar la participación) y una evaluación

<sup>22</sup> “Convocatoria a proyectos regionales de investigación aplicada para el desarrollo de pruebas de concepto relacionadas con nuevas tecnologías biológicas, biomédicas o asociadas al uso sustentable de energía” de 2014.

<sup>23</sup> “Convocatoria para el apoyo al desarrollo y validación precomercial y comercial de prototipos funcionales de tecnologías biológicas, biomédicas y energéticas con alto potencial de crecimiento empresarial” de 2014.





profesionalizada; tener una clara orientación a la comercialización (llevar la tecnología hasta el punto de madurez que no financian las ayudas públicas de I+D); estar adaptadas a las peculiaridades del ámbito sectorial (tiquet de financiación, exigencias en materia de IP, etc. – que no son iguales en todas las áreas propias de la bioeconomía); y enfocarse más en financiar proyectos que empresas (la transferencia no exige, necesariamente, la creación de una *startup*).

- Entidad encargada: Colciencias
- Otras entidades relevantes: *startups*, emprendedores, OTRIs, centros de innovación, aceleradoras tecnológicas.
- Tiempo de ejecución: lanzamiento convocatoria (corto)
- Costo estimado de las acciones: alto

### **Diagnóstico y consolidación las capacidades para aceleración, pruebas de validación y escalamiento**

Este programa debe partir de un ejercicio de evaluación de las capacidades actuales en términos de laboratorios complementarios y certificados, así como de consolidación de una entidad o estructura en red que actúe como intermediaria de innovación entre los desarrolladores de soluciones bio-basadas y las empresas o entes usuarios. La experiencia nacional e internacional muestra que para superar un cuello de botella denominado el “valle de la muerte”, y con ello viabilizar la utilización de las soluciones tecnológicas con beneficio social y económico, muchos proyectos requieren la participación de los intermediarios de innovación, que aporten su capacidad de gestión y conocimiento del sector y mercado con el entendimiento de las tecnologías. Con ello, los intermediarios ayudan a gestionar la transición de una oportunidad tecnológica a una oportunidad de negocio, y ayudan a obtener recursos para completar el alistamiento tecnológico de las soluciones, a desarrollar y validar el plan de negocio e incluso a gestionar la búsqueda de recursos financieros para completar pruebas de concepto, desarrollar negocios e invertir en fases pre-operativas y operativas. Por este motivo y dado que la cantidad de proyectos de bioeconomía de entidades colombianas que se encuentran en el valle de la muerte, o cercanos a llegar a él, es procedente que se consolide una capacidad de intermediación de la innovación, con alcance nacional.

Para este ejercicio se deberá contar con la participación directa tanto de la industria como de las universidades y los centros tecnológicos y de investigación, así como de centros de innovación y centros de desarrollo de negocios especializados en biotecnología y bioeconomía, con el fin de llegar a un emparejamiento real entre oferta y demanda. Este ejercicio permitirá la elaboración de un catálogo nacional de servicios tecnológicos y de servicios de gestión que constituyen el apoyo necesario por parte de los intermediarios, con los cuáles se puede ayudar a que las nuevas soluciones tecnológicas en bioeconomía superen el valle de la muerte (tales como servicios de inteligencia tecnológica, investigación e inteligencia de mercados, validación técnica de resultados de I+D, apoyo técnico en procesos de escalamiento, asesoría regulatoria para acceso a recursos biológicos y genéticos y para acceso a mercados, activación comercial en mercados nacional e





internacional, valoración de activos de bioeconomía, gestión de financiación, entre otros). para así como identificar las capacidades en las que hay vacíos y establecer un programa de fortalecimiento y consolidación de capacidades para cumplir el rol de intermediarios de innovación.

De forma complementaria, se plantea la posibilidad de implementar un programa de Cheques Tecnológicos<sup>24</sup> (con identificación de demanda temprana) y un programa de créditos blandos para equipo tecnológico. Para la primera posibilidad, se podría hacer uso de los vouchers o bonos empresariales de iNNpulsa, en su línea de apoyo para acceso a nuevos mercados, propiedad intelectual y desarrollo de nuevos productos, procesos y modelos de negocio.

Como alternativa, es pertinente identificar tipos de pruebas que, si bien resultan significativas para viabilizar negocios de bioeconomía, su volumen no justifica la instalación de una infraestructura en el País. Para estos casos se podría optar por establecer fondos que financien dichas pruebas especializadas en otros países, junto con mecanismos que faciliten el trámite de transferencia de dicho material biológico a los países donde se realicen las pruebas. En todo caso, se debería evaluar cada tipo de servicio, para evaluar la relación costo-beneficio de la alternativa de invertir en una infraestructura nacional versus usar servicios internacionales.

- Entidad encargada: Colciencias
- Otras entidades relevantes: MINCIT, centros tecnológicos, centros de innovación, Otris y centros de desarrollo de negocios en biotecnología y bioeconomía
- Tiempo de ejecución: diagnóstico (corto), puesta en marcha del programa de consolidación de capacidades (mediano)
- Costo estimado de las acciones: alto

### **Formación de gestores de valorización tecnológica en centros acreditados**

Este programa tiene como objetivo crear capacidades de valorización, negociación y transferencia, con énfasis en desarrollos de bioeconomía, que se instalen en centros de excelencia científica acreditada y entes intermediarios tecnológicos especializados en bioeconomía. Esta estrategia contribuiría a generar nuevas formas de acercamiento del sector empresarial con el sistema de investigación, así como a promover sistemas de transferencia de tecnología eficientes en áreas de bioeconomía. El instrumento sería accesible sólo para aquellos centros que hayan sido acreditados por Colciencias como centros de referencia o, idealmente, que hayan sido seleccionados en un programa de centros de excelencia (si estuviese en marcha). En su versión ligera, se financia la contratación y/o formación de un gestor de valorización o director de innovación (el programa permite incorporar la cultura de innovación en un centro de investigación científica que, en muchos casos, tiene pocas experiencias de cooperación con la empresa). La

---

<sup>24</sup>Los cheques tecnológicos son subvenciones condicionadas otorgadas a empresas, que se deben invertir en la contratación de servicios tecnológicos o de I+D a entidades especificadas dentro de la convocatoria (por ejemplo, centros de I+D certificados)





versión avanzada consiste en crear oficinas de innovación (en empresas públicas o en entidades de CTI) asociadas a las universidades acreditadas.

La institución que concede la ayuda puede llegar a un acuerdo con una institución formativa de prestigio, a la que se le encomendaría el diseño de un programa específico de capacitación en valorización. La formación puede incluir proceso de *mentoring* a los alumnos sobre proyectos concretos transferibles y estancias en centros (nacionales o extranjeros) de referencia. Es posible crear una red de *alumni* del programa: una comunidad práctica en transferencia que intercambia información entre sus miembros y es un stakeholder del gobierno en esta materia. Este tipo de programas muestra que la investigación de frontera es compatible con el establecimiento de alianzas duraderas con el sector privado. Los centros beneficiarios desarrollan estrategias variadas de valorización e innovación abierta: investigación bajo contrato, incubación de *spin-offs*, licencias de patentes, intercambio de profesionales, alojamiento de laboratorios empresariales, etc.

- Entidad encargada: Colciencias
- Otras entidades relevantes: universidades, centros tecnológicos, centros de investigación, OTRIs
- Tiempo de ejecución: puesta en marcha del programa (corto)
- Costo estimado de las acciones: medio

### 3.3.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Desarrollar el mercado de productos bio-basados y mejora de la competitividad en sectores relacionados con la bioeconomía

#### 3.3.4.1. Estrategia: Consolidación de la demanda pública por productos de alto contenido bio y bienes y servicios sostenibles

Considerando que los productos bio-basados son aplicables a prácticamente todas las áreas de gasto del gobierno, el potencial para aumentar el gasto público en productos de este tipo es inmenso. Colombia ya dispone de un Plan de Acción Nacional de Compras Públicas Sostenibles (PAN CPS), liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con el apoyo de Colombia Compra Eficiente, que de acuerdo con el marco jurídico y político ha establecido cuatro objetivos de cara al 2020 y siete líneas estratégicas y acciones: sin duda este plan contribuye a la consolidación de la demanda pública por bienes bio-basados, sino directa y exclusivamente. En esta medida se establecen a continuación dos acciones adicionales para consolidar esta demanda.

| Porcentaje de las compras públicas que incorporan criterios verdes |      |      |
|--|------|------|
| 2022   | 2026 | 2030 |
| 5%   | 10%  | 15%  |

#### Programa de compra pública de tecnologías verdes innovadoras





La compra pública de tecnologías verdes innovadoras es un instrumento de fomento de la innovación orientada a potenciar el desarrollo de nuevos mercados innovadores desde el lado de la demanda, a través del instrumento de la contratación pública. Explotando margen que deja la legislación nacional de contratos y licitaciones del sector público, a través de este instrumento se pueden adquirir bienes y servicios en diferentes niveles de alistamiento tecnológico, por ejemplo, que se encuentren en fase de prototipado o validación en entorno simulado. Esto se podría hacer mediante los procedimientos de contratación de actividades de ciencia, tecnología e innovación previstos dentro de la Circular Externa No. 6 de Colombia Compra Eficiente, que permiten la celebración de convenios especiales cooperación, contratos de financiamiento y contratos para la administración de proyectos, con características particulares como la recuperación contingente). El objetivo es incorporar mecanismos en las licitaciones que, respetando la libre competencia, permitan al Estado adquirir soluciones tecnológicas que todavía no están en el mercado y favorezcan a los licitadores que propongan soluciones más innovadoras (especialmente si se trata de PYMES tecnológicas para las que no es fácil acceder a contratos públicos).

El programa, en el que entidades como Colombia Compra Eficiente (CCE), Colciencias e iNNpulsa tendrían que jugar un papel central, podría ofrecer tanto acompañamiento a la entidad licitante para el diseño del procedimiento de contratación, como financiación para que las empresas desarrollen la solución tecnológica innovadora en los casos en los que se encuentre en niveles de alistamiento tempranos. La experiencia internacional muestra que tanto la práctica del *innovation public procurement* como la del *sustainable public procurement*, pasa por la existencia de centros de competencia que presten estos servicios a las instituciones —el caso de PIANOO en Holanda es paradigmático—. Por ello, la experiencia y liderazgo de CCE en materia de Innovación como de sostenibilidad será determinante para la puesta en marcha esta esta iniciativa.

La aplicación de tecnologías verdes innovadoras se puede dar en áreas de servicios públicos tan variadas como la defensa, el transporte y la salud, entre otros. Es recomendable, sin embargo, empezar con un piloto en temas de muy alta relevancia social: por ejemplo, tecnologías relacionadas con la erradicación de cultivos ilícitos o la detección de actividades de minería ilegal, que tendrían no sólo una alta validación social sino también flexibilidad adicional gracias al régimen de contratación del Ministerio de Defensa. Asimismo, se podrían fomentar el desarrollo de Acuerdos Marco que incorporen criterios verdes, como está previsto en el PAN CPS. Adicionalmente, se plantea la posibilidad de desarrollar criterios específicos dentro del proceso de evaluación de las propuestas a licitaciones, que privilegien a las empresas que cuenten con un portafolio de productos biobasados.

- Entidad encargada: Colombia Compra Eficiente
- Otras entidades relevantes: ordenadores del gasto en el nivel local, regional y nacional, MADS
- Tiempo de ejecución: puesta en marcha del programa (corto); primeras compras emblemáticas, por ejemplo, con agregación de demanda (alto)
- Costo estimado de las acciones: medio





## Programa de retos de bioeconomía a nivel regional

Los programas de resolución de retos a nivel regional basados en soluciones innovadoras (por ejemplo, para el caso de la bioeconomía, descontaminación de un río o control de la erosión) han mostrado ser exitosos principalmente porque permiten alinear los incentivos de las autoridades regionales (ávidas de resolver problemas tangibles) con los objetivos de las políticas de I+D+i. Un programa de este tipo se podría financiar con los recursos de regalías del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTI) para retos cuya solución se encuentre en niveles de alistamiento tecnológico poco avanzados y del Fondo de Desarrollo Regional (FDR) para soluciones que se encuentren en estadios más cercanos al mercado.

En el primer caso se podrían llevar a cabo programas de financiación de I+D+i con orientación a un reto real por fases, en un ambiente altamente competitivo, pero también generando incentivos a la cooperación entre empresas y entidades de I+D. Este modelo se inspira en casos como el *Small Business Research Initiative* (SBRI) del Reino Unido. En el caso de tecnologías más cercanas al mercado, se trataría entonces de una compra pública que incorpore criterios de sostenibilidad. En este último, la agregación de demanda de diferentes gobiernos departamentales sin duda generaría mayores incentivos para los potenciales proveedores.

El gobierno nacional por su parte, podría contribuir al establecimiento de un mecanismo de apoyo (a través de financiación o en especie) para la estructuración de estos proyectos en principio complejo y que, en todo caso, tendrán que ser validados por entidades del gobierno nacional (por ejemplo, en el OCAD). Asimismo, por la relativa baja credibilidad en algunos de los gobiernos regionales y locales, la participación de entidades como Colombia Compra Eficiente, dando apoyo a consultas previas y en general a la cultura de la innovación dentro de las compras, será fundamental para el éxito de estos programas. También lo será el rol de Colciencias y de los Ministerios sectoriales relacionados con el reto en cuestión, para la definición de este en términos que permitan la presentación de múltiples propuestas para un mismo problema.

Los programas de retos regionales podrán estar orientados a cerrar brechas en las estrategias de especialización inteligente de las regiones, a los planes de ciencia y tecnología regional o en los planes regionales de competitividad.

- Entidad encargada: DNP
- Otras entidades relevantes: CARs, Gobiernos regionales, Alcaldías, Colciencias, Colombia Compra Eficiente, cámaras de comercio.
- Tiempo de ejecución: puesta en marcha del programa (corto); primeras compras emblemáticas (alto)
- Costo estimado de las acciones: alto





### 3.3.4.2. Estrategia: Fortalecer la demanda privada por productos de alto contenido bio y bienes y servicios sostenibles

| Valor total de la producción de bienes y servicios de bioempresas <sup>25</sup> |      |      |
|---|------|------|
| 2022  | 2026 | 2030 |
| 7%  | 15%  | 19%  |

#### Desarrollo de una marca país BIO que acoja los diferentes sectores de la bioeconomía que cumplan con ciertos criterios

Existen cientos de etiquetados BIO alrededor del mundo, pero sería recomendable centralizar las decisiones sobre este etiquetado y seguir estándares internacionales (por ejemplo, USDA BioPreferred o el Ecolabel de Europa) y acompañar el etiquetado por el diseño de una marca país sombrilla para este tipo de productos y servicios asociada al tema Bio (similar al caso de Brasil: “Be Sostenible”) que acoja los diferentes sectores de la bioeconomía que cumplan ciertos criterios. Desarrollar una serie de acciones que incluya legislación y procedimientos preferentes que tengan un impacto positivo sobre el precio final de venta, además del etiquetado orientado a incentivar la demanda privada mediante sensibilización. Un elemento diferenciador de esta Marca País, dadas las dotaciones naturales de Colombia, deberá ser el posicionamiento del país como referente en bioeconomía basada en la biodiversidad.

Además de perfiles de Análisis de Ciclo de Vida, y de cara al desarrollo del mercado de la energía renovable, este etiquetado debería incluir categorías de acuerdo con la contribución a la disponibilidad de biomasa, que no amenace la seguridad alimentaria

- Entidad encargada: Procolombia
- Otras entidades relevantes: MINCIT, MADS, Colciencias, Cámaras de comercio, Clústers BIO, Gremios, Empresas
- Tiempo de ejecución: lanzamiento de la marca (medio)
- Costo estimado de las acciones: medio

#### Programa de innovación abierta en grandes empresas (convocatoria de Desafíos Empresariales)

Este modelo se fundamenta en algunas experiencias exitosas en Colombia (biofertilizantes, en particular) y en la experiencia de Uruguay con los fondos como Innovagro y el Fondo Sectorial de Innovación Industrial Enrique Bia. Dentro del programa se involucraría a grandes empresas que plantearan retos (*seekers*) que deberían ser abordados por *startups* biotecnológicas (*solvers*). El programa, idealmente gestionado por una entidad como iNNpulsa, facilitaría la estructuración de los desafíos (*challenges*) y permitiría la competición de las *startups* en la aproximación de dichos desafíos en dos fases: 1) una propuesta de

<sup>25</sup> Línea de base: 19%. El promedio de crecimiento del sector bio en el mundo fue de 13% para ese mismo año.





solución financiado para todas las *startups* participantes en el programa y 2) desarrollo de los proyectos de I+D, en el que se financiarían íntegramente a las *startups* ganadoras del concurso. De esta forma, se ofrecería un primer cliente real a las nuevas empresas y se involucraría a las empresas ancla con la generación de ecosistema innovador en bioeconomía. La participación de las grandes empresas se podría incentivar mediante cofinanciación u otros beneficios en los diferentes instrumentos del sector público.

Esta estrategia se puede complementar con mecanismos para financiar iniciativas de fortalecimiento tecnológico y mejora de la productividad de los proveedores de los nuevos bio-insumos, para garantizar la capacidad de suministro de proveedores que los ofrecen, y con ello la sostenibilidad de los eslabones cliente-proveedor resultantes de las innovaciones en bio-insumos. En particular, se puede dar prioridad a la financiación de Desafíos Orientados a nuevos modelos de negocio dentro de las empresas (intraemprendimiento) por ejemplo en proyectos que busquen la extensión del ciclo de vida de un producto o hacia el giro hacia la circularidad en los suministros (uno de los nuevos modelos clave para el desarrollo de la economía verde)

- Entidad encargada: iNNpulsa
- Otras entidades relevantes: MINCIT, MADS, Colciencias, Cámaras de comercio, Clústers BIO, Gremios, Empresas, centros de innovación, aceleradoras tecnológicas.
- Tiempo de ejecución: puesta en marcha del programa (mediano)
- Costo estimado de las acciones: medio

### **Estrategias de sustitución y actualización de tecnológica: Bio-soluciones en empresas maduras**

Este programa buscaría financiar la identificación de necesidades de innovación de las empresas tradicionales que puede abordarse desde la bioeconomía (diagnósticos de requerimientos de bio-soluciones) y la posterior puesta en marcha de las bio-soluciones mediante proyectos colaborativos (público-privados o privado-privado), para lo cual se partiría de un diagnóstico en el que podría participar un bróker (o entidad de interfaz). Posteriormente, en formato *matching fund* (con contrapartida privada del 30%), iNNpulsa financiaría los proyectos colaborativos identificados, participando al menos: una gran empresa, una MIPYME y un centro tecnológico.

En el largo plazo, estas convocatorias podrán convertirse en programas de financiación de mediano y largo plazo, entidades de interfaz contra resultados (en los que las mismas entidades estarían encargadas de diseñar y gestionar estas convocatorias), lo cual facilitaría la capilaridad de la política y la generación de ecosistemas locales de innovación acordes con las particularidades de cada región.

También, para incentivar a las empresas, estímulos financieros y fiscales a aquellas que hagan reconversión tecnológica hacia procesos e insumos con base bio (reemplazo de insumos por bioinsumos; procesos de transformación que usan bio-soluciones; aprovechamiento energético con biomásas; etc.)





- Entidad encargada: iNNpulsa
- Otras entidades relevantes: MINCIT, MADS, Colciencias, Cámaras de comercio, Clústers BIO, Gremios, Empresas, Centros tecnológicos, Centros de innovación
- Tiempo de ejecución: puesta en marcha del programa (mediano)
- Costo estimado de las acciones: medio

### **Construcción de un portafolio nacional de productos BIO de alto valor agregado**

Para establecer y gestionar un portafolio de inversión en nuevos negocios de bioeconomía, es necesario que se establezca una entidad dentro de Procolombia que asuma el rol de gestionar y promocionar dicho portafolio. Otra de las misiones que tendrá esta unidad será la de generar las capacidades para gestionar dicho portafolio y promocionarlo, teniendo en cuenta los criterios y procesos bajo los cuales se toman decisiones y aplican recursos por parte de financiadores e inversionistas nacionales e internacionales.

Se puede revisar si este portafolio debería ser de productos bio, o de negocios de bioeconomía de alto valor agregado. Como portafolio de negocios, se puede hacer una labor simultánea de mercado (promoción comercial) y de gestión de fondos de inversión (sobre un portafolio de negocios en bioeconomía), que se puede vincular con la estrategia del fondo de fondos.

- Entidad encargada: Procolombia
- Otras entidades relevantes: MINCIT, Cámaras de comercio, Clústers BIO, ANDI, Gremios, Empresas, Centros de innovación, aceleradoras tecnológicas.
- Tiempo de ejecución: construcción del portafolio (mediano)
- Costo estimado de las acciones: bajo

### **Participación activa en ferias internacionales con portafolio de productos y servicios BIO y consolidación de una feria a nivel nacional de bioeconomía.**

La bioeconomía está enraizada localmente, pero no puede entenderse sin la dimensión internacional. Acceder a redes de colaboración internacional, programas multilaterales y espacios de cooperación empresarial es, sin embargo, costoso para los investigadores y las MIPYMES colombianas.

En este sentido es posible movilizar recursos específicos de Procolombia, iNNpulsa y Colciencias para la organización de misiones y misiones inversas de empresas de bioeconomía, colombianas y extranjeras, para favorecer el intercambio y la exploración de oportunidades de negocio conjuntas. Parte de este esfuerzo puede derivarse a la participación en ferias internacionales de biotecnología y bioeconomía —cada vez más abiertas al concepto amplio de bioeconomía— como BIOSPAIN, BIOEUROPE y BIO.





Existen precedentes de las tres instituciones citadas en este sentido, que pueden servir para el diseño de futuras acciones.

Otro mecanismo para contribuir a que Colombia esté a la vanguardia en este tema es la consolidación de una feria anual, a nivel nacional y con invitados internacionales, en bioeconomía. Partiendo de modelos como el *Bioeconomy Investment Summit* europeo, esta feria puede tratar temas como: entorno normativo regulatorio para la transición hacia la bioeconomía; cadenas de valor de productos y servicios de bioeconomía y problemas de sostenibilidad relacionados; oportunidades de financiamiento privado y público para la bioeconomía a nivel nacional e internacional; barreras y obstáculos para las inversiones en la bioeconomía; y cadenas de valor globales en bioeconomía. Dentro de esta feria también se puede plantear un capítulo en el que las diferentes entidades que hacen parte del Comité Técnico de Bioeconomía puedan presentar sus avances, dando así visibilidad a nivel gubernamental y a nivel público a las entidades que hayan dirigido mayor cantidad de esfuerzos hacia este fin.

A nivel nacional se pueden potenciar esfuerzos de ferias como Bioexpo y BIONOVO, consolidándolos en un único espacio como feria internacional que puede potenciar la biotecnología y la bioeconomía.

- Entidad encargada: Procolombia
- Otras entidades relevantes: iNNpulsa, Colciencias, MinCIT, MADS, Agencias de promoción de inversión, Universidades, Gremios, Empresas, Centros de innovación, Recintos feriales.
- Tiempo de ejecución: corto
- Costo estimado de las acciones: bajo

### 3.3.4.3. Estrategia: Desarrollar regulaciones y estándares internacionales favorables a la I+D+i en bioeconomía

| Nuevas leyes o normas que contribuyan al desarrollo de la bioeconomía <sup>26</sup> |      |      |
|---|------|------|
| 2022  | 2026 | 2030 |
| 6   | 9    | 12   |

### Definición y puesta en marcha de un programa de seguimiento y fomento de la calidad en los trámites regulatorios

Dentro del diagnóstico se han identificado debilidades y altos niveles de heterogeneidad en los servicios de las diferentes entidades que se hacen cargo de los servicios de control y vigilancia (ICA, INVIMA, Organismo Nacional de Acreditación de Colombia-ONAC, etc.). Para tomar decisiones informadas que generen el mayor impacto posible, se recomienda el establecimiento de un esquema de gobernanza centralizado para el seguimiento y

<sup>26</sup> Línea de base: Se plantea como mínimo una por sector el primer año





fomento de la calidad en los trámites regulatorios: se deberá definir una entidad responsable final, así como un equipo de entidades que proveen servicios de control y vigilancia. Esta entidad deberá definir parámetros de calidad en la prestación de los servicios de las diferentes entidades encargadas de tramitar permisos y salvoconductos, hacer seguimiento a los mismos y garantizar que la información se haga pública.

Con base en esta información, se podrán diseñar acciones de mejora para las entidades encargadas de estos trámites (por ejemplo, planes de formación y campañas de divulgación), dirigidos a dar uniformidad a los procesos y generar confianza en los mismos.

- Entidad encargada: MINSALUD, MINAGRICULTURA.
- Otras entidades relevantes: ICA, INVIMA, Organismo Nacional de Acreditación de Colombia-ONAC, etc.
- Tiempo de ejecución: medio
- Costo estimado de las acciones: bajo

### **Desarrollo de mesas técnicas especializadas en temas regulatorios con participación de *stakeholders* y establecimiento de mecanismos de difusión**

Las mesas técnicas especializadas en asocio con Invima e ICA ya han empezado a tener éxito como mecanismos que permiten incorporar la visión de quienes serán directamente afectados por la implementación de las normas (por ejemplo, la mesa técnica de Cannabis Medicinal liderada por el Invima, el Fondo Nacional de Estupefacientes (FNE) y el Ministerio de Salud y Protección Social en agosto del 2017). Efectivamente, estas mesas pueden ser un mecanismo útil para discusión de nuevas leyes, decretos y normas técnicas para dinamizar la innovación en la bioeconomía.

Teniendo en cuenta los conflictos de interés que se puedan presentar, el desarrollo de asociaciones más fuertes e intersectoriales de empresas relacionadas con la bioeconomía (lo cual se quiere alcanzar con la Acción “Programa de apoyo a la creación de plataformas de coordinación dirigidas a misiones”) es una condición fundamental para garantizar que el gobierno tenga interlocutores fuertes y cuya participación no sea percibida como un riesgo (captura de intereses particulares).

Una posible fuente de temáticas para el establecimiento de mesas puede ser, precisamente, el capítulo regulatorio dentro de la plataforma de bioeconomía. Adicionalmente, se debe dar prioridad, dentro de los temas que motiven la conformación de dichas mesas, a los cambios regulatorios que sean necesarios para alinear las provisiones actuales con los requisitos internacionales.

- Entidad encargada: DNP
- Otras entidades relevantes: Icontec, Instituto Nacional de Metrología, ONAC
- Tiempo de ejecución: corto
- Costo estimado de las acciones: bajo





## Creación de *SandBox* para promover la I+D+i en bioeconomía

Los *SandBox* son espacios reales o digitales, con mínima regulación, donde se pueden probar nuevas tecnologías o productos con un limitado número de usuarios (siguiendo el modelo de un ensayo clínico). En sus principios han florecido particularmente los *sandbox* en fintech (negocios financieros), sin embargo, existen también para salud y para regulaciones como tal (por ejemplo, en temas energéticos), y están surgiendo varios para automoción (principalmente alrededor de coches autónomos). Estos instrumentos están diseñados precisamente para reducir el riesgo regulatorio de la I+D+i que crea nuevos mercados o para innovaciones radicales: por este motivo también se han empezado a utilizar en la I+D+i en bioeconomía. Algunos de estos ejemplos incluyen *SandBox* dirigidos a tecnologías que afectan directamente la bioeconomía en temas de desarrollo de drones, altas tecnologías para la cosecha y *blockchain* para identificación y seguimiento de productos agrícolas. La ventaja de su aplicación en Colombia es que están específicamente dirigidos a sentar precedentes favorables para el posterior desarrollo de regulación en mercados del futuro o mercados disruptivos, lo cual ha sido identificado como una de las debilidades principales en este tema.

La creación de *SandBox* en Colombia podría responder o bien a retos regionales puntuales en donde se haga evidente la necesidad de flexibilizar la regulación en un escenario controlado para el desarrollo de soluciones innovadoras, o bien de forma abierta o contra demanda. Una convocatoria de este tipo debería contar desde un principio con la participación de la entidad regulatoria respectiva (por ejemplo, el ICA) con una entidad con un alto entendimiento de los procesos de I+D (por ejemplo, Colciencias a través del Programa Nacional de Agricultura), para que se pueda evaluar tanto el riesgo regulatorio como el riesgo tecnológico implícito dentro de cada proyecto, así como sus beneficios potenciales. Asimismo, algunas etapas tempranas de los *sandbox* se podrían desarrollar dentro de entornos controlados en los parques tecnológicos, o en espacios de experimentación de nuevos conceptos innovadores, tipo *living labs*. Tras realizar procesos de experimentación y validación, las nuevas bio-soluciones, así como los marcos regulatorios probados, se podrían escalar a entornos mayores, todavía controlados, bajo condiciones de regulación favorables, pero más similares a los entornos reales. El *SandBox* es también una herramienta que se puede utilizar para probar nuevos modelos de negocio que favorezcan la bioeconomía: por ejemplo, se podrían llevar a cabo proyectos, en entornos controlados, en donde la propiedad de un bosque sea de un particular o del mismo gobierno, pero donde se le permita a un tercero hacer uso de los servicios ecosistémicos que este bosque puede ofrecer (en el marco de los negocios de “producto como servicio”) o bien para experimentar con derechos de propiedad conjuntos sobre bienes que únicamente se pueden utilizar en grandes cantidades y con frecuencias irregulares (como es el caso de plataformas compartidas para abastecimiento de energía renovable a nivel local).

- Entidad encargada: DNP apoyando metodológicamente a la entidad sectorial interesada en desarrollar un *SandBox*





- Otros actores relevantes: entidades regulatorias, entidades sectoriales del gobierno nacional (dependiendo del tema)
- Tiempo de ejecución: corto
- Costo estimado de las acciones: bajo

### **Difusión de las guías de acceso a recursos genéticos y de distribución justa y equitativa de los beneficios**

La creación del Grupo de Recursos Genéticos, adscrito a la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente Sostenible (MADS)<sup>27</sup>, ha contribuido considerablemente a los avances en las normas que aplican en el país en materia de acceso a recursos genéticos y que atienden a las directrices establecidas en la Decisión Andina 391 de 1991, de la Comunidad Andina de Naciones. Sin embargo, adicionalmente, es necesario que Colombia recupere su liderazgo en la materia a nivel internacional mediante la ratificación del Protocolo de Nagoya y la aprobación de las medidas necesarias para el cumplimiento del mismo a nivel nacional.

Para ello se necesita entender bien la situación actual de los procedimientos internos de ratificación y la identificación de los principales escollos que impiden dicha ratificación y tomar una posición nacional para su solución, que se podría liderar desde el MADS, pero que debe contar con la participación de los diferentes agentes del gobierno pro, incluso más importante, de la sociedad. La institución que lidere este pacto debería estar a su vez encargada del seguimiento de la utilización de los recursos genéticos y conocimientos tradicionales asociados a los recursos genéticos colombianos dentro y fuera de Colombia.

De este acuerdo nacional se debería desprender un **protocolo** para la distribución justa y equitativa de los beneficios del uso sostenible de la biodiversidad que, a su vez, se podrían desarrollar a partir de la experiencia del piloto desarrollado por el PNUD en asocio con Fondo Acción y el MADS con las empresas Ecoflora Care, Cocomacia y Planeta.

#### **3.3.5. OBJETIVO ESPECÍFICO 4: Puesta en marcha de proyectos tractores en sectores prioritarios que permitan demostrar el potencial transformador, un efecto multiplicador y persistente en el largo plazo**

En el contexto de la política de bioeconomía para Colombia, el enfoque de proyectos tractores es importante porque:

- Tiene efectos demostrativos importantes en un tema en el que se han diseñado un gran número de políticas, pero donde persiste la percepción de que no se ha logrado mucho.
- Permite concentrar esfuerzos y recursos, lo cual es consistente con los requerimientos especiales de la bioeconomía, en donde los proyectos que logran cambios requieren inversiones considerables y sostenidas en el tiempo.

<sup>27</sup> Una instancia técnica que desde su creación ha buscado impulsar de manera integral en Colombia el tema de acceso a recursos genéticos, sus productos derivados y sus componentes intangibles asociados, en el marco de un enfoque de uso sostenible de la biodiversidad





- Contribuyen a otras barreras identificadas en el diagnóstico. Puntualmente, esta estrategia contribuye a la generación de masa crítica, aumenta la cooperación público-privada e incentiva la inversión privada en I+D.

Estos proyectos tractores pueden ser fundamentalmente de tres tipos: actividad de I+D, generación de demanda pública y creación de infraestructuras.

Son por definición proyectos de gran dimensión, presupuesto y duración. Aunque pueden tener un alcance ambicioso en cuanto a I+D, y pueden estar asociados a innovaciones “disruptivas” y brechas tecnológicas también pueden ser proyectos que marquen hitos en cuanto al fortalecimiento de capacidades del sistema de I+D+i y que constituyan victorias en el corto plazo, como la puesta en marcha de entidades dinamizadoras del sistema.

Para garantizar sacar el mayor provecho del efecto demostrativo, deben ser proyectos que estén dirigidos a objetivos o misiones con alto impacto social y, por la cantidad de recursos que requieren, idealmente deberían partir de sinergias identificadas con otros programas prioritarios del gobierno, o bien con sectores o productos que sean distintivos en Colombia como el café y la palma en donde ya se haya dado impulso a iniciativas a nivel nacional.

Recomendaciones adicionales sobre las características que deberían tener estas iniciativas emblemáticas:

- Iniciativas de alto impacto social
- Iniciativas con sostenibilidad económica, social y ambiental
- Proyectos con arraigo territorial: Basados en capacidades regionales diferenciales
- Presupuesto mínimo por proyecto de US\$5M
- Se involucran varios agentes clave con vocación de colaboración a largo plazo
- Participación de capital privado de al menos 20%
- Duración de 3-4 años por proyecto, contando —especialmente para el caso de infraestructuras— con estrategias de sostenibilidad económica a largo plazo.
- Priorización de la bioeconomía en el sentido amplio
- Participación de múltiples entidades incluyendo empresas, organismos de I+D, entidades del gobierno nacional y regional y organizaciones de la sociedad civil.
- Proyectos con incentivos adecuados para incluir a investigadores y empresas privadas

Los modelos internacionales de referencia no tienen orientación sectorial. Por tanto, sería posible promover al menos un proyecto por cada uno de los sectores priorizados o, incluso, un proyecto destinado a una de las misiones identificadas por el Comité Técnico de Bioeconomía, que a su vez contribuya al desarrollo de diferentes sectores. En el caso de que se desarrollasen proyectos orientados a misiones o sectores, las plataformas de coordinación definidas anteriormente serían un candidato natural para liderar este proceso de priorización.





A continuación, se plantean algunas de las categorías que se recomiendan y algunos potenciales ejemplos que han sido identificados dentro del diagnóstico:

**Grandes infraestructuras:** Estos proyectos se refieren a infraestructuras de I+D+i que pueden contribuir al desarrollo de bienes y servicios BIO con un alto contenido tecnológico como, por ejemplo, biorrefinerías, bio-incubadoras y centros de pruebas y escalamiento para materiales bio-basados.

| Recursos totales invertidos <sup>28</sup> |        |         |
|---|--------|---------|
| 2022                                      | 2026   | 2030    |
| 30.000                                    | 90.000 | 120.000 |

**Impulso desde la demanda a la bioeconomía:** en esta categoría de proyectos se incluyen principalmente operaciones de apoyo a la bioeconomía desde la demanda pública, por ejemplo, a través de la compra pública de bienes y servicios innovadores en el ámbito de la bioeconomía (en temas relacionados con la prestación de servicios públicos como nutrición infantil, *big data* para el agro, etc.). Modelos más complejos, como la agregación de la demanda pública y privada con este mismo fin, se pueden considerar en el mediano y largo plazo.

| Valor total de las compras públicas de tecnologías innovadoras de bioeconomía |        |        |
|---|--------|--------|
| 2022  | 2026   | 2030   |
| 15.000  | 30.000 | 45.000 |

**Proyectos orientados hacia la transformación en el modelo productivo:** dentro de esta categoría se incluyen proyectos orientados a la transición hacia la economía circular mediante el aprovechamiento de residuos de industrias tradicionales y emblemáticas en Colombia como la Palma, Caña, Arroz, Café, Cacao, Banano, frutales, entre otros. En este sentido se contemplan los proyectos que contribuyan a la adopción de nuevos modelos de negocio consistentes con la economía circular como los de reutilización de residuos, suministros circulares, extensión del ciclo de vida de los productos y derechos de propiedad conjuntos sobre bienes y servicios con alta potencial de reutilización.

| Número de proyectos <sup>29</sup> |      |      |
|-----------------------------------|------|------|
| 2022                              | 2026 | 2030 |

<sup>28</sup> Línea de base: proyectos el primer cuatrienio, 3 el segundo y 4 el tercero (30.000 millones por proyecto nuevo por cuatrienio)

<sup>29</sup> Línea de base: Uno por sector el primer cuatrienio, dos por sector el segundo cuatrienio, tres por sector el último cuatrienio





|   |    |    |
|---|----|----|
| 6 | 12 | 18 |
|---|----|----|

**Proyectos de I+D dirigida en bioeconomía:** Son proyectos colectivos en los que se “fuerza” la colaboración privado-privado y público-privada y se orientan a la consecución de retos tecnológicos específicos, como el uso eficiente de irrigación con miras a la prevención de la erosión y el desarrollo de servicios de medicina personalizada utilizando herramientas genómicas y moleculares. Se exige a los consorcios estar constituidos por grandes y pequeñas empresas y centros públicos (universidades, centros públicos de investigación y centros tecnológicos). La participación de grandes empresas se incentiva por el tamaño de los proyectos y la alta tasa de subvención. La colaboración con los centros de I+D se incentiva con el requisito de que un porcentaje del presupuesto deba, obligatoriamente, ser dirigido a estas entidades.

| Número de proyectos <sup>30</sup> |      |      |
|-----------------------------------|------|------|
| 2022                              | 2026 | 2030 |
| 6                                 | 12   | 18   |

<sup>30</sup> Ibid.



### 3.4. HOJA DE RUTA

De acuerdo con los plazos que se establecen para cada una de las acciones descritas anteriormente, se planea la siguiente hoja de ruta en el corto, mediano y largo plazo:

|                              | CORTO  | MEDIANO  | LARGO  |
|------------------------------|--|--|--|
| <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 1</b> | Establecer el Comité Técnico de Bioeconomía  |  |  |
|                              | Definición del marco de gasto para la política de bioeconomía  |  |  |
|                              | Establecimiento de una plataforma de interacción con los ciudadanos  | Diseño e implementación de un plan de comunicación de los resultados y avances en bioeconomía  |  |
|                              |  | Creación y consolidación de una red de gestores de la bioeconomía a nivel regional   |  |
|                              |  | Centralización de la información relevante para el seguimiento de la bioeconomía e inclusión de nuevas variables   |  |
|                              |  | Definición de indicadores estratégicos de alta relevancia social y política  |  |
|                              |  | Programa de apoyo a la creación de plataformas de coordinación dirigidas a misiones o a cadenas de valor y lideradas por el sector productivo            |  |
| <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 2</b> | Programa de difusión tecnológica para empresas mediante financiación para adquisición de activos tecnológicos asociados a bio-productos o bio-procesos | Poner en marcha beneficios tributarios específicos para las empresas jóvenes de productos biobasados   | Elaboración de un repositorio genético de referencia a nivel mundial para organismos con características claramente diferenciadoras que hagan parte de la biodiversidad colombiana |
|                              | Creación de un fondo prueba de concepto  | Creación de un fondo de fondos para generar una fuente de recursos de capital riesgo especializado en proyectos de bioeconomía                           |  |
|                              | Formación de gestores de valorización tecnológica en centros acreditados   | Diagnóstico y consolidación las capacidades para pruebas de validación y escalamiento  |  |
| <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 3</b> |  | Desarrollo de una marca país BIO que acoja los diferentes sectores de la bioeconomía que cumplan con ciertos criterios                                   |  |
|                              | Programa de compra pública de tecnologías verdes innovadoras   |  |  |
|                              | Programa de retos de bioeconomía a nivel regional  |  |  |
|                              | Programa de innovación abierta en grandes empresas (convocatoria de Desafíos Empresariales)  |  |  |
|                              |  | Participación activa en ferias internacionales con portafolio de productos y servicios BIO y consolidación de una feria a nivel nacional de bioeconomía. |  |
|                              | Estrategias de sustitución y actualización de tecnológica: Bio-soluciones en empresas maduras  |  |  |
|                              | Construcción de un portafolio nacional de productos BIO de alto valor agregado   |  |  |
| <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 4</b> | Desarrollo de proyectos tractores  |  |  |

Firma: Elaboración propia



## **CAPITULO IV. POTENCIAL DE LA BIOECONOMÍA EN LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA COLOMBIANA: Una aproximación mediante un modelo de equilibrio general computable**

**Elaborado por:**

Jesús Alonso Botero

José Bernardo García Guzman

Ana Cristina Zúñiga Zapata

COLOMBIA



#### **4. Capítulo IV: POTENCIAL DE LA BIOECONOMÍA EN LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA COLOMBIANA: UNA APROXIMACIÓN MEDIANTE UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE**

La introducción de tecnologías novedosas, que permitan un uso sostenible de los recursos naturales, puede ser uno de los componentes esenciales de una nueva estrategia de crecimiento que, contribuyendo a cumplir los compromisos adquiridos por Colombia en el acuerdo de París de 2015, aproveche el potencial del país en lo referente a su capital natural, garantice la sostenibilidad en ese aprovechamiento y reduzca la vulnerabilidad ante el cambio climático. A través del desarrollo de nuevas industrias basadas en el capital natural, el país puede avanzar hacia la transformación de su estructura productiva, optimizando el uso eficiente y sostenible de sus recursos, insertándose en nuevos mercados internacionales, que reconozcan el valor de esos productos, y logrando a través de ello, mejores empleos, mejor calidad de vida, y un uso eficiente y responsable de sus recursos naturales.

El objetivo del presente capítulo es abordar la evaluación de las recomendaciones que, en materia de bioeconomía, se han presentado en el “Estudio sobre la bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia” (En adelante estudio BSE) . La evaluación de esas políticas puede hacerse desde por lo menos dos enfoques: i) El que podemos denominar “enfoque económico”, que evalúa las consecuencias estrictamente económicas de las políticas propuestas, y que 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; y ii) el que pudiéramos llamar “enfoque ambiental” que se dirige en cambio a evaluar los impactos ambientales de las políticas, las variaciones en las emisiones que se generan, y los temas de sostenibilidad ambiental asociados a ellas.

El capítulo IV, se limita al primer tipo de enfoque, dado que, entre los sectores abordados en el estudio, no se incluye el sector energético, responsable por sí mismo del mayor impacto en lo que concierne a emisiones, especialmente por las reducciones que en tal sentido pueden conseguirse a través del desarrollo de energías renovables no convencionales. Sin duda, toda asignación de recursos lleva implícito algún impacto ambiental, directo o indirecto, bien sea por las emisiones que genera de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno), o por la depredación que puede implicar de recursos naturales, como el agua, los bosques o las especies naturales. Pero en el caso de los sectores incluidos en el estudio BSE, probablemente predominan los efectos económicos que la reasignación de recursos implica. A esos efectos se dedica pues este informe, que se desarrolla secciones además de esta introducción, donde se aborda conceptualmente el enfoque de la evaluación; se describe en detalle el modelo empleado; se analiza la calibración del modelo y el escenario básico de las simulaciones; se analiza el impacto de las políticas propuestas; y se concluye.





#### 4.1. POLÍTICAS PÚBLICAS, REASIGNACIÓN DE RECURSOS Y CRECIMIENTO ECONÓMICO.

Las recomendaciones del estudio BSE buscan impulsar el desarrollo de la bioeconomía, con el objetivo de “avanzar hacia un crecimiento sostenible y bajo en carbono, proteger y asegurar el uso del capital natural, mejorar la calidad y gobernanza ambiental, y lograr un crecimiento resiliente que reduzca la vulnerabilidad frente a los riesgos de desastres naturales y al cambio climático”. Ahora bien: ¿cómo el desarrollo de la bioeconomía contribuye a estos logros, especialmente al crecimiento sostenible?

Ante todo, a través de la reasignación de recursos. El crecimiento y el desarrollo económico dependen, fundamentalmente, de tres factores esenciales: el uso de los factores productivos naturales, como tierra y trabajo; la acumulación de factores productivos que dependen de la gestión productiva, como capital físico y humano; y la productividad con que esos factores se combinan en los procesos productivos, lo que se denomina en la literatura “productividad total de los factores”. Esta depende, a su vez, de tres elementos básicos: la productividad al interior de la firma, que se logra por la mejora en la eficiencia operativa (producir lo mismo con menores recursos) o por el aumento del valor agregado producido (mayor valor con los mismos recursos); la asignación de recursos entre las firmas en un mismo sector (lo que se denomina en la literatura económica “eficiencia asignativa”); y la transformación de la estructura productiva, que se plasma en el desarrollo de sectores más eficientes y más competitivos, a costa de sectores de baja productividad.

La bioeconomía significa, en sí misma, dirigir la atención hacia los recursos naturales de los que dispone una economía. Pero requiere, para ello, de la asignación de capital físico y humano, que permita aprovechar esos recursos naturales, en actividades de mayor valor agregado, generando las mejoras en la productividad asociadas a la transformación productiva.

Los recursos de capital son, empero, limitados, y tienden a ser empleados en aquellos usos que, por la experiencia de los agentes económicos, ofrecen mejores condiciones de retorno y rentabilidad, dada la estructura existente del aparato productivo del país. Los niveles de crecimiento que se logran cuando las estructuras productivas se anclan en los usos más simples de los recursos son exigüos. Los episodios de crecimiento destacado están asociados, en cambio, a transformaciones profundas del aparato productivo, que involucran lo que Schumpeter denominaba la “destrucción creativa”: la aparición de nuevos sectores, innovadores y más productivos, que reemplazan a aquellos en los que no es posible alcanzar usos más eficientes de los recursos.

Las políticas de desarrollo productivo buscan, en general, propiciar estas transformaciones, enfrentando las fallas de mercado que, en palabras de Rodrik, “dan por resultado la escasez del espíritu emprendedor que busca cambios estructurales”: externalidades tecnológicas, asociadas a aprendizajes que no se producen al interior de las empresas; externalidades





de información, que limitan el descubrimiento de oportunidades; y externalidades de coordinación, que incluyen tanto la existencia de mercados incompletos, como la carencia de bienes públicos (por ejemplo, infraestructura e investigación básica) y la ausencia de financiación y de mercados de gestión del riesgo, que permitan a los agentes emprender los cambios disruptivos asociados generalmente a la innovación.

Las recomendaciones del estudio BSE buscan, en general, enfrentar esas externalidades, propiciando el desarrollo de actividades innovadoras en el campo de la bioeconomía. El desarrollo de esas actividades significa reasignar recursos en la economía, en la dirección de buscar mayores grados de complejidad en la estructura productiva, abordando mercados más complejos, en los que la dinámica de demanda global sea mayor, y en la que pueda alcanzarse una mayor productividad. Es decir, la mejora en la “productividad total de los factores”, en su forma de reasignación de recursos entre sectores, a partir de la generación de mayor valor agregado, en bienes diferenciados y de alto dinamismo de demanda en la economía global.

Ahora bien: ¿cómo opera este proceso? Las políticas públicas implementadas en las diversas dimensiones (regulatoria, tecnológica, financiera y de inversión, de infraestructura, de mercado y de talento humano) deben propiciar que los recursos de capital se reorienten hacia la bioeconomía, desarrollando actividades de mayor valor agregado, y a través de las cuales el país puede insertarse en mercados globales de mayor dinamismo y mayor diferenciación. Ello se refleja en mayores exportaciones, pero también, en incrementos del producto y del empleo, asociados a la mayor productividad que se alcanza con la transformación productiva.

El modelo de equilibrio general empleado en el análisis permite cuantificar estos impactos. Su descripción se aborda en la siguiente sección.

## 4.2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El modelo CGE EAFIT es un modelo de competencia perfecta, multisectorial, dinámico recursivo, calibrado para el año 2015, a partir de las Cuentas Nacionales de Colombia, base 2005. Clasifica la actividad productiva en 28 sectores, de acuerdo con la Tabla 1, así: 6 correspondientes a los sectores priorizados en el estudio BSE (agricultura, alimentos, químicos, farmacéuticos, cosméticos y servicios de salud, resaltados en la tabla); 21 que describen las demás actividades productivas, incluyendo una buena desagregación del sector de electricidad, gas y agua; y un sector informal, que recoge las actividades productivas informales de todas las ramas de la producción.

El modelo contempla tres tipos de factores productivos: trabajo no calificado (que puede estar empleado en sectores formales, ocupado en actividades informales o permanecer desempleado); trabajo calificado y capital. Se modelan 6 instituciones: Hogares, Empresas, Gobierno central, Gobiernos locales, Seguridad social y Resto del Mundo.





La estructura productiva de las ramas se modela mediante una función de producción en tres niveles (ver figura 1): en el primer nivel, se agregan Trabajo calificado (TC) y Trabajo no calificado (TNC), mediante una función de elasticidad constante de sustitución (CES, por sus siglas en inglés); en el segundo, Trabajo Total (TT) y Capital (K), también mediante una función CES; y en el nivel final, se consolidan Valor Agregado (VA) y Compras intermedias (IO), mediante una función tipo Leontief, de coeficientes fijos. La producción de cada rama productiva (Y que, al incluir impuestos a la rama IMPR, se define como YIMP) se reparte, mediante la matriz de producción, entre los diversos productos (YY), que se desagregan a su vez entre producción doméstica (D) y exportaciones (X), mediante una Frontera de Posibilidad de producción de elasticidad de sustitución constante (CET, por sus siglas en inglés). La producción doméstica se combina con las importaciones (M), mediante funciones CES. La operación de venta incorpora el cobro de impuestos al valor agregado (IVA), y la importación de productos, el pago de aranceles (ARAN).

**Tabla 12.** Clasificación sectorial del modelo.

| SECTOR                       | CÓDIGO CUENTAS NACIONALES BASE 2005    | DESCRIPCIÓN  |
|------------------------------|--|--|
| <b>AGRICULTURA</b>           | <b>01, 02, 03, 04 Y 05</b>             | <b>Café, otros productos agrícolas, actividades pecuarias, silvicultura y pesca</b>                              |
| MINERÍA                      | 06, 08 Y 09                            | Carbón, minerales metálicos y no metálicos   |
| PETRÓLEO                     | 07                                     | Petróleo   |
| TRILLA                       | 14                                     | Productos del café y trilla  |
| <b>ALIMENTOS</b>             | <b>10, 11, 12, 13, 15, 16, 17 Y 18</b> | <b>Carnes, pescados, aceites, grasas, lácteos, molinería, azúcar, cacao, bebidas, otros</b>                      |
| OTROS BIENES LIVIANOS        | 19, 20, 21, 22 Y 23                    | Tabaco, textiles, prendas de vestir y cuero  |
| BIENES INTERMEDIOS           | 24, 25, 26, 27, 29, 30 Y 31            | Productos de madera, papel, impresión, refinación de petróleo, caucho, productos minerales, metalúrgicos básicos |
| <b>QUÍMICOS</b>              | <b>28 MENOS 280202 Y 280203</b>        | <b>Químicos</b>  |
| <b>FARMACEUTICOS</b>         | <b>280202</b>                          | <b>Productos farmaceuticos</b>   |
| <b>COSMÉTICOS</b>            | <b>280203</b>                          | <b>Comesticos</b>  |
| INDUSTRIA PESADA             | 32, 33, 34, 35, 36 Y 37                | Maquinaria y equipo, equipo de transporte, muebles, otros  |
| GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD   | 380001                                 | Generación de energía eléctrica  |
| TRANSPORTE DE ELECTRICIDAD   | 380002                                 | Transmisión de energía eléctrica   |
| DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD | 380003                                 | Distribución de energía eléctrica  |
| GAS DOMICILIARIO             | 380004                                 | Gas domiciliario   |
| AGUA                         | 380005                                 | Agua   |
| CONSTRUCCIÓN                 | 41                                     | Construcción de vivienda y bodegas   |
| OBRA CIVILES                 | 42                                     | Obras civiles  |
| COMERCIO                     | 43, 44                                 | Comercio y reparación de vehículos   |
| HOTELERÍA                    | 45                                     | Restaurantes y hoteles   |
| TRANSPORTE                   | 46, 47, 48 Y 49                        | Transporte terrestre, acuatico, aéreo y servicios conexos  |
| COMUNICACIONES               | 50                                     | Correo y telecomunicaciones  |
| SERVICIOS FINANCIEROS        | 51                                     | Servicios financiero y de seguros  |
| SERVICIOS INMOBILIARIOS      | 52, 53                                 | Servicios inmobiliarios, alquiler y servicios a las empresas   |
| SERVICIOS DEL GOBIERNO       | 54                                     | Administración pública   |
| <b>SALUD</b>                 | <b>57</b>                              | <b>Servicios sociales y de salud de mercado</b>  |
| SERVICIOS VARIOS             | 55, 56, 58, 59, 60 y 61                | Servicios de enseñanza, alcantarillado, esparcimiento, servicios domésticos                                      |
| ACTIVIDADES INFORMALES       | Renta mixta de todos los sectores      | Trabajo informal de todos los sectores   |

**Fuente:** Elaboración propia

Para modelar las decisiones de los productores, el modelo considera dos tipos de sectores: aquellos cuyo precio es endógeno, y que operan como minimizadores de costos; y aquellos que operan en un mercado con precios exógenos, bien sea porque su precio es regulado (como es el caso del café, la gasolina y de los servicios del gobierno, cuyo precio se



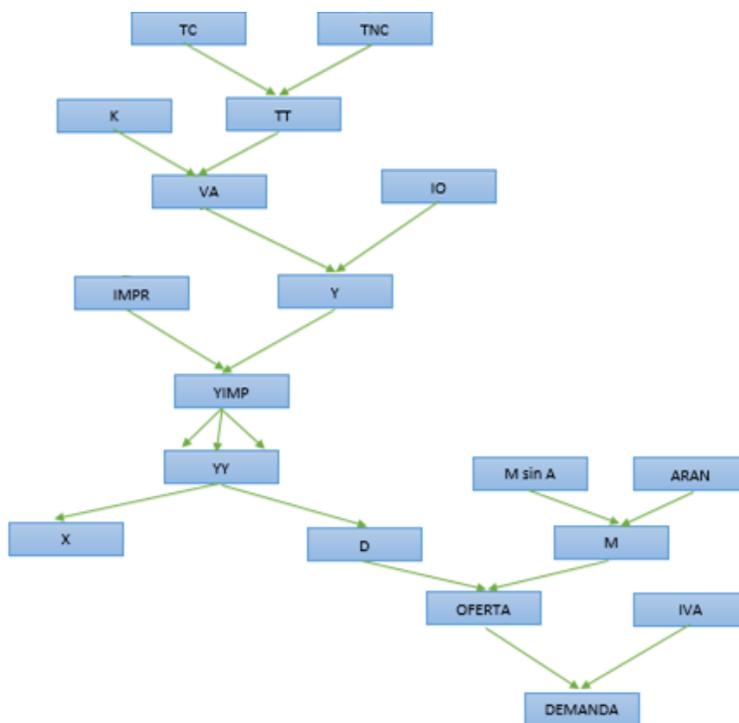


considera en cuentas nacionales igual al costo de producción), o porque, destinando la mayoría de su producción a mercados externos de commodities, son tomadores de precios en esos mercados (minería y petróleo).

Los sectores que minimizan costos deciden la proporción óptima en que emplean los recursos productivos, a lo largo de lo que se denomina en microeconomía la “senda de expansión de la función de producción”. Las demandas de factores productivos se ajustan por cantidades (en el caso del trabajo no calificado, cuyo precio es exógenamente determinado) o por precio (en el caso del trabajo calificado o del capital), como se explicará más adelante. Los sectores en cuestión destinan su producción a mercados domésticos o de exportación, que en ambos casos se ajustan por precios, para igualar la oferta y la demanda.

Se asume que los sectores de precio exógeno demandan trabajo en proporciones fijas, y definen la remuneración al capital de forma residual. Tanto minería como petróleo se consideran sectores “tomadores de precios” en los mercados mundiales, por lo que su precio está exógenamente determinado.

Figura 23. Estructura del modelo.



Fuente: Elaboración propia.





Las rentas factoriales se distribuyen entre las instituciones: las rentas de trabajo van a los hogares, una vez deducidos los aportes a la seguridad social; las rentas de capital se distribuyen entre hogares, empresas y gobiernos, de acuerdo con los derechos de propiedad que detentan en las empresas. El modelo considera dos tipos de seguridad social, que reciben los aportes de los hogares, en proporciones exógenamente determinadas: la pública (que se considera una institución modelada independientemente) y la privada (que es operada por las Empresas, una de las instituciones del modelo). Tanto los hogares como las empresas pagan impuestos directos a una tasa predeterminada.

Las operaciones de distribución del ingreso entre las instituciones se clasifican en tres grandes categorías: rentas de capital, transferencias y prestaciones de la seguridad social. Las rentas de capital (que incluyen pagos de intereses y dividendos) son proporcionales a las rentas de las instituciones que los generan. Las transferencias (que incluyen remesas del exterior y el sistema general de participaciones entre las instancias del gobierno) son exógenas. Las prestaciones de la seguridad social (incluyendo pensiones) se modelan en función de los compromisos adquiridos por los sistemas de seguridad social con los hogares del modelo.

Los hogares maximizan su utilidad, que se expresa como un sistema lineal de gasto (LES, por sus siglas en inglés), que incluye además del consumo presente, el consumo futuro (ahorro) y el ocio. De ello se derivan las funciones de demanda de bienes y servicios, las funciones de demanda de ocio calificado y no calificado; y el ahorro óptimo. La oferta de trabajo calificado (que resulta de sustraer de la PETC, población en edad de trabajar calificada, la proporción que permanecerá ociosa por la decisión de los hogares) se ajusta por precio a la demanda agregada de los sectores productivos, dada una tasa de desempleo friccional. La oferta de trabajo no calificado (que resulta así mismo de sustraer a la PETN la proporción que permanecerá ociosa de trabajadores no calificados) debe distribuirse entre el mercado formal y el informal. El primero, se ajusta por desempleo, dado que el salario se fija exógenamente; el segundo se ajusta por precio, dada la demanda de servicios informales. La proporción en que se destina trabajo al mercado formal o informal se modela mediante un esquema tipo Harris-Todaro, sin que ambos destinos sean perfectos sustitutos.

El capital es un recurso fijo sectorialmente: no presenta movilidad intersectorial, en el horizonte del corto plazo. La remuneración se ajusta para equilibrar la demanda de cada sector a su oferta.

Hay tres tipos de demanda de exportaciones: la que corresponde a Commodities; la que corresponde a servicios de transporte y seguros; y aquella que corresponde a exportaciones de bienes diferenciados. La primera se considera de precio fijo, y en ella el país puede vender lo que produzca, dada su capacidad productiva (minería y petróleo); la segunda es proporción fija de las exportaciones de bienes (transporte y servicios financieros); y la tercera se modela mediante una función CES que expresa la sustituibilidad de las exportaciones del país con las exportaciones provenientes de otros orígenes, en la función de demanda de bienes de nuestros socios comerciales. Así, es sensible a la tasa





de cambio y a los precios tanto nacionales como internacionales. En otras palabras: nuestras exportaciones compiten con las exportaciones de otros países, dado un grado de sustitución.

Al ahorro de los hogares (determinado en el proceso de maximización de utilidad ya descrito) se suman el ahorro de las empresas, el ahorro del gobierno (en sus tres instancias, central, local o seguridad social) y el ahorro del resto del mundo. En el caso de las empresas y el gobierno, el ahorro es residual: las rentas son endógenas (dependen del nivel de actividad económica), en tanto que los gastos son exógenos. A los ahorros internos se suman los ahorros externos, correspondientes a la financiación del déficit de la Cuenta Corriente de la Balanza de Pagos. El cierre macro es un cierre “guiado por el ahorro”: el ahorro total determina la formación bruta de capital. El cierre externo, por su parte, se da por ajustes en la tasa de cambio real que, por ello, es endógena.

El modelo pertenece a la categoría de modelos “dinámico-recursivos”: la formación bruta de capital fijo se convierte en capital sectorial, de acuerdo con un vector de “inversión por destino”, que define a dónde va dirigida la inversión por origen que el modelo ha generado. Así, el capital de cada sector en el período “t+1” es el capital en “t” depreciado, más la inversión que se destina al sector.

La población en edad de trabajar evoluciona de acuerdo con parámetros poblacionales, y el comercio mundial crece conforme crece la economía global. Se determinan exógenamente el salario mínimo, los flujos de capital externos y los planes de gasto de las instancias del gobierno, produciendo así la secuencia de equilibrios que se proyecta para 15 años, en la corrida básica.

### **4.3. ESCENARIO BÁSICO DE PROYECCIÓN**

El escenario básico de proyección que se usa como referente para evaluar las recomendaciones del estudio BSE es un escenario de crecimiento bajo, en el que se no se producen cambios sustanciales en la estructura productiva del país y en el que se produce un progresivo ajuste de la cuenta corriente de la balanza de pagos, que pasa de déficit del orden del 6.4% del PIB en el 2015, al 1% en 2030.

El ajuste de la balanza de pagos afecta el ahorro disponible, haciendo que la formación bruta de capital fijo (que representa en el año base el 26.5% del PIB), se vaya debilitando hasta representar el 20.4% al final de la proyección.

El comercio mundial crece al 5%, ligeramente por debajo del nivel proyectado para 2018 por el FMI en el World Economic Outlook de abril pasado, sin reflejar posibles impactos de las guerras comerciales que parecen estar gestándose en los últimos meses.

El gasto público crece a una tasa anual del 3%, manteniendo por ello el control del déficit público.





El escenario quiere señalar tres cosas fundamentales: el progresivo deterioro del potencial de crecimiento del país, asociado al pobre desempeño de la productividad; la necesidad, en consecuencia, de transformaciones profundas en la estructura productiva del país, que permitan recuperar el dinamismo de la economía; y la alta sensibilidad del país al flujo de financiamiento externo, que hace que un progresivo ajuste de la balanza de pagos tenga impacto importantes sobre el ahorro y, consecuentemente, sobre la inversión.

La PET calificada crece el 2.1%, en tanto que la PET no calificada crece al 1.2% anual. El país mantiene una política de elevar el salario mínimo real en 1% anual. Las exportaciones de commodities crecen al 1% anual, mientras el precio Brent del petróleo se eleva hasta llegar a US\$82.50 el barril en 2025.

Los indicadores macroeconómicos básicos en el escenario planteado se resumen en la siguiente tabla: el PIB crece al 3.4% en el período 2015-2020, para desacelerarse levemente hasta niveles de crecimiento del 3.2% al final de la proyección. La participación laboral se eleva, pero el desempleo se mantiene en niveles superiores el 8%. La evolución conservadora del gasto público permite que el déficit del GNC se mantenga por debajo del 2% del PIB.

La inversión, que representa en el año base el 26.5% del PIB potencial, pierde peso en el PIB, hasta representar el 20.9% en el período 2025 a 2030.





**Tabla 13.** Indicadores económicos básicos. Escenario básico de proyección.

| Rubro   | Período     |             |             |
|---|-------------|-------------|-------------|
|   | 2015 - 2020 | 2020 - 2025 | 2025 - 2030 |
| Crecimiento promedio del PIB                                  | 3,4%        | 3,3%        | 3,2%        |
| FBKF cómo % PIB (Promedio periodo)                            | 23,7%       | 22,0%       | 20,9%       |
| Exportaciones (Miles de millones de dólares) promedio periodo | 46.876      | 53.063      | 61.159      |
| Importaciones (Miles de millones de dólares) promedio periodo | 56.844      | 58.748      | 66.071      |
| Saldo en cuenta corriente cómo % PIB                          | -3,20%      | -1,50%      | -1,20%      |
| Tasa de participación laboral. Promedio período               | 65,10%      | 66,0%       | 66,8%       |
| Tasa de desempleo. Promedio período                           | 8,80%       | 8,60%       | 8,40%       |
| Déficit GNC % PIB. Promedio periodo                           | -1,80%      | -1,40%      | -1,60%      |
| Índice de tasa de cambio final del período (Base 2015=100\$)  | 121,6%      | 128,9%      | 130,7%      |

**Fuente:** Cálculos propios. Modelo EAFIT

En general, pues, un escenario pesimista que refleja el bajo crecimiento de la productividad y la necesidad de una transformación productiva, como la que se ilustra con la bioeconomía en el estudio BSE.

#### 4.4. EVALUANDO EL IMPACTO DE POLÍTICAS DIRIGIDAS A PROMOVER LA BIOECONOMÍA

No hay información suficiente en el país, para establecer la línea de base de aportes de la bioeconomía al PIB. Pero a efectos de establecer un punto de partida en las simulaciones, hemos procedido de la siguiente manera:

Rodríguez, Mondaini y Hitschfeld (2018), calculan la participación de las exportaciones de sectores de la bioeconomía en el total de las exportaciones, para América Latina y el Caribe. Las participaciones relevantes para Colombia, y las exportaciones correspondientes para 2015 (resultado de aplicar las participaciones a las exportaciones de 2015, según Cuentas Nacionales) se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 14.** Composición de las exportaciones (2010-2015)

| Sector  | Porcentaje del total de las exportaciones (2010-2015) | Valor \$2015 (Miles de millones) |
|---|---|----------------------------------|
| Bioeconomía de productos básicos: Agricultura y agroindustria | 10.3%   | 11.806                           |
| Industria alimenticia   | 2.4%  | 2.751                            |
| Químicos base biológica                                       | 0.3%  | 344                              |
| Total   |   | 14.900                           |

**Fuente.** Rodríguez et al (2018). DANE. Cálculos propios.





Ahora bien: al valor de la producción hay que restarle las compras intermedias, para obtener Valor Agregado. Asumiendo que las compras intermedias representan el 50% del valor de la producción, el valor agregado asociado a actividades bio ascendería a 7.4 billones de pesos. Dado un PIB de 799 billones en 2015, el aporte de la bioeconomía en el año base habría sido 0.93%.

Las recomendaciones del estudio BSE buscan eliminar barreras, establecer señales adecuadas y generar incentivos al desarrollo de actividades de bioeconomía. Se agrupan en torno a cuatro grandes objetivos:

- Definir un esquema institucional que lidere, coordine y haga seguimiento a las políticas.
- Fortalecer capacidades de I+D+i, facilitando la transferencia de conocimientos y tecnologías.
- Desarrollar mercado de producto bio-basados y mejorar la competitividad en los sectores económicos relacionados.
- Poner en marcha proyectos tractores en sectores prioritarios.

Se asume, en línea con los hitos planteados la propuesta de indicadores entregada, que los “recursos públicos asegurados dentro de documentos CONFIS para el apoyo a la bioeconomía” evolucionan desde un nivel inicial de cero, a 300 mil millones de pesos en 2022; 600 mil en 2026; y 1.2 billones en 2030. Las trayectorias entre cada uno de los hitos es una trayectoria lineal, y ello significa que, en el período analizado, se destinan 7.05 billones de pesos a las mencionadas actividades.

Se asume que éste es un gasto incremental en que incurre el gobierno, para apoyar el desarrollo de la bioeconomía, y que los incentivos y estímulos que con ello se generan, permiten elevar el aporte de la bioeconomía del 0.93% al 2.1%, en 2030, lo que implica a su vez que se reasignan recursos de inversión del sector privado hacia la bioeconomía, hasta por 23 billones, en el horizonte analizado.

En el proyecto “La Bioeconomía en 2030”, desarrollado por la OECD en 2009, se planteaban diversos escenarios para el desarrollo de la bioeconomía. El escenario básico estimaba que la bioeconomía “podría contribuir hasta el 2.7% del PIB en la OECD para 2030”: “La contribución que la bioeconomía puede hacer a la actividad económica (señalaban en otro documento) es significativa. Para 2030, se estima que contribuirá hasta con el 35% de productos químicos (...), hasta el 80% de la producción de farmacéuticos y elementos diagnósticos, y algo cercano al 50% de la producción agrícola”.

En la presente simulación se adopta como meta que la bioeconomía aporte el 50% de la producción agropecuaria formal, para 2030; el 10% de la producción de químicos; y el 4% de farmacéuticos y cosméticos, por considerar que estos últimos tienen en el país un desarrollo más incipiente que el que tienen en las economías avanzadas, principalmente representadas en la OECD. Se asume que, en la cadena de servicios de salud, se alcanza





la misma participación que en la industria farmacéutica, y que, en la producción general de alimentos, el 6% de ella estará relacionada con biotecnologías. Tal escenario enfatiza la importancia del sector agropecuario en el desarrollo futuro del país, y refleja el hecho de que será más fácil adoptar biotecnologías en un sector sujeto ya a profundos cambios estructurales, como el agropecuario, que, en otros sectores, en los que las transformaciones productivas se toman quizás más tiempo.

Con dichos supuestos, la meta es que la bioeconomía tenga un aporte del 2.1% del PIB, en 2030.

Cabe anotar que ello genera beneficios incrementales a la economía: exportaciones adicionales por 7.429 millones de dólares en el período de proyección, un PIB adicional anual que alcanza 2.1 billones en 2030 y 60 mil empleos anuales adicionales. El efecto incremental aporta incluso ingresos fiscales adicionales por 1.5 billones, que terminan por financiar el 22% del gasto incremental en que se incurre.

Las metas planteadas llevan implícitos incrementos del orden del 86% en aquellos indicadores sobre los que está definida una línea de base (como es el caso del número de empresas bio-innovadoras), pero proponen incluso crecimientos del orden del 166.8% en otros indicadores, como número de patentes solicitadas, o modelos de utilidad en bioeconomía. Así pues, para la presente evaluación suponemos que la puesta en práctica de las recomendaciones planteadas permite elevar a un poco más del doble la participación de la bioeconomía en el PIB, partiendo de un nivel inicial del orden del 0.9% del PIB en el año base. ¿Cómo se logra tal objetivo? Reasignando recursos. La inversión se canaliza hacia actividades de bioeconomía en los sectores priorizados, acrecentando así la capacidad de producción de bio-economía y habilitando al país para participar en un mercado mundial en crecimiento, el de productos de la bioeconomía.

Ahora bien: ¿Por qué una reasignación de recursos como la mencionada puede afectar el crecimiento del país? Porque le permite participar en mercados dinámicos de bio-productos, que crecen a tasas superiores a las del comercio internacional, y con mayor valor agregado y diferenciación. La inversión que se asigna a actividades de la bioeconomía (y que se desplaza de otros sectores) permite acceder a nuevos mercados internacionales, acrecentando por ello las exportaciones. Ello genera incrementos marginales en el PIB y en el empleo, que reflejan bien lo que ocurre cuando un país es capaz de transformar su estructura productiva, desarrollando sectores más complejos que puedan integrarse de manera creativa a mercados internacionales de bienes diferenciados, de alto valor agregado.

La tabla siguiente resume los principales resultados de la simulación: la reasignación de recursos permite exportaciones adicionales por 7.429 millones de dólares, en el período de la proyección. Ello genera un PIB adicional de 9.8 billones en el mismo período, y 60 mil empleos anuales.





**Tabla 15.** Impacto de las propuestas del estudio BSE.

| Rubro                                  | 2030   | Var %<br>Escenario Base<br>2030 | TOTAL PERÍODO DE<br>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:** Modelo de equilibrio general – EAFIT.

El costo de las propuestas asciende a 7.1 billones de pesos de 2015, pero los incrementos en el nivel de actividad económica generan rentas adicionales por 1.5 billones, que financian el 22% del gasto en que se incurre.

La tabla siguiente muestra la forma como evoluciona la estructura de la producción, en el escenario básico y en el escenario de aplicación de las políticas de impulso a la bioeconomía.

**Tabla 16.** Evolución de la estructura de la producción. Escenario básico y escenario Bio.

| Sectores                    | 2015    |       | ESCENARIO BÁSICO |       |                         | ESCENARIO BIO |       |                         |
|-----------------------------|---------|-------|------------------|-------|-------------------------|---------------|-------|-------------------------|
|                             | PIB     | PART. | PIB              | PART. | CRECIMIENTO<br>PROMEDIO | PIB           | PART. | CRECIMIENTO<br>PROMEDIO |
| BIOAGRICULTURA              | 4.856   | 0,6%  | 8.524            | 0,7%  | 3,8%                    | 17.627        | 1,4%  | 9,0%                    |
| RESTO SECTOR AGROPECUARIO   | 43.427  | 5,4%  | 66.369           | 5,1%  | 2,9%                    | 58.447        | 4,5%  | 2,0%                    |
| MINERÍA                     | 51.217  | 6,4%  | 61.780           | 4,8%  | 1,3%                    | 61.697        | 4,7%  | 1,2%                    |
| BIOINDUSTRIA                | 1.530   | 0,2%  | 2.980            | 0,2%  | 4,5%                    | 5.974         | 0,5%  | 9,5%                    |
| RESTO INDUSTRIA             | 89.556  | 11,2% | 164.980          | 12,7% | 4,2%                    | 161.585       | 12,4% | 4,0%                    |
| ELECTRICIDAD GAS Y AGUA     | 24.350  | 3,0%  | 48.916           | 3,8%  | 4,8%                    | 48.707        | 3,7%  | 4,7%                    |
| CONSTRUCCION                | 74.204  | 9,3%  | 91.268           | 7,0%  | 1,4%                    | 90.868        | 7,0%  | 1,4%                    |
| COMERCIO                    | 98.067  | 12,3% | 159.472          | 12,3% | 3,3%                    | 159.804       | 12,3% | 3,3%                    |
| TRANSPORTE Y COMUNICACIONES | 52.715  | 6,6%  | 83.583           | 6,4%  | 3,1%                    | 83.554        | 6,4%  | 3,1%                    |
| ACTIVIDADES FINANCIERAS     | 153.670 | 19,2% | 279.520          | 21,5% | 4,1%                    | 279.668       | 21,5% | 4,1%                    |
| BIOSERVICIOS                | 1.098   | 0,1%  | 1.794            | 0,1%  | 3,3%                    | 3.593         | 0,3%  | 8,2%                    |
| RESTO SERVICIOS             | 135.202 | 16,9% | 220.030          | 17,0% | 3,3%                    | 219.321       | 16,9% | 3,3%                    |
| IMPUESTOS                   | 69.193  | 8,7%  | 108.292          | 8,3%  | 3,0%                    | 108.794       | 8,4%  | 3,1%                    |
| PIB TOTAL                   | 799.084 |       | 1.297.509        |       | 3,3%                    | 1.299.638     |       | 3,3%                    |

**Fuente:** Modelo de equilibrio general. EAFIT.





#### 4.5. ANEXO: Descripción detallada del modelo de equilibrio general computado

##### A. Oferta.

El modelo incorpora 28 ramas productivas (conjunto  $ii$ : agricultura, minería, petróleo, café, alimentos, industria liviana, productos químicos, productos farmacéuticos, productos cosméticos, otras industrias de bienes intermedios, industria de bienes de capital, generación de electricidad, transporte de electricidad, distribución de electricidad, gas domiciliario, agua, construcción, obras civiles, comercio, hotelería, transporte, comunicaciones, servicios financieros, servicios inmobiliarios, salud, servicios del gobierno, otros servicios y sector informal). Cuatro ramas (conjunto  $iinva$ : café, minería, petróleo y servicios del gobierno) se consideran de precio exógeno, bien sea porque su producción principal se destina a mercados internacionales en los que son tomadores de precios, o porque hay algún mecanismo de fijación del precio interno. Las demás ramas (conjunto  $iiva$ ) son de precio endógeno. En seis ramas hay presencia de actividades de la bioeconomía: agricultura, alimentos, químicos, farmacéuticos, cosméticos y salud. La demanda de exportaciones asociadas a esas ramas crece a un ritmo mayor que la demanda de las demás exportaciones.

Las ramas formales contratan trabajo calificado ( $tc_{ii}$ ) y no calificado ( $tnc_{ii}$ ) para obtener trabajo total ( $tt_{ii}$ ). La rama “sector informal” utiliza sólo trabajo no calificado.

La función de agregación es una función CES de la forma:

$$tt_{ii} = bt_{ii}(\delta t_{ii}tc_{ii}^{-\rho t_{ii}} + (1 - \delta t_{ii})tnc_{ii}^{-\rho t_{ii}})^{-1/\rho t_{ii}}$$

Donde  $\rho t_{ii}$ ,  $\delta t_{ii}$  y  $bt_{ii}$  son, respectivamente, el parámetro de sustitución, el parámetro de participación y el parámetro de escala de la función CES, el primero definido para expresar el grado de sustitución entre trabajo calificado y no calificado en cada sector, de forma tal que la elasticidad de sustitución sea  $\sigma t_{ii} = \frac{1}{1+\rho t_{ii}}$ ; y los dos últimos, calibrados para replicar las cuentas nacionales de Colombia en el año base. La ecuación establece que el trabajo calificado y el trabajo no calificado no son sustitutos perfectos.

La senda de expansión que se deriva del proceso de minimización de costos por parte de los empresarios es:

$$\frac{tc_{ii}}{tnc_{ii}} = ctc \left( \frac{1 - \delta t_{ii}}{\delta t_{ii}} \frac{wnc_{ii}}{wc_{ii}} \right)^{\sigma t_{ii}}$$

Donde  $ctc$  es una variable exógena que permite simular cambios técnicos en la relación entre los dos tipos de trabajo.

El balance contable que define la remuneración promedio del trabajo total es:





$$tt_{ii} \cdot w_{ii} = tc_{ii} \cdot wc_{ii} + tnc_{ii} \cdot wnc_{ii}$$

Trabajo y capital  $k$  se agregan mediante una función CES, para producir valor agregado  $va$ :

$$va_{iiva} = zz \cdot bva_{iiva} (\delta va_{iiva} tt_{iiva}^{-\rho va_{iiva}} + (1 - \delta va_{iiva}) k_{iiva}^{-\rho va_{iiva}})^{-1/\rho va_{iiva}}$$

Donde  $\rho va_{iiva}$ ,  $\delta va_{iiva}$  y  $bva_{iiva}$  son, respectivamente, el parámetro de sustitución, el parámetro de participación y el parámetro de escala de la función, y el primero permite definir la elasticidad de sustitución ( $\sigma va_{iiva} = \frac{1}{1 + \rho va_{iiva}}$ ). Por su parte, el parámetro  $zz$  permite simular shocks exógenos a la productividad general de la economía.

La senda de expansión que resulta del problema de minimización de costo es:

$$\frac{k_{iiva}}{tt_{iiva}} = ctk \left( \frac{1 - \delta va_{iiva} w_{iiva}}{\delta va_{iiva} r_{iiva}} \right)^{\sigma t_{iiva}}$$

Donde  $ctk$  es un variable exógena que permite simular shocks exógenos en la intensidad de capital en la economía y  $r_{iiva}$  es la remuneración al capital de la rama.

En las ramas en las que el precio es exógeno se asume una tecnología de coeficientes fijos para la determinación de la demanda de trabajo:

$$tt_{iinva} = \alpha 2_{iinva} va_{iinva}$$

Donde  $\alpha 2_{iinva}$  es la proporción fija de trabajo demanda.

El precio del valor agregado  $pva_{ii}$  se define a través de:

$$va_{ii} \cdot pva_{ii} = tt_{ii} \cdot w_{ii} + k_{ii} \cdot r_{ii}$$

La relación entre valor agregado y producción de la rama se define por una tecnología de coeficientes fijos:

$$va_{ii} = y_{ii} \left( 1 - \sum_i io_{i,ii} \right)$$

Donde  $io_{i,ii}$  es la demanda del bien "i" por cada unidad de producción de la rama "ii".

Consecuentemente, la demanda de bienes intermedios ( $v_i$ ) es:

$$v_i = \sum_{ii} y_{ii} \cdot io_{i,ii}$$

El valor total de la producción de la rama, la producción de la rama con impuestos y su valor quedan definidos como:





$$py_{ii}y_{ii} = pva_{ii}va_{ii} + y_{ii} \left( \sum_i io_{i,ii}pxc_i \right)$$

$$yimp_{ii} = y_{ii} \cdot (1 + tir_{ii})$$

$$yimp_{ii}pyimp_{ii} = y_{ii}py_{ii}(1 + tir_{ii})$$

Donde  $yimp_{ii}$ ,  $pyimp_{ii}$  y  $tir_{ii}$  son, respectivamente, la producción de la rama con impuestos, el precio de la rama con impuestos y la tasa de impuestos a la rama, y  $pxc_i$  es el precio del bien compuesto, es decir, el bien resultante de la agregación de bienes domésticos e importaciones, que se analiza más adelante.

Para modelar la decisión de los empresarios de exportar ( $e$ ) o vender domésticamente ( $d$ ), se emplea una función CET (una frontera de posibilidades de producción, de elasticidad constante), que se aplica al subconjunto formado por todos los sectores transables, excluyendo minería y petróleo (el conjunto  $iiex$ ):

$$yimp_{iiex} \cdot iu = be_{iix} (\delta e_{iiex} e_{iiex}^{-\rho e_{iiex}} + (1 - \delta e_{iiex}) d_{iiex}^{-\rho e_{iiex}})^{-1/\rho e_{iiex}}$$

Donde  $iu$ ,  $\rho e_{iiex}$ ,  $\delta e_{iiex}$  y  $be_{iix}$  son, respectivamente, un parámetro de uso de capacidad instalada, el parámetro de sustitución, el parámetro de participación y el parámetro de escala de la función CET, el segundo definido para expresar el grado de sustitución entre exportaciones y ventas domésticas en cada sector, de forma tal que la elasticidad de sustitución sea  $\sigma e_{ii} = \frac{1}{1 + \rho e_{iiex}} < 0$ ; y los dos últimos, calibrados para replicar las cuentas nacionales de Colombia en el año base.

La senda de expansión, para los precios  $pd$ ,  $pe$  de las ventas domésticas y de las exportaciones es:

$$\frac{e_{iiex}}{d_{iiex}} = \left( \frac{1 - \delta e_{iiex} pd_{iixx}}{\delta e_{iiex} pe_{iiex}} \right)^{\sigma e_{iiex}}$$

Las ventas domésticas, en conjunción con las importaciones, determinan la función de bien compuesto, o función Armington<sup>31</sup> de las compras domésticas, para cada bien  $i$ :

$$(c_i + gb_i + gs_i + fbkf_i + fbkfp_i + inv_i) = b_i (\delta_i m_i^{-\rho_i} + (1 - \delta_i) d_i^{-\rho_i})^{-1/\rho_i}$$

Donde  $c_i$ ,  $gb_i$ ,  $gs_i$ ,  $fbkf_i$ ,  $fbkfp_i$ ,  $inv_i$  son respectivamente la demanda de consumo, gasto público administrativo, gasto público social, inversión, inversión pública e inventarios. Por su parte,  $\rho_i$ ,  $\delta_i$  y  $b_i$  son, respectivamente, el parámetro de sustitución, el parámetro de participación y el parámetro de escala de la función CES, el primero definido para expresar el grado de sustitución entre importaciones y bienes domésticos, de forma tal que la elasticidad de sustitución sea

<sup>31</sup> Ver Armington (1971).





$$\sigma_i = \frac{1}{1+\rho_i};$$

y los dos últimos, calibrados para replicar las cuentas nacionales de Colombia en el año base.

La senda de expansión que resulta del proceso de minimización de costos es:

$$\frac{m_i}{d_i} = kimp \left( \frac{1 - \delta_i p d_{ii}}{\delta t_i p m_i} \right)^{\sigma_i}$$

Donde *kimp* es una variable exógena que permitiría simular shocks exógenos en el comercio internacional.

La función de agregación de valor, que define el precio al que se compra el bien compuesto en la economía, es:

$$pxc_i(c_i + gb_i + gs_i + fbkf_i + fbkfp_i + inv_i) = (1 + iva_i)(pm_i m_i + pd_i d_i)$$

Donde *iva<sub>i</sub>* es la tasa de impuestos indirectos sobre el producto.

El precio de las importaciones depende del precio externo (país es tomador de precios en los mercados internacionales de compra) y el arancel:

$$pm_i = pw_i(1 + aran_i)$$

La demanda de exportaciones se aborda de dos maneras: para el conjunto *iiex* (agricultura, alimentos, bienes livianos, bienes intermedios, químicos, farmacéuticos, cosméticos e industria pesada) se asume que la demanda externa depende de la elección óptima de los países compradores, que se modela mediante el sistema de Armington (lo que implica que los bienes que el país vende no son sustitutos perfectos de los bienes de otras proveniencias); y para el conjunto *iinex*, en cambio, las exportaciones (y su precio) se fijan exógenamente.

En el primer caso, la senda de expansión que determina la demanda es:

$$\frac{e_{ii}}{ex_{iiex}} = kexp \left( \frac{1 - \delta d_{iiex} p w_{iiex}}{\delta d_{iiex} p w m_{iiex}} \right)^{\sigma d_{iiex}}$$

El nivel de comercio mundial se capta a través de la agregación de compras totales que hacen los socios comerciales del país:

$$exx_i = ex_i + e_i$$

La demanda total mundial *exx<sub>i</sub>* se atiende con bienes exportados por el país *e<sub>i</sub>* y con bienes abastecidos por otros países *ex<sub>i</sub>*. Esto determina el mecanismo fundamental que opera en las simulaciones. En efecto, la demanda de bienes asociados a la bioeconomía crece a





mayor ritmo que la demanda de otros bienes, lo que genera importantes efectos, cuando la inversión interna se canaliza hacia sectores de la bioeconomía.

### B. Demanda de bienes y oferta de trabajo.

Los hogares maximizan la función de utilidad:

$$U = \sum_{i=1}^n m_i \ln(c_i - \bar{c}_i) + m_0 \ln \frac{s}{ipc} + \gamma_1 \ln(PETC - PEAC) + \gamma_2 \ln(PETN - PEAN)$$

Donde: 
$$\sum_{i=1}^n m_i + m_0 = 1$$

Y:  $s/ipc$  es el ahorro real, PETC y PETN la población en edad de trabajar no calificada y calificada, y PEAC y PEAN la población económicamente activa, calificada y no calificada.

Sujeto a:

$$E(WC) \cdot PEAC + E(WNC) \cdot PEAN + OING = \sum_{i=1}^n pxc_i c_i + s$$

Donde E(WC) y E(WNC) son los ingresos esperados por unidades de trabajo calificado y no calificado, y OING son otros ingresos de los hogares.

Condiciones de primer orden:

$$\frac{\partial L}{\partial c_i} = \frac{m_i}{c_i - \bar{c}_i} - \lambda \cdot pxc_i = 0 \Rightarrow m_i = \lambda (c_i - \bar{c}_i) pxc_i \quad \text{para } i=1..n$$

$$\frac{\partial L}{\partial s} = \frac{m_0}{s} - \lambda = 0 \Rightarrow m_0 = \lambda \cdot s$$

$$\frac{\partial L}{\partial PEAC} = \frac{-\gamma_1}{PETC - PEAC} + \lambda \cdot E(WC) = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial PEAN} = \frac{-\gamma_2}{PETN - PEAN} + \lambda \cdot E(WNC) = 0$$

De las dos condiciones primeras se sigue:

$$\lambda = \frac{1}{Ydisp - Ysubs}$$





Donde:

$$Ydisp = \sum_{i=1}^n c_i pxc_i + s$$

$$Ysubs = \sum_{i=1}^n \bar{c}_i pxc_i$$

Las demandas derivadas:

$$c_i = \bar{c}_i + \frac{m_i(Ydisp - Ysubs)}{pxc_i}$$

$$s = m_0(Ydisp - Ysubs)$$

$$PEAC = PETC - \frac{\gamma_1(Ydisp - Ysubs)}{EWC}$$

$$PEAN = PETN - \frac{\gamma_2(Ydisp - Ysubs)}{EWNC}$$

Se asume que hay desempleo friccional en el mercado de trabajo calificado, así que:

$$E(WC) = WC(1 - tdc)$$

Donde  $tdc$  es la tasa de desempleo calificado.

En el mercado de trabajo no calificado, la PEAN puede dirigirse al sector formal o al informal.

La decisión se modela mediante una función CET:

La senda de expansión (que puede considerarse una forma más general de la ecuación de Harris-Todaro) es:

$$\frac{PEANI}{PEANF} = \left( \frac{1 - \delta_s}{\delta_s} \frac{WTNC(1 - desemfn)}{WTI} \right)^{\sigma_s}$$

Dónde: PEANI y PEANF son oferta de trabajo no calificado informal y formal, WTNC es el salario no calificado y WTI es la remuneración no calificada informal. Dado que WTNC es exógeno (fijado por la regulación sobre salario mínimo), "desemfn" (la tasa de desempleo formal no calificada) es endógena.





El modelo equilibra las demandas internas (consumo, demanda intermedia, FBKF, inventarios, obras civiles y gasto público) con la producción destinada al mercado nacional, haciendo endógenos los precios.





## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Según la Comisión Europea, para la dinamización de la bioeconomía existe una amplia gama de impulsores endógenos y exógenos, y se pueden encontrar en los recursos y activos regionales o nacionales no solo naturales, sino también los relacionados con el conocimiento industrial y científico, que se pueden poner en valor a través de técnicas y procesos innovadores.
- 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 permita integrar acciones de varios sectores productivos desde la sostenibilidad, lo que no ha facilitado posicionar el tema como una prioridad nacional.
- Colombia, en general, tiene las condiciones y el potencial para hacer de la bioeconomía un eje central de progreso social y de desarrollo económico; sin embargo, aún existen brechas y factores críticos a dinamizar para que se genere el impacto requerido. Dentro de los principales factores críticos identificados después de consultas con expertos fueron: los asociados con la regulación y su necesidad de homologación internacional en especial para negocios bioinnovadores, el de nivel de alistamiento de tecnologías biotecnológicas de cara al mercado, son en su mayoría desarrollos en etapa temprana que se encuentran en el “valle de la muerte” y se requieren acciones para dinamizarlos, la fuentes de financiación especializadas, aprovechando instrumentos existentes pero canalizados a retos de la bioeconomía y a sus requerimientos especiales, la madurez del mercado nacional para adoptar bioinnovaciones y así como la necesidad de fortalecer el capital humano para generar negocios de alto valor agregado dentro de la bioeconomía.
- En relación con las recomendaciones de política se proponen una serie de factores: introducir el concepto de objetivos de alto valor social, que implican objetivos claramente identificados, que prioricen la inversión y la coherencia entre diferentes niveles de gobierno, así como la presencia de metas que permitan un seguimiento desde el primer momento. Por último, focalizar los esfuerzos en un número limitado de iniciativas, para que actúen como demostración y lideren el cambio.

Se propone sustentar como plan de acción, diversas actividades en simultánea en cuatro frentes con aplicación inmediata, pero con perspectivas de futuro:





A nivel gubernamental, se ha evitado y (se propone seguir haciéndolo) caer en lugares comunes y en generación de expectativas poco realistas mediante un esquema de coordinación que pone en valor las capacidades y programas que ya están marcha. También se seguir buscando garantizar que las políticas no queden en papel, al poner en marcha un sistema integral de seguimiento, evaluación y comunicación, así como un sistema de coordinación con stakeholders.

A nivel de sistema de I+D+i, crear una base sólida que fomente, el crecimiento persistente, y de cara al futuro, de diferentes sectores de la bioeconomía que son intensivos en conocimiento.

A nivel de mercado, se proponen acciones que permitan generar transformaciones sistémicas, logrando así la implementación de la bioeconomía en Colombia de manera estable. Esto se logrará desarrollando la demanda de productos bio de manera tal que garantice independencia de las subvenciones públicas.

Para dar visibilidad a los resultados de la política en el corto plazo, se han planteado el desarrollo proyectos tractores que permitan demostrar el potencial y efecto transformador de la bioeconomía.

Las recomendaciones sientan las bases para desarrollar instrumentos que respondan, a las tendencias de futuro cercano en términos de bioeconomía. Entre estas se encuentra la necesidad de compatibilizar objetivos en conflicto (por ejemplo, alimentación vs. generación de energía a partir de biomasa), un equilibrio que deberá lograr mediante la inclusión de objetivos de alto valor social y no sólo valor económico. Asimismo, las tendencias emergentes en tecnologías transversales como la industria 4.0 transformarán las posibilidades de desarrollo a través de la bioeconomía: nuestras recomendaciones contemplan estas oportunidades mediante la introducción de sandbox regulatorios y la importancia de la difusión tecnológica.

- En relación con el impacto económico, dado que la bioeconomía tiene una presencia incipiente en la economía del país, su desarrollo implica al principio sólo beneficios marginales, en términos de exportaciones, de PIB y de empleo. Pero lo que es más importante es el sentido y la dirección de los efectos: el ejercicio muestra que es posible inducir la reasignación de recursos, de forma tal que la estructura productiva del país se sofisticue, permitiendo así una inserción más profunda en la economía global. Los recursos que deban destinarse a ello deberán probablemente proveerse a partir de reasignaciones de gasto, pero tendrán alguna retribución en la generación de crecimiento que propician.
- La cuidadosa asignación de recursos públicos a actividades que permitan definir una institucionalidad adecuada para la bioeconomía, fortalecer capacidades de I+D+i, desarrollar mercados de productos bio-basados, mejorar la competitividad en los sectores relacionados, e impulsar proyectos tractores, debe propiciar que la





inversión se reasigne hacia actividades de la bioeconomía, aprovechando el dinamismo global de la demanda productos asociados a ella.

- Los tiempos actuales son, ciertamente, complejos, en lo relativo al estado del comercio mundial. Pero sin duda, eventuales guerras comerciales perjudicarán más a quienes estén restringidos a bienes simples, de poca diferenciación. Podrán enfrentar mejor las circunstancias las economías que hayan desarrollado estructuras productivas más complejas y que hayan desarrollado ventajas competitivas, a partir de las ventajas comparativas. La abundancia de recursos naturales en Colombia debe generar una orientación clara hacia el uso eficiente y sostenible de esos recursos. La innovación asociada a la biotecnología es por ello una prioridad nacional: debe cumplir un papel en el proceso de transformación productiva, que impulse de nuevo la productividad y permita alcanzar de nuevo niveles de crecimiento económico superiores al 5%.
- Por último, cabe anotar que es prioritario que, en las Cuentas Nacionales, se abra la clasificación de los sectores económicos a los sectores bio, implementando las cuentas satélites para la bioeconomía. Esto favorecerá la medición de largo plazo y la implementación de políticas adaptadas a cada sector.





## GLOSARIO

**Recursos biológicos:** Según el Convenio de la Diversidad Biológica, los recursos biológicos son “Los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro tipo del componente biótico de los ecosistemas de valor o utilidad real o potencial para la humanidad”. Según la decisión Andina 391 de 1996, los recursos biológicos son “Individuos, organismos o partes de estos, poblaciones o cualquier componente biótico de valor o utilidad real o potencial que contiene el recurso genético o sus productos derivados”.

**Recursos genéticos:** Según la decisión Andina 391 de 1996, los recursos genéticos son “Todo material de naturaleza biológica que contenga información genética de valor o utilidad real o potencial”.

**Productos derivados:** Según la decisión Andina 391 de 1996, los productos derivados son “Molécula, combinación o mezcla de moléculas naturales, incluyendo extractos crudos de organismos vivos o muertos de origen biológico, provenientes del metabolismo de seres vivos”.

**Recursos renovables:** Son los que se regeneran de forma natural a una velocidad mayor que la de su explotación, y se definen como recursos renovables, siempre que exista una verdadera preocupación por explotarlos de manera sostenible, ya que pueden convertirse en recursos no renovables.

**Recursos no renovables:** Son los recursos que se forman muy lentamente y que al ser utilizados no pueden ser regenerados; además, se consideran no renovables porque su tasa de consumo supera la de recuperación. Los minerales y los combustibles fósiles son un buen ejemplo, ya que su velocidad de formación es extremadamente lenta (potencialmente millones de años), lo que significa que se consideran no renovables. Las reservas de estos materiales han disminuido muy rápidamente debido a su consumo excesivo, y se prevé que en poco tiempo se agoten en la Tierra tanto el petróleo como el carbón, que son los materiales más utilizados en la actualidad para proveer de energía las máquinas utilizadas en la industria y el combustible que mueve un importante porcentaje de vehículos en el mundo.

**Biodiversidad:** La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de vida. La Convención en Diversidad Biológica (CDB, 2014; Balmford et al., 2005) afirma que la diversidad biológica significa la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los ecosistemas acuáticos, terrestres, marinos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. La biodiversidad, o diversidad biológica, se entiende como todas las manifestaciones de vida; incluye todos los niveles de organización biológica y abarca la diversidad de especies de plantas, animales y microorganismos que habitan un





espacio determinado, su variabilidad genética; los ecosistemas de los cuales hacen parte las especies y los paisajes o regiones donde se ubican estos ecosistemas.

**Bioprospección:** Es la exploración sistemática y sostenible de la biodiversidad para identificar y obtener nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas, microorganismos y otros productos que tienen potencial de ser aprovechados comercialmente

**Bioproductos:** Los bioproductos, son el resultado de la aplicación de la biotecnología dentro del ámbito industrial (biotecnología blanca o industrial), dónde, mediante procesos Biológicos, Bioquímicos, Físicos, Térmicos de: Fermentación, Esterificación, Transesterificación, Digestión, Hidrólisis; con la incorporación de enzimas, microorganismos, bacterias, etc., se transforma la biomasa (cultivos de no alimentación, masa forestal, residuos vegetales, etc.) en bioproductos como: los bioplásticos, las biopinturas, los biolubricantes, los biomateriales de la construcción, la bioenergía, los biocombustibles, etc.

**Biosoluciones:** Son soluciones basadas en el conocimiento biológico y biotecnológico.

**Bioinnovación:** Innovaciones incrementales o disruptivas en producto, proceso o servicio que surgen aprovechando el conocimiento científico-tecnológico relacionado con los recursos biológicos y sus derivados.

**Biotecnología:** La biotecnología es entendida por la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE) como “La aplicación de la ciencia y la tecnología a organismos vivos, así como a sus partes, productos y modelos, con el fin de alterar materiales vivos o inertes para proveer conocimientos, bienes y servicios.

**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 (UNAL, 2013).

**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.

**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 nutracéuticos, bioingredientes alternativos a la síntesis química para alimentos, cosméticos y fármacos, uso de enzimas y biocatalizadores, nanobiotecnología, bioprocesos y bioinformática, entre otros.

**Biotechnología 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.

**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.

**Bioeconomía:** Según la OCDE, “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”. Según Unión Europea, “Una economía que utiliza los recursos biológicos de la tierra y del mar, así como los desechos, como insumos para la producción de alimentos, así como para la producción industrial y energética”.

**Bionegocios:** Bionegocios, biocomercio o negocio verde es el conjunto de actividades de recolección, producción, procesamiento y comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad, bajo criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica. Los bionegocios son actividades económicas basadas en el aprovechamiento rentable de productos de la diversidad biológica y los diferentes ecosistemas que la integran, teniendo en cuenta el criterio de sostenibilidad del recurso y el respeto a los conocimientos tradicionales. Dentro del término de bionegocio se incluyen también todas aquellas actividades económicas que están agregando valor haciendo uso de la biotecnología y que logran transacción en el mercado.

**Bioempresa:** Son las empresas: i) desarrolladoras de productos de origen natural o insumos biotecnológicos; ii) de base biotecnológica; iii) de productos con alto valor agregado; iv) empresas que elaboren productos finales destinados para consumo de hogares y empresas, desarrollados a través del uso de biotecnología, que se encuentren en etapa de expansión (CONPES 3697, 2011).

**Empresa de base biotecnológica:** Aquella que involucra la aplicación de al menos una técnica biotecnológica para producir bienes o servicios y para el desempeño de la I + D en biotecnología. Existen dos subgrupos de empresas: i) empresas biotecnológicas dedicadas: empresas cuya actividad predominante involucra la aplicación de técnicas biotecnológicas para producir bienes y servicios y desarrolla I +D en biotecnología; ii) empresa de I + D biotecnológicas: empresas que desarrollan I + D; dentro de estas están las empresas que el 75 % o más de su investigación es en biotecnología (OCDE, 2005).

**Empresas desarrolladoras:** Aquellas que se dedican principalmente a la investigación y desarrollo de nuevos productos o servicios biotecnológicos a partir de la biodiversidad local (como sería el caso colombiano); estas aplicaciones pueden ser nuevos productos, técnicas o equipos para el aprovechamiento de la biodiversidad por medio de la biotecnología.

**Empresas usuarias:** En esta categoría se encuentran todas las industrias que se pueden beneficiar de los desarrollos tecnológicos desarrollados por las empresas biotecnológicas desarrolladoras. Las empresas usuarias son por lo general empresas de sectores clásicos, manufacturas, alimentos, etc., que usan la biotecnología para mejorar sus productos o por medio de servicios que contribuyen en el proceso industrial.

**Entidad de ciencia, tecnología e innovación:** Según Colciencias, son aquellas unidades que tienen como actividad fundamental la investigación científica, la innovación, los servicios científicos y tecnológicos y las producciones especializadas con valor agregado; en estas se realiza e impulsa la actividad científica de los investigadores, científicos y





emprendedores, propiciando la cooperación entre entidades, personas naturales y jurídicas que participan en estas.

**Escalabilidad:** Proceso que busca lograr mayores rentabilidades logrando economías de escala. Este proceso permite lograr una posición estratégica y mejorar la competitividad del negocio.

**Investigación básica:** Consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada, independientemente del área del conocimiento (Manual de Frascati, OCDE, 2002: 30).

**Investigación aplicada:** Consiste en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico, independientemente del área del conocimiento. La investigación aplicada se emprende para determinar los posibles usos de los resultados de la investigación básica o para determinar nuevos métodos o formas de alcanzar objetivos específicos predeterminados (Manual de Frascati, OCDE, 2002: 30).

**Innovación:** Según el Manual de Oslo, se entiende por innovación la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el mercadeo o la organización de la empresa, con el propósito de mejorar los resultados. Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología, que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa, o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología.

**Innovación de producto/servicio:** Corresponde a la introducción de un bien o servicio nuevo, o significativamente mejorado en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina, incluyendo la mejora significativa de las características técnicas, los componentes y los materiales, de la informática integrada, la facilidad de uso u otras características funcionales (Norma de Gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación, I + D + i, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Icontec, NTC 5800).

**Sostenibilidad:** “La idea central unificadora más necesaria en este momento de la historia de la humanidad” (Bybee, 1991). Se trata de un concepto nuevo, que pretende movilizar la responsabilidad colectiva para hacerle frente al conjunto de graves problemas y desafíos a los que se enfrenta la humanidad, apostando por la cooperación y la defensa del interés general. Sostenibilidad es asumir que la naturaleza y el medioambiente no son una fuente inagotable de recursos, siendo necesario su protección y uso racional. Sostenibilidad es promover el desarrollo social buscando la cohesión entre comunidades y culturas para alcanzar niveles satisfactorios en la calidad de vida, sanidad y educación. Sostenibilidad es promover un crecimiento económico que genere riqueza equitativa para todos sin dañar el medioambiente.





**Desarrollo sostenible:** Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el desarrollo sostenible puede ser definido como “Un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”. Esta definición fue empleada por primera vez en 1987 en la Comisión Mundial del Medio Ambiente de la ONU, creada en 1983.

**Empresa innovadora en sentido estricto:** Es aquella en la que se obtiene al menos un servicio o bien nuevo o significativamente mejorado en el mercado internacional (DANE, 2016).

**Empresa innovadora en sentido amplio** Es aquella en la que se obtiene al menos un servicio o bien nuevo o significativamente mejorado en el mercado nacional o para la empresa, o que implementó un proceso productivo nuevo o significativamente mejorado para la línea de producción principal, para las líneas de producción complementarias, o una forma organizacional o de comercialización nueva (DANE, 2016).

**Acélular:** significa literalmente "sin células" y se refiere tanto a los microorganismos no celulares (Acytota) como a los tejidos sin células (que sólo poseen matriz extracelular).

**Alogénico:** se refiere a los elementos que constituyen el cuerpo tales como las células o los tejidos provenientes de un donante genéticamente similar, pero no idéntico. Generalmente es un hermano o hermana, pero puede ser un donante no emparentado.

**Autólogo:** se refiere a los elementos que constituyen el cuerpo tales como las células o los tejidos, que son propios de un individuo.

**Biobanco:** establecimiento público o privado, sin ánimo de lucro, que acoge una o varias colecciones de muestras biológicas de origen humano con fines de investigación biomédica, organizadas como una unidad técnica con criterios de calidad, orden y destino, con independencia de que albergue muestras con otras finalidades.

**Biomimética:** ciencia que se basa en el estudio de los modelos, sistemas, procesos y elementos naturales con el propósito de imitarlos y así encontrar soluciones prácticas a necesidades humanas, con la condición de que éstas sean sustentables.

**Broker:** aquel individuo que se desempeña como intermediario en las operaciones de tipo financiero. También conocido como corredor y agente, el bróker, que puede ser un individuo o una corporación, actuará como nexo entre el comprador y el vendedor en cuestión y por ese trabajo cobrará una comisión determinada.

**Células madre:** células que pueden dar lugar a otras células. Pueden diferenciarse en otros tipos de células y autorrenovarse, es decir, dividirse y hacer copias de sí mismas. Por ello, pueden colonizar, integrarse y originar nuevos tejidos.

**Clúster:** concentración geográfica de empresas, proveedores especializados, proveedores de servicios, compañías en industrias relacionadas e instituciones de apoyo (como, por





ejemplo, universidades, agencias regulatorias y gremios) que se desempeñan en las mismas actividades o en actividades estrechamente relacionadas.

**Dispositivos médicos:** Son cualquier instrumento, aparato, máquina, software, equipo biomédico u otro artículo similar o relacionado, utilizado solo o en combinación, incluyendo sus componentes, partes, accesorios y programas informáticos que intervengan en su correcta aplicación, destinado por el fabricante para el uso en seres humanos.

**Farmacogenómica:** estudio de la contribución de las diferencias en los genes de un individuo a la variación en las respuestas a los medicamentos entre la población.

**Fibroblastos:** Célula del tejido conjuntivo que elabora y segrega proteínas de colágeno.

**Infectocontagioso:** Las enfermedades infecciosas son causadas por microorganismos patógenos como las bacterias, los virus, los parásitos o los hongos. Estas enfermedades pueden transmitirse, directa o indirectamente, de una persona a otra.

**Nano:** Elemento prefijal de origen griego que entra en la formación de nombres, generalmente medidas, con el significado de 'la milmillonésima parte de una unidad'

**Queratinocitos:** Son las células que producen queratina y además producen citocinas que son moléculas solubles con funciones de regulación de las células epiteliales y células dérmicas.

**Xenogénico:** Trasplante efectuado con órganos o tejidos procedentes de un donante de una especie diferente a la del receptor; p. ej., del mono o del cerdo al hombre, o del conejo a la rata.

**Medicamento Biosimilar:** Un biosimilar es un medicamento biológico que contiene una versión del principio activo de un producto biológico original o producto de referencia, cuya patente ha expirado, frente al cual demuestra que las leves diferencias fisicoquímicas y biológicas no afectan a la calidad, eficacia y seguridad, lo que en última instancia permite su autorización. Es importante reseñar que el término biosimilar tiene un carácter regulador y se utiliza en la Unión Europea (UE) para evidenciar la comparabilidad entre el biológico de referencia y el biosimilar. Es necesario resaltar la diferencia que existe entre medicamentos genéricos y biosimilares, pues en ella estriban también las diferencias en los requerimientos reguladores a los que son sometidos por parte de las agencias reguladoras. Un genérico es una sustancia de síntesis química que se puede caracterizar de forma completa, por lo que es posible garantizar que el principio activo que contiene un medicamento genérico es idéntico al del medicamento original. Esto no ocurre con los medicamentos biológicos en general, y con los biotecnológicos en particular. Los medicamentos biotecnológicos son sustancias complejas, de gran tamaño y sujetas a una variabilidad fisicoquímica inherente a todo proceso de producción en el que participan seres vivos. Por ello, los medicamentos biosimilares son versiones altamente similares del principio activo del producto de referencia, las cuales pueden presentar pequeñas





diferencias con el medicamento de referencia que deben ser caracterizadas. Asociación Española de Biosimilares, (2017).

**Medicamento Biológico:** Los medicamentos biológicos son aquellos medicamentos que contienen uno o 1 más principios activos producidos o derivados de una fuente biológica, entre los que se incluyen un amplio abanico de productos como las vacunas, hemoderivados, alérgenos, terapias celulares, terapias génicas, y proteínas recombinantes. La composición de los medicamentos biológicos es muy variada, pudiendo incluir proteínas, azúcares, ácidos nucleicos, o combinaciones de estas sustancias, o incluso estar formados por seres vivos completos, como células o tejidos. Los medicamentos biológicos pueden obtenerse de múltiples fuentes 2 naturales: humanos, animales o microorganismos. Asociación Española de Biosimilares, (2017).

**Medicamentos biotecnológicos:** Son medicamentos de origen biológico, pero con la particularidad de que se obtienen a partir de líneas celulares modificadas genéticamente mediante técnicas de ingeniería genética. Muchos de los medicamentos biológicos que tradicionalmente se obtenían de fuentes biológicas sin modificar, ahora son de origen biotecnológico como, por ejemplo, la insulina, la hormona del crecimiento o las eritropoyetinas, entre otros. Asociación Española de Biosimilares, (2017).

**Medicamento de referencia:** Un medicamento de referencia es un medicamento comercializado a partir del cual se desarrollan medicamentos biológicos similares y genéricos. Academia Europea de Pacientes.

**Proteínas recombinantes:** Las proteínas recombinantes pueden ser producidas en grandes cantidades lo que ha permitido cubrir la creciente demanda actual. En contraste con las proteínas no humanas obtenidas de animales como por ejemplo la insulina de cerdo, las proteínas recombinantes son idénticas o difieren ligeramente respecto a las proteínas nativas de origen humano, por lo que las reacciones inmunológicas adversas disminuyen significativamente. Drago Serrano María Elisa, Sainz Espuñes Teresita del R. (2006).

**Hibridomas:** Célula híbrida cultivable in vitro, de forma indefinida, obtenida por la fusión in vitro de células plasmáticas tumorales de mieloma, con células normales productoras de anticuerpos (linfocitos B), obtenidas de animales, previamente inmunizados, contra un determinado antígeno. Diccionario Médico, Universidad de Navarra.

**Hematopoyéticas:** El tejido sanguíneo está compuesto en un 45% aproximadamente por células y derivados de éstas, con una vida media que oscila entre 120 días para los eritrocitos y alrededor de 3 años para ciertos tipos de linfocitos. Esta pérdida es compensada gracias a la actividad del sistema hematopoyético y a la presencia de una población de células primitivas inmaduras conocidas como Células Madre Hematopoyéticas (CMHs) encargadas del proceso de hematopoyesis, activo desde el inicio de la vida fetal y que genera cerca de  $2 \times 10^{11}$  eritrocitos y  $10^{10}$  células blancas por día. Mera Reina, Claudia, Roa Lara, Angélica y Ramírez Clavijo, Sandra. (2007).





**DESTRUCCION CREATIVA:** introducción de nuevos bienes y servicios, nuevas industrias y nuevos competidores que hacen frente a los ya existentes, por lo que los productores tienen que sobrevivir mediante la racionalización de la producción con nuevas y mejores herramientas que hacen que los trabajadores sean más productivos y sus productos más competitivos. Esto provoca que las empresas tienen que estar constantemente innovando y adaptándose para mantenerse, y las que ya no cumplen lo que quieren los consumidores a precios competitivos pierden clientes, y, finalmente, se marchitan y mueren (Alm y Cox, 1999).

**EXTERNALIDADES:** Cuando se habla de externalidades, se está haciendo referencia a los efectos externos que sufren una o varias personas por acciones u omisiones de otras. (Banco de la República de Colombia, 2018)

**MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL:** Los modelos de equilibrio general computable (CGE) al capturar efectos de primer y segundo orden permiten identificar mecanismos de transmisión y los efectos globales de una política o shock en los mercados internos, interregional, exterior y de factores, considerando explícitamente el comportamiento de los agentes económicos, a través de ajustes vía precios que vacían los mercados. (Mardones, Cristian, 2015).

**FUNCION DE ELASTICIDAD:** La elasticidad es una medida de la sensibilidad de una variable, ante el cambio de otra variable. Se define como el cambio proporcional en el valor de una variable, en relación al cambio proporcional de otra variable. (Zona Económica, 2018)

**FRONTERA DE POSIBILIDADES DE PRODUCCION:** La frontera de posibilidades de producción (FPP) es una representación gráfica de las cantidades máximas de producción que puede obtener una economía en un periodo determinado haciendo uso de todos los recursos que tiene disponibles. (Economipedia, 2018).

**DOCUMENTOS CONFIS:** El CONFIS es un organismo adscrito al Ministerio de Hacienda y Crédito Público, encargado de dirigir la Política Fiscal y coordinar el Sistema Presupuestal. **(Fuente:** (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2018).





## ANEXOS

**Anexo 1.** Documento: Análisis sector agrícola y pecuario

**Anexo 2.** Documento: Análisis sector alimentos y bebidas

**Anexo 3.** Documento: Análisis sector químico

**Anexo 4.** Documento: Análisis sector cosméticos y aseo

**Anexo 5.** Documento: Análisis sector farmacéutico

**Anexo 6.** Documento: Análisis sector salud

**Anexo 7.** Documento: Análisis de instrumentos de financiación

**Anexo 8.** Documento: Modelos de referencia internacional





## BIBLIOGRAFÍA

Carrillo Hormaza, L., & Osorio, E. (2017). BOTANICAL INGREDIENTS: THE KEY LINK IN COLOMBIA FOR THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE AND NATURAL PHARMACEUTICAL, COSMETIC, AND FOOD PRODUCTS. REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y ALIMENTARIAS - Universidad de Antioquia, 24. Retrieved from <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/vitae/article/view/329790/20786124>

Centro Nacional de Producción Más Limpia - CNPML. (2017). Soluciones Químicas Innovadoras 2017. Retrieved from [http://www.cnpml.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=161:quimicos&catid=10:novedades-generales&Itemid=35](http://www.cnpml.org/index.php?option=com_content&view=article&id=161:quimicos&catid=10:novedades-generales&Itemid=35)

CNPML. (2018). Centro Nacional de Producción Más Limpia. Retrieved from [http://www.cnpml.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=41&Itemid=1](http://www.cnpml.org/index.php?option=com_content&view=article&id=41&Itemid=1)

Conference Series. (2017). Análisis de mercado - Biopolímeros y bioplásticos 2018. Retrieved from <http://market-analysis.conferenceseries.com/biopolymers-and-bioplastics-market-reports>

Conference Series. (2018). Biochemistry & Molecular Biology. Retrieved from <https://biochemistry.conferenceseries.com/>

Consultancy. (2015). Global chemicals market to grow to 5.1 trillion by 2020. Retrieved from <https://www.consultancy.uk/news/2745/global-chemicals-market-to-grow-to-51-trillion-by-2020>

DANE. (2012). CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME DE TODAS LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS. Retrieved from [https://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIIU\\_Rev4ac.pdf](https://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIIU_Rev4ac.pdf)

Dinero, R. (2015). Industria farmacéutica, la que más sana y más perjudica está cambiando su paradigma. Retrieved from <http://www.dinero.com/economia/articulo/quimica-verde-2015/214063>

Dinero, R. (2015). Industria química, una luz en medio del gris panorama industrial. Retrieved from <http://www.dinero.com/economia/articulo/industria-quimica-colombia/214471>

Gómez, J. A., & Mejía González, D. (2010). Biodiversidad y desarrollo: una oportunidad para el sector cosmético natural en Colombia. Revista\_cosmetica. Retrieved from [http://www.biocomerciosostenible.org/Documentos/Articulo2\\_Revista\\_cosmetica\\_23\\_de\\_junio\\_2010\\_version\\_97%5B1%5D.pdf](http://www.biocomerciosostenible.org/Documentos/Articulo2_Revista_cosmetica_23_de_junio_2010_version_97%5B1%5D.pdf)





Gomez, J. mario, & Alvarez, O. A. (2017). El pasado, el presente y las perspectivas para la industria química de Colombia. Retrieved from <https://www.aiche.org/resources/publications/cep/2017/november/past-present-and-prospects-colombias-chemicals-industry>

Gómez Ayala, S. L., & Yory Sanabria, F. L. (2018). Aprovechamiento de recursos renovables en la obtención de nuevos materiales. Bogotá D.C. Retrieved from <http://revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/viewFile/3008/2781>

Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho - ICIPC. (2016). Clúster de Empaques Plásticos. Retrieved from <https://www.icipc.org/site/es/informacion/redes/cluster-empaques-plasticos>

J.I., G. C. (2008). Ingeniería Verde: Doce principios para la sostenibilidad.

KenResearch. (2017). Informe del mercado mundial de crecimiento de la industria química. Retrieved from <https://www.kenresearch.com/blog/2017/09/global-chemical-industry-growth-market-report-ken-research/>

Markets and Markets. (2016). Green Bio Chemicals Market Research Reports & Consulting. Retrieved from <https://www.marketsandmarkets.com/green-chemicals-market-research-101.html>

Merino, R. S. (2015). Biomimética: una metodología de diseño sostenible. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/319469113\\_Biomimetica\\_una\\_metodologia\\_de\\_diseno\\_sostenible](https://www.researchgate.net/publication/319469113_Biomimetica_una_metodologia_de_diseno_sostenible)

Montes Valencia, N. (2015). La Industria Química: Importancia y Retos. Medellín, Colombia. Retrieved from <http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/viewFile/1562/1430>

Moreno, D. C. Z., Rodríguez, L. F. R., Pérez, M. V. S., & Bonilla-Buitrago, R. R. (2015). INDUSTRIA DE BIOINSUMOS DE USO AGRÍCOLA EN COLOMBIA. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 18. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262015000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262015000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

Parada Ibañez, M., & Muñoz, C. (2015). Bioinsumos de uso agrícola: Potencialidades y Desafíos. Retrieved from <http://agriculturers.com/bioinsumos-de-uso-agricola-potencialidades-y-desafios/>

Pérez, Loayza, J., & Silva Meza, V. (2013). Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales. Revista Facultad de Ingeniería Industrial, 10.





Procolombia. (2015a). Industria de empaques plásticos en Colombia. Retrieved from <http://www.procolombia.co/compradores/es/explore-oportunidades/empaques-pl-asticos>

Procolombia. (2015b). La Industria Química Colombiana. Retrieved from <http://www.procolombia.co/compradores/es/explore-oportunidades/la-industria-qu-mica>

Programa de Transformación Productiva, P. (2016). ¿Qué es el sector de Química básica? Retrieved from <https://www.ptp.com.co/contenido/categoria.aspx?catID=777>

Programa de Transformación Productiva, P. (2018). ¿Cuándo se creó y en qué consiste el Programa de Transformación Productiva? Retrieved from <https://www.ptp.com.co/contenido/categoria.aspx?catID=777>

Rangel, E. R., García, J. A. R., Peña, E. M., & Hernández, J. L. (2012). Biomimética: innovación sustentable inspirada por la naturaleza. Investigación Y Ciencia de La Universidad Autónoma de Aguascalientes, 54. Retrieved from [http://www.uaa.mx/investigacion/revista/archivo/revista55/Articulo 7.pdf](http://www.uaa.mx/investigacion/revista/archivo/revista55/Articulo%207.pdf)

Revista Virtual Pro. (2015). Biomateriales. 162. Retrieved from <https://www.revistavirtualpro.com/revista/biomateriales/1>

Revista Virtualpro. (2015). Química Verde. Revista Virtualpro Procesos Industriales, 161. Retrieved from <https://www.revistavirtualpro.com/revista/quimica-verde/1>

Rintoul, I. (n.d.). BIOMATERIALES. Retrieved from <http://www.bioeconomia.mincyt.gov.ar/wp-content/uploads/2014/12/1-Biomateriales-Ignacio-Rintoul.pdf>

Rojas, L. F. (2016). Biotecnología para el Desarrollo y Uso Sostenible de la Biodiversidad. Retrieved from [http://www.redbioperu.com.pe/main/web/files/abstracts/BLUE-GREEN-BIO-Luisa Fernanda-Rojas-Lucia-Atehortua2.pdf](http://www.redbioperu.com.pe/main/web/files/abstracts/BLUE-GREEN-BIO-Luisa%20Fernanda-Rojas-Lucia-Atehortua2.pdf)

Tecnalia. (2014). La innovación en materiales y en su procesamiento es crítica para conseguir un modelo energético eficiente y una economía de bajo carbono. Retrieved from <https://www.tecnalia.com/es/energia-medioambiente/noticias/materiales-para-la-energia-y-el-medioambiente.htm>

The Conversation. (2017). Green chemistry is key to reducing waste and improving sustainability. Retrieved from <http://theconversation.com/green-chemistry-is-key-to-reducing-waste-and-improving-sustainability-70740>

Universidad ICESI. (2018). El Valle del Cauca es la región con mayor potencial bioquímico en Colombia. Retrieved from <https://orientacion.universia.net.co/universidades-53/noticias/el-valle-del-cauca-es-la-region-con-mayor-potencial-bioquimico-en-colombia-3891.html>





Acosta, K. y Romero P., J. (2014). Cambios recientes en las principales causas de mortalidad en Colombia. Banco de la República, Documentos de trabajo sobre economía regional, n.º 209, octubre. Disponible en <http://www.banrep.gov.co/es/dtser-209>

Agarwal, S., Hordvik, S. Morar, S. (2014). Capítulo 9, Nutrition and Health-Related Labeling Claims for Functional Foods and Dietary Supplements in the United States, en D. Bagchi (ed.) Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World (2.ª ed.), pp. 141-150. San Diego: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405870-5.00009-8>.

Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía, IDEA (2007). Sitio web <http://www.agenciaidea.es/>

Alimentec. (2017). <https://feriaalimentec.com/?d=sub&s=1760&p=11330&i=1>. Recuperado el 01 de 03 de 2018

Alimentec. (2017). <https://feriaalimentec.com/?d=sub&s=1760&p=11330&i=1> consultado 23.02.2018.

Allen, J. &. (s.f.). Patente nº EP 2 059 482 B1. Estados Unidos.

Benjamin, E. J., Blaha, M. J., Chiuve, S. E. et al. (2017). Heart disease and stroke statistics – 2017 update: A report from the American Heart Association. Circulation, AHA Statistical Update. Doi: <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000485>

Corporación Ruta N. (2016). Observatorio CT+i: Informe No. 1 Área de oportunidad Alimentos médicos. Recuperado desde [www.brainbookn.com](http://www.brainbookn.com).

Diplock, A. T. et al., eds. (1999). Scientific concepts of functional foods in Europe: Consensus Document. British Journal of Nutrition, 81, supplement 1-27. Disponible en [http://www.ufrgs.br/alimentus/disciplinas/tecnologia-de-alimentos-especiais/alimentos-funcionais/funcionais\\_consenso\\_europeu.pdf](http://www.ufrgs.br/alimentus/disciplinas/tecnologia-de-alimentos-especiais/alimentos-funcionais/funcionais_consenso_europeu.pdf)

Dunford, N., Irmak, S. y Jonnala, R. (2010). Pressurised solvent extraction of policosanol from wheat straw, germ and bran. Food Chemistry, 119(3), 1246-1249, abril. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.039>

Euromonitor International (2017). Sitio web: <http://www.euromonitor.com/>

European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe, The, FUFOSSE (s. f.). Sitio web <http://ilsa.eu/fufosse/>

European Food Safety Authority, EFSA (2017). Scientific and technical guidance for the preparation and presentation of a health claim application (Revision 2). EFSA Journal, 15(1), s. p., enero. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2017.4680/full>. Doi: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4680>





European Parliament and the Council (2002). Directiva 2002/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 10 de junio. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0046&from=EN>

European Parliament and the Council (2004). Directive 2004/24/EC of the European Parliament and of the Council, 31 de marzo. Official Journal of the European Union. Disponible en [https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/files/eudralex/vol-1/dir\\_2004\\_24/dir\\_2004\\_24\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/files/eudralex/vol-1/dir_2004_24/dir_2004_24_en.pdf)

Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO (2017). The State of Food Insecurity in the World: Building resilience por peace and food security. Roma: FAO. Disponible en <https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000022419/download/>

Garcés, R. C. (2017). <https://revistaalimentos.com/ediciones/ed-60-los-sectores-prometedores/reto-la-productividad-la-agroindustria-en-colombia/>. Recuperado el

<http://es.presidencia.gov.co/noticia/171227-Balance-El-sector-agropecuario-lidero-la-economia-nacional-en-2017>. (28 de 12 de 2017). Recuperado el 24 de 02 de 2018

<http://www.eltiempo.com/economia/sectores/crecimiento-economico-durante-el-2017-en-colombia-186184> 23 de febrero de 2018. . (23 de febrero de 2018). Recuperado el 23 de febrero de 2018.

(2018). Informe de Gestión iNNpulsa 2017. Bogotá.

Nielsen. (24 de 03 de 2015). Markets and the Finances. Recuperado el 28 de 02 de 2018

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). (13 de Junio de 2013). Recuperado el 13 de Junio de 2013, de OMPI: [http://www.wipo.int/treaties/es/ShowResults.jsp?lang=es&search\\_what=B&bo\\_id=13](http://www.wipo.int/treaties/es/ShowResults.jsp?lang=es&search_what=B&bo_id=13)

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). (Mayo de 2013). OMPI. Recuperado el 24 de Mayo de 2013, de <http://www.wipo.int/about-wipo/es/>

<http://es.presidencia.gov.co/noticia/171227-Balance-El-sector-agropecuario-lidero-la-economia-nacional-en-2017>. (28 de 12 de 2017). Recuperado el 24 de 02 de 2018

Organización Panamericana de la Salud. (1999). Organización Panamericana de la Salud. (C. C. Council, Ed.) Recuperado el 19 de Marzo de 2013, de Organización Panamericana de la Salud: <http://www.paho.org/spanish/HEP/HES/WtrDsnfS.pdf>

Pharma: Research, Progress, Hope (2016). Medicines in Development for Diabetes. 2016 Report. Disponible en <https://www.phrma.org/report/medicines-in-development-for-diabetes2>





Qian, X., Hamad, B. y Dias-Lalcaca, G. (2015). The Alzheimer disease market. *Nature Reviews Drug Discovery*, 14(10), 675-676, octubre. Doi: <https://doi.org/10.1038/nrd4749>

Presidencia (2017). (<http://es.presidencia.gov.co/noticia/171227-Balance-El-sector-agropecuario-lidero-la-economia-nacional-en-2017>). Recuperado el 02 de 03 de 2018

Revista Dinero. (2017). <http://www.dinero.com/edicion-impresa/informe-especial/articulo/multilatinas-mas-exitosas-de-alimentos-en-colombia/245293> 26-02.2018. Recuperado el 26 de 02 de 2018

SENA. (2013). Masa sectorial de Biotecnología. Centro de biotecnología Industrial.

[www.colciencias.gov.co](http://www.colciencias.gov.co). (2017). Recuperado el 24 de 02 de 2018

[www.procolombia.gov.co](http://www.procolombia.gov.co). (2017). Recuperado el 23 de 02 de 2018

Valls, D. J., Pasamontes, N., Pantaleón, A., Vinaixa, S. et al. (2013). Prospects of functional foods/nutraceuticals and markets, en K. G. Ramawat y J. M. Mérillon (eds.) *Natural Products*, pp. 2491-2525. Berlín, Heidelberg: Springer. Doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-22144-6\\_67](https://doi.org/10.1007/978-3-642-22144-6_67)

Visiongain (2014). *Biotechnology in food production market forecast 2014-2024: Prospects for genetically modified organisms, GMO, Companies*. Visiongain.

Visiongain (2017). *Global anti-obesity drugs market forecast 2017-2027*. Londres: Visiongain.

Wells, M. L., Potin, P., Craigie, J. et al. (2017). Algae as nutritional and functional food sources: Revisiting our understanding. *Journal of Applied Phycology*, 29(2), 949-982, abril. Doi: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84996590268&doi=10.1007%2Fs10811-016-0974-5&partnerID=40&md5=43b41ecd4f00dc149911c1a911f0da12>

World Health Organization, WHO (2017). Obesity and overweight. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>

Yamada, K. (2017). Development of multifunctional foods. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 81(5), 849-853, mayo. Doi: 10.1080/09168451.2017.1279851

Zeisel, S. H. (1999). Regulation of "nutraceuticals". *Science*, 285(5435): 1853-1855, septiembre. Doi: 10.1126/science.285.5435.1853

ASOCAÑA. (2018). Sector Agroindustrial de la Caña. Retrieved March 8, 2018, from <http://www.asocana.org/Default.aspx>

Beck, J., Mahoney, N., Higbee, B., Gee, W., Baig, N., & Griffith, C. (2014). Semiochemicals to monitor insect pests - future opportunities for an effective host plant volatile blend to attract navel orangeworm in pistachio orchards. In *ACS Symposium Series* (Ed.), *Biopesticides:*





State of the Art and Future Opportunities (pp. 191–210). Washington, DC: U.S.: American Chemical Society.

Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., & Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15(4), 365–377. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x>

Brookes, G., & Barfoot, P. (2017). Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2015: Impacts on pesticide use and carbon emissions. *GM Crops & Food*, 8(2), 117–147. <https://doi.org/10.1080/21645698.2017.1309490>

Bruinsma, J. (2003). *World agriculture: towards 2015/2030. An FAO perspective*. London: Earthscan Publications Ltd.

Capper, J. L., Cady, R. A., & Bauman, D. E. (2009). The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007. *Journal of Animal Science*, 87(6), 2160–2167. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1781>

Carlsson, A. S. (2009). Plant oils as feedstock alternatives to petroleum – A short survey of potential oil crop platforms. *Biochimie*, 91, 665–670. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2009.03.021>

Carvalho, F. P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. *Food and Energy Security*, 6(2), 48–60. <https://doi.org/10.1002/fes3.108>

Colciencias. (2018). Grupos de investigación e investigadores reconocidos por COLCIENCIAS. Retrieved March 13, 2018, from <http://www.colciencias.gov.co/investigadores/capacidades-nacionales-ctei/grupos-de-investigacion>

Colorganics. (2018). Colorganics - health care colors. Retrieved March 6, 2018, from <http://colorganics.co/es-co/>

DANE. (2014). *Censo nacional agropecuario Colombia*. Bogotá D.C.

DANE. (2018a). Comercio Internacional en Colombia: Exportaciones. Retrieved March 9, 2018, from <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>

DANE. (2018b). Comercio Internacional en Colombia: Importaciones. Retrieved March 9, 2018, from <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/importaciones>

DANE. (2018c). Departamento Administrativo Nacional de Estadística - Información estratégica. Retrieved March 4, 2018, from





<http://www.dane.gov.co/index.php/component/search/?searchword=producto interno bruto colombia&searchphrase=all&Itemid=109>

Dayan, F. E., Owens, D. K., & Duke, S. O. (2012). Rationale for a natural products approach to herbicide discovery. *Pest Management Science*, 68(4), 519–528. <https://doi.org/10.1002/ps.2332>

Delgado, J. E., Salgado, J. J., Perez, R., & Eduardo, J. (2015). Perspectivas de los biocombustibles en Colombia. *Revista Ingenierías*, 14294(27). Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v14n27/v14n27a02.pdf>

DNP. (2018). informe Bioeconomía Fase I - Diagnóstico y definición de sectores estratégicos para Colombia. Retrieved March 2, 2018, from <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2FCrecimiento-Verde%2FDocuments%2Fejes-tematicos%2FBioeconomia%2Finforme1&FolderCTID=0x012000323D550D8AE5BC4E8A7A62DD3ABEF3C8>

Ecoflora Agro. (2018). Ecoflora Agro - extractos vegetales para la protección de cultivos. Retrieved March 13, 2018, from <http://www.ecofloragro.com/es/>

EPA. (2018). Biopesticides. Retrieved March 3, 2018, from <https://www.epa.gov/pesticides/biopesticides>

FAO. (1996). Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria. Retrieved February 20, 2018, from <http://www.fao.org/docrep/003/w3613s/w3613s00.htm>

FAO. (2009). La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. Como Alimentar Al Mundo En 2050. Rome.

FAO. (2011a). Biotechnologies for agricultural development. *Agricultural Biotechnologies in Developing Countries (ABDC-10)*. Rome: FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/014/i2300e/i2300e00.htm>

FAO. (2011b). El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo. Rome.

FAO. (2016). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - (FAO). Rome: Departamento de Comunicación FAO.

FAO. (2018). Colombia en una mirada. Retrieved February 24, 2018, from <http://www.fao.org/colombia/fao-en-colombia/colombia-en-una-mirada/es/>

FAO, IFAD, & WFP. (2015). *The State of Food Insecurity in the World*. Rome.





FedeBiocombustibles. (2018). Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia. Retrieved March 13, 2018, from <http://www.fedebiocombustibles.com/nota-web-id-271.htm>

FINAGRO. (2014). Perspectiva del sector agropecuario colombiano. Bogotá D.C.

García-Pérez, M., & García-Núñez, J. A. (2013). Nuevos conceptos para biorrefinerías de aceite de palma (New Concepts of Palm Oil Mill Biorefineries). *Palmas*, 34(Especial, Tomo II), 66–84.

Gill, M., Smith, P., & Wilkinson, J. M. (2010). Mitigating climate change: the role of domestic livestock. *Animal*, 4(3), 323–333. <https://doi.org/10.1017/S1751731109004662>

Glare, T., Caradus, J., Gelernter, W., Jackson, T., Keyhani, N., Köhl, J., ... Stewart, A. (2012). Have biopesticides come of age? *Trends in Biotechnology*, 30(5), 250–258. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2012.01.003>

Goedde, L., Horil, M., & Sanghvi, S. (2015, July). Pursuing the global opportunity in food and agribusiness. McKinsey on Investing. Retrieved from [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Private\\_Equity\\_and\\_Principal\\_Investors/Our\\_Insights/Global\\_agricultures\\_many\\_opportunities/Global\\_agricultures\\_many\\_opportunities.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Private_Equity_and_Principal_Investors/Our_Insights/Global_agricultures_many_opportunities/Global_agricultures_many_opportunities.ashx)

Hussain, S., Siddique, T., Arshad, M., & Saleem, M. (2009). Bioremediation and phytoremediation of pesticides: recent advances. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 39(10), 843–907. <https://doi.org/10.1080/10643380801910090>

ISAAA. (2016). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016. (ISAAA, Ed.), ISAAA Brief (Vol. 52). Ithaca, NY. Retrieved from <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/52/download/isaaa-brief-52-2016.pdf>

Joner, E. J., & Leyval, C. (2003). Phytoremediation of organic pollutants using mycorrhizal plants: a new aspect of rhizosphere interactions. *Agronomie*, 23(5–6), 495–502. <https://doi.org/10.1051/agro:2003021>

Kinney, A. J. (1997). Genetic Engineering of Oilseeds for Desired Traits. In *Genetic Engineering* (pp. 149–166). Boston, MA: Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5925-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5925-2_8)

Kovach, J., Petzoldt, C., Degnil, J., & Tette, J. (1992). A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*. (Vol. 139). Geneva, NY. Retrieved from <https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/5203/FLS-139.pdf;jsessionid=FA633C0A52BC6EC3D972A014F86D5C9E?sequence=1>

Kudo, M., Kidokoro, S., Yoshida, T., Mizoi, J., Todaka, D., Fernie, A. R., ... Yamaguchi-Shinozaki, K. (2017). Double overexpression of DREB and PIF transcription factors





improves drought stress tolerance and cell elongation in transgenic plants. *Plant Biotechnology Journal*, 15(4), 458–471. <https://doi.org/10.1111/pbi.12644>

Kurukulasuriya, P., & Rosenthal, S. (2013). Climate change and agriculture: a review of impacts and adaptations. (Climate Change Series, Ed.), Environment Department Paper (Vol. 91). Washington DC: World Bank. Retrieved from <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/16616/787390WP0Clima0ur e0377348B00PUBLIC0.pdf?sequence=1>

Lee, Y.-S., Jeong, H., Taye, M., Kim, H. J., Ka, S., Ryu, Y.-C., & Cho, S. (2015). Genome-wide Association Study (GWAS) and Its Application for Improving the Genomic Estimated Breeding Values (GEBV) of the Berkshire Pork Quality Traits. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(11), 1551–7. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0287>

Liu, Z., Liao, W., & Liu, Y. (2016). A sustainable biorefinery to convert agricultural residues into value-added chemicals. *Biotechnology for Biofuels*, 9. <https://doi.org/10.1186/s13068-016-0609-8>

Méndez, K. Á., Chaparro Giraldo, A., Moreno, G. R., & Castro, C. S. (2011). Production cost analysis and use of pesticides in the transgenic and conventional corn crop [*Zea mays* (L.)] in the valley of San Juan, Tolima. *GM Crops*, 2(3), 163–168. <https://doi.org/10.4161/gmcr.2.3.17591>

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Bogotá D.C.

Ministerio de Minas y Energía. (2010). Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia. Bogotá D.C.

MinSalud. (2015). Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia 2015 - ENSIN. Bogotá D.C.

Ni, M., Ma, W., Wang, X., Gao, M., Dai, Y., Wei, X., ... Zhu, Z. (2017). Next-generation transgenic cotton: pyramiding RNAi and Bt counters insect resistance. *Plant Biotechnology Journal*, 15(9), 1204–1213. <https://doi.org/10.1111/pbi.12709>

OCDE. (2015). Revisión de la OCDE de las Políticas Agrícolas: Colombia 2015. Evaluación y Recomendaciones de Política.

Ozone Secretariat. (2018). The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. Retrieved March 3, 2018, from <http://ozone.unep.org/en/treaties-and-decisions/montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer>

Pereira, A. (2016). Plant Abiotic Stress Challenges from the Changing Environment. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1123. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01123>





Ramirez, N., Arevalo, A., & Garcia-Nuñez, J. A. (2015). Inventario de la biomasa disponible en plantas de beneficio para su aprovechamiento y caracterización fisicoquímica de la tusa en Colombia. *Revista Palmas*, 36(4), 41–54. Retrieved from <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11644/11636>

Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T., & Woznicki, S. A. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145–163. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>

Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A. C., Müller, C., Arneth, A., ... Jones, J. W. (2014). Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9), 3268–3273. <https://doi.org/10.1073/pnas.1222463110>

Seiber, J. N., Coats, J., Duke, S. O., & Gross, A. D. (2014). Biopesticides: State of the Art and Future Opportunities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(48), 11613–11619. <https://doi.org/10.1021/jf504252n>

Shi, J., Lang, C., Wu, X., Liu, R., Zheng, T., Zhang, D., ... Wu, G. (2015). RNAi knockdown of fatty acid elongase1 alters fatty acid composition in *Brassica napus*. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 466(3), 518–522. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2015.09.062>

SIB. (2018). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Retrieved February 25, 2018, from <https://www.sibcolombia.net/>

Uncu, A. O., Doganlar, S., & Frary, A. (2013). Biotechnology for Enhanced Nutritional Quality in Plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 32(5), 321–343. <https://doi.org/10.1080/07352689.2013.781453>

United Nations. (2017). UN Comtrade Analytics - Trade dashboard. Retrieved March 11, 2018, from <https://comtrade.un.org/labs/data-explorer/>

Universidad EAFIT. (2017). EAFIT y Augura patentaron en Estados Unidos una invención que aumenta la productividad en los cultivos de banano. Retrieved March 8, 2018, from <http://www.eafit.edu.co/sitionoticias/2017/eafit-y-augura-patentaron-en-estados-unidos-una-invencion-que-reduce-en-dos-meses-la-produccion-de-banano>

Van Eenennaam, A. L. (2017). Genetic modification of food animals. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.10.007>

Villanueva-Mejia, D., & Alvarez, J. C. (2017). Genetic Improvement of Oilseed Crops Using Modern Biotechnology. In *Advances in Seed Biology* (pp. 295–317). InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70743>





Wang, L., Ji, B., Hu, Y., Liu, R., & Sun, W. (2017). A review on in situ phytoremediation of mine tailings. *Chemosphere*, 184, 594–600. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.06.025>

Yang, Y., Tang, R.-J., Jiang, C.-M., Li, B., Kang, T., Liu, H., ... Zhang, H.-X. (2015). Overexpression of the PtSOS2 gene improves tolerance to salt stress in transgenic poplar plants. *Plant Biotechnology Journal*, 13(7), 962–973. <https://doi.org/10.1111/pbi.12335>

SECTORIAL. (5 de 2015). Sectorial. Recuperado el 26 de 3 de 2018, de Sectorial: <https://www.sectorial.co/images/ejemplo/agroquimico.pdf>

Aguilar, M. R. (s.f.). Centro de Investigación Biomédica en Red (Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina). Obtenido de <http://www.ciber-bbn.es/programas-transversales/programa-de-difusion-e-internacionalizacion/biomedicina-con-y-para-la-sociedad/miniserie-de-tv/nanomedicina>

Banco caja social . (2017). Oportunidades y riesgos Cosméticos y aseo .

Burguera, E. F. (s.f.). Centro de Investigación Biomédica en Red (Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina). Obtenido de <http://www.ciber-bbn.es/programas-transversales/programa-de-difusion-e-internacionalizacion/biomedicina-con-y-para-la-sociedad/miniserie-de-tv/ingenieria-de-tejidos>

Cámara de la industria Cosmética y Aseo - ANDI. (2017). Datos del sector cosmético y Aseo. Recuperado el 10 de Marzo de 2018

Cáncer, I. d. (s.f.). Instituto del Cáncer . Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/medicina-personalizada>

Colciencias. (2013). Plataforma ScienTI. Recuperado el 15 de 07 de 2013, de Plataforma ScienTI: <http://www.colciencias.gov.co/scienti>

Colciencias. (s.f.). Colciencias. Obtenido de <http://www.colciencias.gov.co/portafolio/innovacion/transferencia-conocimiento/oficinas-otris>

Colciencias, Parques científicos y tecnológicos. (2016). Obtenido de [http://www.colciencias.gov.co/sala\\_prensa/parques-cientificos-y-tecnologicos-una-ruta-para-el-desarrollo-economico-y-social-del](http://www.colciencias.gov.co/sala_prensa/parques-cientificos-y-tecnologicos-una-ruta-para-el-desarrollo-economico-y-social-del)

Comisión Europea . (2014). Consensus Information Document on Biosimilar Medicinal Products.

Conpes 3242/2003 Servicios ambientales de mitigación de cambio climático. (2003). Obtenido de [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2003/Conpes\\_3242\\_2003.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2003/Conpes_3242_2003.pdf)





Conpes 3918 de 2018-ODS. (2018). Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3918.pdf>

Conpes 3918- ODS. (2018). Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3918.pdf>

Conpes2834. (1996). Política de Bosques.

Conpes3510. (2008). Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia.

Conpes3527. (2008). Política Nacional de Competitividad y Productividad.

Conpes3533. (2008). Bases de un plan de acción para la adecuación del sistema de propiedad intelectual a la competitividad y productividad nacional 2008-2010.

Conpes3582. (2009). Política Nacional de Fomento a la Investigación y la Innovación .

Conpes3678. (2010). Conpes 3678 – Política de Transformación productiva: Un modelo de desarrollo sectorial para Colombia.

Conpes3680. (2010). Lineamientos para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

Conpes3697. (2011). Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad .

Conpes3834. (2015). Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias.

Conpes3874. (2016). Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos.

Conpes3892. (2017). Actualización del documento Conpes 3834. .

Consultor salud. (2017). Consultor salud. Obtenido de Consultor salud: <http://www.consultorsalud.com/aumento-de-800-mil-millones-al-presupuesto-para-la-salud-en-2017>

Corpoica. (2017). Copoica. Recuperado el 26 de 3 de 2018, de Corpoica: <http://slideplayer.es/slide/11862067/#>

Corporación Biointropic. (2016). Caracterización cadena Cosmética.

Corporación Ruta N . (2016). Observatorio CT+i: Informe No. 1 Área de oportunidad Cosmecéuticos. Medellín .

Corporación Ruta N. (2016). Informe: Mercado de Salud, Área de oportunidad Cosmecéuticos. Medellín .





CTi, C. (2016). Política nacional de ciencia, tecnología e innovación.

DANE. (2016). Encuesta Anual Manufacturera -EAM-.

Deloitte. (2017). Obtenido de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Life-Sciences-Health-Care/gx-lshc-2017-health-care-outlook-infographic.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (2017). Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia fase1. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2fCrecimiento-Verde%2fDocuments%2fejes-tematicos%2fBioeconomia%2finforme%201&FolderCTID=0x012000323D550D8AE5BC4E8A7A62DD3ABEF3C8>

Dinero. (2017). Recuperado el 25 de 02 de 2018, de [www.dinero.com](http://www.dinero.com).

DNP. (2004). Medicamentos y farmacéuticos.

DNP. (2016). Principales variables cadena Cosméticos y Elementos de Aseo (2002-2016).

DNP, Misión crecimiento verde, Bioeconomía. (2018). Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Ejes-estrategicos/Paginas/Bioeconom%C3%ADa.aspx>

DNP, Misión Crecimiento Verde, Bioeconomía. (2018). Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Ejes-estrategicos/Paginas/Bioeconom%C3%ADa.aspx>

El nuevo siglo. (2016). Recuperado el 01 de 03 de 2018, de <http://elnuevosiglo.com.co/articulos/10-2016-colombia-tiene-120-empresas-dedicadas-a-la-biotecnologia>

Fedebiocombustibles. (s.f.). Recuperado el 04 de 2018, de <http://www.fedebiocombustibles.com>

González, G. &. (23 de Junio de 2010). Biodiversidad y desarrollo: una oportunidad para el sector cosmético natural en Colombia. Revista Cosmetica. Obtenido de [http://www.biocomerciosostenible.org/Documentos/Articulo2\\_Revista\\_cosmetica\\_23\\_de\\_junio\\_2010\\_version\\_97%5B1%5D.pdf](http://www.biocomerciosostenible.org/Documentos/Articulo2_Revista_cosmetica_23_de_junio_2010_version_97%5B1%5D.pdf)

Healthcare resource guide. (2018). Obtenido de [https://2016.export.gov/industry/health/healthcareresourceguide/eg\\_main\\_092230.asp](https://2016.export.gov/industry/health/healthcareresourceguide/eg_main_092230.asp)





<https://www.cvn.com.co/industria-farmaceuticas-retos-del-sector/>. (2017). Recuperado el 01 de 03 de 2018

IMS Institute for Healthcare informatics. (2015). Global Medicines Use in 2020. Recuperado el 06 de 03 de 2018

IMS Institute for healthcare informatics. (2015). Global Medicines Use in 2020.

Instituto Nacional de Metrología de Colombia. (2017). Elementos claves de metrología en tres sectores: café, autopartes y cosmético. Bogotá. Recuperado el 09 de Marzo de 2018, de

[http://www.inm.gov.co/images/Docs/2017/Pdf\\_Elementosdemetrologia\\_webversiondefinitiva.pdf#page=88](http://www.inm.gov.co/images/Docs/2017/Pdf_Elementosdemetrologia_webversiondefinitiva.pdf#page=88)

INVIMA. (s.f.). INVIMA. Recuperado el 04 de 2018, de <https://www.invima.gov.co/cannabis-medicinal#normatividad>

lineaysalud. (2015). Obtenido de <http://www.lineaysalud.com/belleza/cosmeceutica-cosmoceuticos-dermaceuticos>

Machado, N. P. (2006). Anticuerpos monoclonales: Desarrollo físico y perspectivas terapéuticas. Scielo, 186-197. Recuperado el 2018 de 03 de 05

Marique, L. S. (2012). Mercado de Medicamentos Biotecnológicos en el Sistema general de Seguridad Social en Salud. Dialnet, 59-78.

Marketing Research Bureau. (2016). Plasma Economics\_ Concept of Plasma Market Driver. Recuperado el 2016 de 03

Minambiente, Ley 165 de 1994 CDB. (1994). Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/politica-nacional-de-biodiversidad>

Minambiente, P. N. (1994). Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/politica-nacional-de-biodiversidad>

Minambiente, Política Nacional de Biodiversidad. (1994).

Minambiente, Política Nacional de Biodiversidad. (1996). Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/politica-nacional-de-biodiversidad>

Minambiente, Política Nacional de Biodiversidad. (2012). Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/politica-nacional-de-biodiversidad>





Ministerio de salud y protección Social. (2014). [www.minsalud.gov.co](http://www.minsalud.gov.co). Recuperado el 2018 de Marzo de 3

Ministerio de Salud y Protección social de la República de Colombia. (2014). Sobre medicamentos biotecnológicos.

OFFARM. (2008). Cosmética natural y ecológica. *Ambito Farmacéutico Cosmética*, 27(9).

Opinión y Salud. (2018). Obtenido de <https://www.opinionysalud.com/innovacion-medica-colombia-julio-martinez-biotecnologia/>

Organización Panamericana de la Salud. (1999). Organización Panamericana de la Salud. (C. C. Council, Ed.) Recuperado el 19 de Marzo de 2013, de Organización Panamericana de la Salud: <http://www.paho.org/spanish/HEP/HES/WtrDsnfS.pdf>

Organización Panamericana de la Salud. (2005). Guía para el mejoramiento de la calidad del agua a nivel casero. Lima: OPS .

OECD. (2009). The Bioeconomy to 2030. Designing a Policy Agenda. Main Findings and Policy Conclusions. En OECD, The Bioeconomy to 2030. Designing a Policy Agenda. Main Findings and Policy Conclusions. (pág. Pag.13.).

OECD Observer. (04 de 2018). Recuperado el 04 de 2018, de [http://oecdobserver.org/news/printpage.php/aid/3233/The\\_bioeconomy\\_to\\_2030:\\_Designing\\_a\\_policy\\_agenda.html](http://oecdobserver.org/news/printpage.php/aid/3233/The_bioeconomy_to_2030:_Designing_a_policy_agenda.html)

PNUD. (2017). Obtenido de [http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/operations/projects/environment\\_and\\_energy/produccion-de-colorantes-nagoya.html](http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/operations/projects/environment_and_energy/produccion-de-colorantes-nagoya.html)

Procolombia. (2016). Procolombia. Obtenido de <http://tlc-eeuu.procolombia.co/oportunidades-por-sector/manufacturas-e-insumos/cosmeticos-y-productos-de-aseo-personal>

Ramírez Campos, M. A. (2015). Revisión del uso de los medicamentos biosimilares Vs biológicos: implicaciones para la salud en Colombia. Repositorio Universidad del Rosario.

Rodríguez, M. y. (2018). Bioeconomía en América Latina y el Caribe. Contexto Global y regional y perspectivas. En M. y. Rodríguez. CEPAL, Serie Desarrollo Productivo. 2018. .

Red Cluster Colombia. (2018). Obtenido de <http://redclustercolombia.com>

Revista Dinero. (28 de Septiembre de 2017). El negocio de cosméticos y aseo colombiano se raja en exportaciones. Revista Dinero. Recuperado el 09 de Marzo de 2018, de <http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/como-le-va-al-negocio-de-cosmeticos-y-aseo-en-colombia/250404>





SAFE PLUS. (s.f.). Recuperado el 04 de 2018, de <http://www.safeplus.com.co/>

Sanchez Michelle, C. M. (2016). Cambios del Comercio Exterior para Medicamentos Genéricos. Universidad ICESI.

SECTORIAL. (5 de 2015). Sectorial. Recuperado el 26 de 3 de 2018, de Sectorial: <https://www.sectorial.co/images/ejemplo/agroquimico.pdf>

Sectorial. (2017). Inforem Sector Cosmético.

Sekhon, B. y. (2011). Biosimilars: an overview.

Statista. (16 de Marzo de 2018). Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/673641/global-market-value-for-natural-cosmetics/>

The Center for Regulatory Effectiveness. (Junio de 2013). United States Patent and Trademark Office. Recuperado el 17 de Junio de 2013, de <http://www.thecre.com/fedlaw/legal20/pct.htm>

Universidad de Almería. (s.f.). La Ecuación de Búsqueda. Recuperado el 3 de Octubre de 2013, de La Ecuación de Búsqueda: [http://www.ual.es/Universidad/Biblioteca/turcana/Usuario/Investigacion/ecuacion\\_busq.htm](http://www.ual.es/Universidad/Biblioteca/turcana/Usuario/Investigacion/ecuacion_busq.htm)

www.dinero.com. (23 de 11 de 2017). Recuperado el 01 de 03 de 2018

www.sectorial.co. (2016). Recuperado el 02 de 03 de 2018

www.sectorial.co. (2017). Recuperado el 01 de 03 de 2018

Ministre Du Redressement Productif. (2012). Évaluation du dispositif JEI.

Ascenion. (2018). Ascenion. Obtenido de <http://www.ascenion.de/en/>

Bioökonomierat. (2018). Bioökonomierat. Obtenido de <http://biooekonomierat.de/en/bioeconomy-council/>

BioStep. (2018). BioSTEP. Obtenido de <http://www.bio-step.eu/biostep/about-biostep/>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2018). El gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe: oportunidades desde la bioeconomía.

España Circular 2030. (2018). Estrategia española de economía circular.

EU SPRI Conference. (2017). Policies for system change: the transition to the Bioeconomy.

European Commission. (2018). A Blue Biotechnology Master for a Blue Career.





European Commission. (2017). Bioeconomy development in EU regions.

European Investment Bank. (2017). Agriculture and bioeconomy.

IBioIC. (2018). IBioIC.

Interreg IVC. (2018). CLIQ.

Mazzucato, M. (2015). The Green Entrepreneurial State. Sussex: SPRU.

Asian Federation of Biotechnology (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from <http://www.afob.org/afob/afob01.html>

Agricultural Biotechnologies: Country Policy Documents. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from <http://www.fao.org/biotech/country-policy-documents/en/>

Bio economy. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from <http://www.cefic.org/Policy-Centre/Innovation/Bio-economy/>

Biodiversity Strategy - Environment - European Commission. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from [http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/strategy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/strategy/index_en.htm)

Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial / Internacionalización de la I+D+I / ERA-NET. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from [https://www.cdti.es/index.asp?MP=101&MS=831&MN=2&r=1920\\*1080](https://www.cdti.es/index.asp?MP=101&MS=831&MN=2&r=1920*1080)

EIF invests in Sofinnova partners' new industrial biotech fund. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from [http://www.eif.org/what\\_we\\_do/equity/news/2017/innovfin\\_equity\\_sofinnova.htm](http://www.eif.org/what_we_do/equity/news/2017/innovfin_equity_sofinnova.htm)

Fiscalidad y bonificaciones por actividades de I+D+i | Actuaciones de fomento de la innovación | Innovación - Investigación, Desarrollo e innovación (es). (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from <http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnnextoid=45d1a8f3785b4410VgnVCM1000001d04140aRCRD>

GMO legislation - European Commission. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from [https://ec.europa.eu/food/plant/gmo/legislation\\_en](https://ec.europa.eu/food/plant/gmo/legislation_en)

Green Infrastructure - Environment - European Commission. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from [http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/policy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/policy/index_en.htm)

InnovFin – EU Finance for innovators. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from <http://www.eib.org/products/blending/innovfin/index.htm>





ISO 13485:2016 - Medical devices -- Quality management systems -- Requirements for regulatory purposes. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from <https://www.iso.org/standard/59752.html>

Joint Programming ERA-NET | Health - Research and Innovation - European Commission. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from <https://ec.europa.eu/research/health/index.cfm?pg=policy&policynome=eranel>

Koreabio. (n.d.-a). Retrieved March 16, 2018, from [https://www.koreabio.org/eng/eng\\_sub.do?pageNo=06](https://www.koreabio.org/eng/eng_sub.do?pageNo=06)

Koreabio. (n.d.-b). Retrieved March 16, 2018, from [https://www.koreabio.org/eng/eng\\_sub.do?pageNo=03](https://www.koreabio.org/eng/eng_sub.do?pageNo=03)

Marina Melgarejo Jimena Sánchez Carmen Reyes Federico Newmark Marisol Santos-Acevedo, L. (n.d.). PLAN NACIONAL EN BIOPROSPECCIÓN CONTINENTAL Y MARINA (PROPUESTA TÉCNICA). Retrieved from <http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/3013Plan.pdf>

NASA - Biological Experiment Laboratory. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/68.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/68.html)

NASA - Experiments by Hardware. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/experiments\\_hardware.html#Biology\\_and\\_Biotechnology](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/experiments_hardware.html#Biology_and_Biotechnology)

Normativa comunitaria - Legislación - Biodiversidad - mapama.es. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from [http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/legislacion/legislacion\\_areas\\_normativa\\_comunitaria.aspx](http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/legislacion/legislacion_areas_normativa_comunitaria.aspx)

Organisation for Economic Co-operation and Development., & OECD International Futures Programme. (2009). The bioeconomy to 2030 : designing a policy agenda. Organization for Economic Co-operation and Development.

Patent Expert Issues: Biotechnology. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from <http://www.wipo.int/patents/en/topics/biotechnology.html>

Scientific data. (n.d.). Retrieved from <https://www.nature.com/sdata/policies/repositories>

Tax Incentive Program | Massachusetts Life Sciences Center. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from <http://www.masslifesciences.com/programs/tax/>

The Bioeconomy to 2030. (2009). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264056886-en>





The 10 Hottest Bioincubators in Europe. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from <https://labiotech.eu/the-10-hottest-bioincubators-in-europe/>

User Guide to European Regulation in Biotechnology - European Commission. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from [http://ec.europa.eu/growth/content/user-guide-european-regulation-biotechnology-0\\_es](http://ec.europa.eu/growth/content/user-guide-european-regulation-biotechnology-0_es)

Welcome to VectorBase! | VectorBase. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from <https://www.vectorbase.org/>

ZFIN The Zebrafish Information Network. (n.d.). Retrieved March 16, 2018, from <http://zfin.org/>

Paulo, S. (n.d.). Brazilian Representation. Retrieved from [http://ethicalbiotrade.org/dl/member-reports/Benefit\\_Sharing\\_in\\_practice\\_Natura\\_Cosmetics.pdf](http://ethicalbiotrade.org/dl/member-reports/Benefit_Sharing_in_practice_Natura_Cosmetics.pdf)

