

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

# Debates sobre *i*nnovación

DICIEMBRE  
2019

VOLUMEN 3  
NÚMERO 2

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica  
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
Unidad Xochimilco



MEGI  
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN  
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,  
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

## **Mapeo y caracterización de la biotecnología en Medellín- Antioquia y Bogotá - Cundinamarca**

Claudia Marcela Betancur Giraldo  
Corporación BIOINTROPIC, directora ejecutiva, Colombia  
director@biointropic.com

Katia Cecilia Méndez Naranjo  
Corporación BIOINTROPIC, coordinadora Inteligencia estratégica, Colombia  
kmendez@biointropic.com

María Cristina Aristizábal Otalvaro  
Corporación BIOINTROPIC, profesional desarrollo de negocios, Colombia  
maristizabal@biointropic.com

René Yepes Callejas  
Fundación ECSIM, director de innovación, Colombia  
eyepes@gmail.com

### **Resumen**

Se presentan los resultados del mapeo y caracterización de la biotecnología en las ciudades de Medellín y Bogotá, las dos primeras comunidades científicas de Colombia, con aplicaciones en los sectores agrícola, salud, farmacéutico, alimentos y cosméticos. Se identificaron las biotecnologías desarrolladas por los principales grupos y centros de investigación, así como por empresas desarrolladoras y usuarias, para entender la situación, aplicaciones más frecuentes, nivel de madurez de las tecnologías, tiempos de salida al mercado y requerimientos de financiación; como información clave que permita diseñar estrategias, programas a la medida y retroalimentar a los hacedores de política, inversionistas y entidades de fomento a la innovación y desarrollo empresarial, permitiendo así el desarrollo de la bioeconomía nacional.

En el marco del estudio realizado se definen empresas usuarias y desarrolladoras de biotecnología. Las empresas usuarias se definen como aquellas con intereses en biotecnología para emplearla en sus procesos y productos o es una línea de negocio secundaria. Las empresas desarrolladoras son aquellas 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 Startup y las Spin-off en biotecnología.

Para el mapeo, se convocaron empresas y grupos de investigación donde a través de talleres y entrevistas directas en ambas ciudades, se identificaron en Medellín 125 iniciativas, 82 de resultados de investigación y 43 de empresas usuarias y desarrolladoras. En Bogotá se

identificaron 121 iniciativas, 74 de resultados de investigación y 47 de empresas usuarias y desarrolladoras.

Este trabajo resume hallazgos del mapeo y hace un comparativo entre los resultados obtenidos en ambas ciudades.

### **Palabras clave**

Biotecnología, generadores de conocimiento, mapeo biotecnológico, bioeconomía, valle de la muerte.

## **1 Introducción**

A nivel mundial, la biotecnología ha presentado tasas de crecimiento promedio anual superiores al 10% marcando una gran diferencia frente a sectores tradicionales. Lo anterior se fundamenta en el uso de la biotecnología como una de las alternativas de apoyo a la mitigación de algunos de los principales retos globales para el desarrollo sostenible, como son el cambio climático, la calidad del agua, la seguridad alimentaria, la salud pública, la seguridad energética, la sostenibilidad medioambiental, entre otros.

Algunos de los principales sectores en los cuales tiene aplicación la biotecnología son: agropecuario, químico, salud, medio ambiente, y energético. Algunas aplicaciones en estos sectores son: desarrollo de variedades vegetales más resistentes y más productivas; tecnologías reproductivas; fuentes alternativas de proteína; probióticos, enzimas, pigmentos y bio-surfactantes para alimentos; vacunas, biofármacos, fitomedicamentos, terapias celulares; genética e ingeniería de tejidos, biocontroladores y biofertilizantes; producción de biocombustibles; biorremediación; bioinformática; conservación de la biodiversidad, entre otras.

La biotecnología tiene un estimado de ventas globales al cierre del 2017 de \$399,4 miles de millones de dólares y se estimó un crecimiento anual promedio del 9.9% entre 2018 y 2024 (Global Market Insights, 2019). Actualmente está liderado por los países desarrollados en donde el número de empresas del sector supera las 15.000, reafirmando la relación entre el uso de la biotecnología y el desarrollo económico y social de las naciones. Según la información suministrada por la OECD (Biotechnology Statistics, 2015), Estados Unidos tiene un número importante de empresas de biotecnología (11.367), seguido por España (2831), Francia (1.950), Corea (939), Alemania (709) y Reino Unido (614). México tiene 406 empresas de biotecnología, siendo el país de América Latina con mayor cantidad de empresas de biotecnología en la región. Este alto número de empresas y las elevadas tasas de ingresos del sector, refuerzan el papel de la biotecnología en el avance económico de los países con las mayores apuestas de inversión en recursos humanos, físicos y presupuestales.

A nivel mundial se han venido generando nuevos planteamientos alrededor de los países miembros de la OECD para sustituir la dependencia de recursos no renovables, con lo cual la bioeconomía ha cobrado relevancia. Según “The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda” (2009), la

OECD estima que, en 2030, la biotecnología podría contribuir: 35% de los productos químicos e industriales, 80% de los fármacos y de los sistemas de diagnóstico, 50% de la producción agraria, así como 2,7% del PIB de los países miembros. A partir de esto, se han generado nuevas dinámicas de innovación alrededor de bioregiones, bioclusters, biopolos, estimulados con bioincubadoras y aceleradoras como motores de desarrollo de nuevas actividades, empresas y negocios Biotecnológicos (OECD, 2009).

Colombia en general y en particular Bogotá – Cundinamarca y Medellín - Antioquia tienen las condiciones y el potencial para hacer de la biotecnología un eje central de progreso social y desarrollo económico, sin embargo, aún existen cuellos de botella que limitan la materialización de innovaciones derivadas de desarrollos de I+D en la transición entre las pruebas a escala experimental y las fases finales de escalamiento, desarrollo de prueba y comercialización, conocida como el “valle de la muerte” (Markham, 2002; Auerswald & Branscomb, 2003; Markham et al., 2010). La literatura reporta diferentes explicaciones a este fenómeno, incluyendo la necesidad de generar plataformas tecnológicas adecuadas para la producción y avanzar en el desarrollo de pruebas de concepto, para acercar las innovaciones al mercado (Tassey, 2014, p. 28), lo cual puede ser bajo el rol de intermediarios de innovación, que según Islam (2017) constituye un eslabón clave para coordinar las acciones de superación de esta brecha en iniciativas de tecnologías emergentes. Beard et al. (2009) relacionan el valle de la muerte con la aplicación de inversiones desbalanceadas a lo largo del ciclo de vida de los proyectos de I+D.

En el caso específico de la biotecnología, Schoonmaker, Carayannis & Rau (2013) estiman que en la industria biotecnológica norteamericana aplicada a métodos terapéuticos, entre 1 y 2 de cada 10 mil desarrollos llega a fases de comercialización de producto. Para superar esta brecha e incrementar la tasa de innovaciones que lleguen a etapas finales y obtener los beneficios de los negocios bio, se hace necesario reconocer los proyectos biotecnológicos existentes, su estado de madurez y potencial, para establecer estrategias y mecanismos que ayuden a acelerar su desarrollo.

En este artículo se presentan resultados del mapeo de iniciativas en biotecnología en Medellín y Bogotá, para identificar sectores y aplicaciones claves de nuevos negocios que puedan ser acompañados para la conformación de una bioeconomía regional, así como contribuir a las estrategias de especialización inteligente de ambas ciudades. Este mapeo fue producto de estudios de consultoría de la Corporación BIOINTROPIC (Centro de innovación y productividad en biotecnología que opera en Colombia), uno de estos trabajos fue patrocinado por Ruta N Medellín; y el otro por Cámara de Comercio de Bogotá, Alcaldía de Bogotá y Colciencias.

## **2 Metodología**

El estudio desarrolló actividades de campo, recolectando datos de las personas y las organizaciones entrevistadas (universidades, centros de investigación o desarrollo tecnológico y empresas). Se aplicaron entrevistas semi-estructuradas para comprender la orientación y contexto de los

proyectos, lo que se complementó con preguntas cerradas, orientadas a identificar la madurez de las iniciativas biotecnológicas desarrolladas utilizando la escala TRL<sup>1</sup>, así como la madurez en la concepción y desarrollo de los planes de negocio biotecnológicos, para lo cual se estableció una escala tipo Lickert, orientada a estimar niveles de desarrollo de los negocios. El mapeo fue complementado con talleres de validación y mesas de trabajo en los que participaron actores clave involucrados en el proceso.

La orientación de este trabajo fue de tipo descriptivo, ya que identifica elementos importantes en el proceso del análisis del mapeo de los actores claves identificados.

Para la identificación de instituciones generadoras de conocimiento, se realizó una revisión de grupos y centros de investigación de acuerdo a la: “Convocatoria Nacional para el Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y para el Reconocimiento de Investigadores del SNCTeI, 2015” cuyo foco de trabajo está relacionado con áreas de ciencias de la vida y biotecnología.

Con esta información se procedió a contactar a los directores de las dependencias encargadas de los procesos de I+D+i, así como los encargados de transferencia tecnológica dependiendo el caso, y se solicitó compartir información sobre las tecnologías o proyectos que estuvieran en TRL 4 en adelante, es decir que superaron validaciones y pruebas a nivel laboratorio tomando como referencia la clasificación del TRL, puesto que para objeto del análisis se requerían desarrollos que hubieran superado fases exploratorias.

También se hizo una revisión de las empresas en bases de datos de las cámaras de comercio y las integrantes de clúster teniendo en cuenta su clasificación por tamaño, y diferenciando en algunos análisis propios entre empresas que desarrollan biotecnología (oferentes de soluciones bio-basadas), y empresas usuarias de biotecnología (demandantes de dichas soluciones). Se consideraron aspectos como requerimientos de financiación y los servicios de apoyo a la I+D+i en biotecnología que podrían ser de su interés.

Así mismo se diseñó un instrumento de caracterización para recopilar la información de las oportunidades identificadas, considerando los siguientes aspectos de interés:

- Nombre y descripción general de la iniciativa
- Tipo de biosolución: tecnología/producto o servicio
- Nivel actual de desarrollo: mínimo que se encuentren en nivel de alistamiento TRL 4, (proceso de I+D y validaciones a nivel laboratorio).
- Requerimientos de inversión para alistamiento técnico y de mercado
- Avances en la definición y validación de modelo de negocio (acercamientos y validaciones con adoptantes tempranos)
- Estado de Propiedad Intelectual

---

<sup>1</sup> TRL: Technology Readiness Levels - Nivel de madurez de la tecnología

- Mecanismo de transferencia.

El análisis contempló identificar al menos 100 iniciativas por ciudad en un periodo de tiempo limitado, logrando como resultado la identificación de 246 entre las dos ciudades por actores que aceptaron contribuir con el estudio.

### **3 Desarrollo**

El estudio se enmarca en las estrategias de especialización inteligente y de las iniciativas clúster de ciudad en donde la biotecnología se presenta como una oportunidad para generar innovación y negocios de alto valor agregado, además de contribuir a las estrategias de desarrollo sostenible.

El término de especialización inteligente (Navarro, Aranguren, & Magro, 2011) se ha aplicado a nivel de competitividad e innovación del territorio y desarrollo de estrategias empresariales. En esencia, la especialización inteligente trata de poner mayor énfasis en la innovación y en concentrar los recursos humanos y financieros de I+D+i en áreas competitivas globalmente. A medida que la región va avanzando hacia estadios de desarrollo más avanzados, se evidencian iniciativas de clusterización y de diversificación basada en la extensión hacia nuevas actividades aprovechando las capacidades desarrolladas en los sectores existentes y en el desarrollo y aplicación de tecnologías basadas en I+D. Sin embargo, Jucevicius et al. (2016) hace énfasis en la superación del valle de la muerte, como una de las principales preocupaciones que deberían abordarse en los sistemas de innovación, para avanzar en las estrategias de especialización inteligente, en especial en las economías emergentes.

En el caso de la ciudad de Bogotá se enmarcó en la Estrategia de especialización inteligente liderada por la Cámara de Comercio de Bogotá y la Alcaldía Mayor de Bogotá y las iniciativas clúster relacionados con las temáticas de interés: salud, farmacéutico, lácteo, agrícola y cosmético. En el caso de la ciudad de Medellín y Antioquia se enmarcó en la Estrategia de especialización inteligente liderada por la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia y la iniciativa clúster Medellín Health City y la dinámica de Centros de desarrollo de negocios liderada por Ruta N, que para el caso de Biotecnología es operado por BIOINTROPIC.

Los sectores priorizados que hacen parte de la Estrategia de Especialización Inteligente de Bogotá, en el marco del área Biopolo para generar nuevas dinámicas de desarrollo con aplicación de la biotecnología son Alimentos funcionales, farmacogenética, biocosmética, Servicios avanzados de Salud. Para Medellín los sectores priorizados son: agronegocios, químicos y ciencias de la vida, energías renovables y movilidad eléctrica, manufactura (ACI, 2018). Para el clúster Medellín Health city las líneas estratégicas son: Prestación de servicios de salud (medicina personalizada y nanomedicina), salud predictiva (diagnóstico y salud continuada) y productos de consumidores en salud (farmacéutica, cosmeceútica, nutrición avanzada y dispositivos médicos) (Cluster Medellín Health city, 2018).

Sin embargo, estas últimas áreas corresponden a aplicaciones puntuales, por lo que se propuso realizar el análisis bajo los siguientes sectores y sus potenciales oportunidades de aplicación:



Figura 1. oportunidades de la biotecnología de aplicación sectorial. Fuente: Análisis BIOINTROPIC 2018

Igualmente fue necesario considerar que las oportunidades biotecnológicas identificadas provienen de diferentes instituciones de acuerdo con su objetivo misional. A continuación, se presenta la clasificación empleada para la identificación de oportunidades en ambas ciudades según su institución de origen:

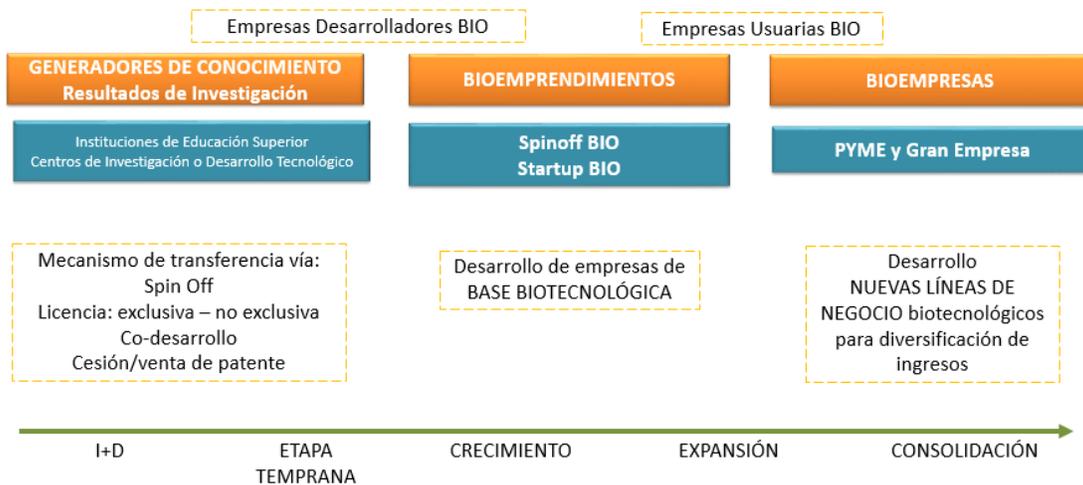


Figura 2. Actores claves en la generación y aplicación de la biotecnología. Fuente: Análisis BIOINTROPIC 2018

Considerando esta clasificación, se diseñaron instrumentos para la identificación de las oportunidades de negocios biotecnológicos de acuerdo al contexto de cada desarrollo en ambas ciudades.

Se planteó una meta de mapear aproximadamente 100 desarrollos en cada ciudad a partir de la siguiente muestra representativa:

- Instituciones con capacidades de I+D en Ciencias de la Vida o Biotecnología  
3 oportunidades por institución, 10 instituciones seleccionadas  
Total: 30 oportunidades identificadas
- Empresas de Base Tecnológica o Procesos BIO de alto valor agregado  
5 empresas por cada sector  
Total: 25 oportunidades identificadas
- Empresas con estructura comercial y financiera estable cuyo interés de crecer con Unidad Estratégica BIO  
6 empresas por cada sector  
Total: 50 oportunidades

Adicionalmente se realizaron talleres de validación y discusiones en mesas de trabajo de ambas ciudades para identificar las iniciativas provenientes de empresas y universidades en los sectores priorizados.

## **4 Resultados**

Para este análisis se hizo una revisión de las instituciones y los grupos de investigación relacionados con la biotecnología actuales en el país, para lo cual se tomó como base el documento publicado por Colciencias denominado: “Convocatoria Nacional para el Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y para el Reconocimiento de Investigadores del SNCTeI, 2015”, en los cuales hay 4.638 grupos de investigación registrados en todas las áreas del conocimiento (Colciencias, 2016).

Para la biotecnología, se identificaron los grupos de investigación a nivel nacional y a nivel departamental, para tener un estimado de la oferta actual que existe en el país en esta área del conocimiento.

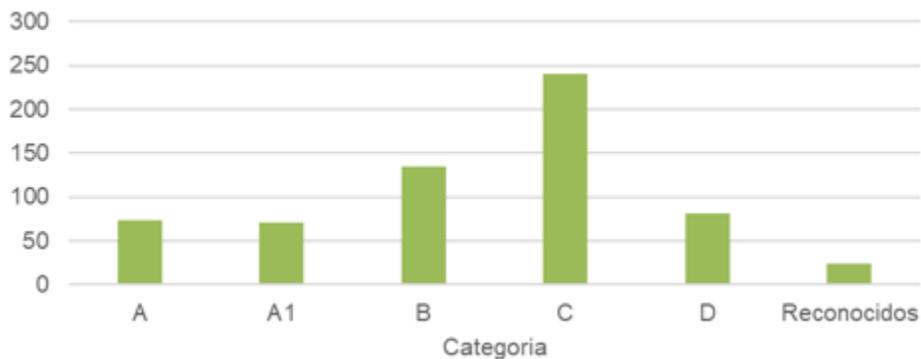
Luego de revisar la clasificación de Colciencias, se contempló agrupar una categoría como grupos de investigación bio en Colombia (es decir, aquellos relacionados con la biodiversidad, el medio ambiente, la salud y el agro, y que no necesariamente su línea principal sea la biotecnología pero que cuentan con desarrollos relacionados para la bioeconomía), se identificaron **618 grupos**, distribuidos en la clasificación que se presenta en la siguiente tabla:

*Tabla 1: Clasificación de grupos de investigación bio en Colombia*

Clasificación	Cantidad
A1	70
A	71
B	133
C	240
D	81
Reconocidos	23
Total	618

**Fuente:** Colciencias 2015

Según la tabla anterior la mayoría de grupos bio en el país están clasificados en la categoría B y C. Esto se observa con mayor claridad en la siguiente ilustración:



*Figura 3. Clasificación de grupos de investigación bio en Colombia. Fuente: Análisis Biointropic – información tomada de informe “Convocatoria Nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del SNCTel – 2015”*

Luego de realizar la organización de la información por cantidad de grupos de investigación por departamentos se obtuvieron los resultados que se presentan a continuación:



Figura 4. Clasificación de los grupos de investigación bio por Departamento. Fuente: Análisis Biointropic – información tomada de informe “Convocatoria Nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del SNCTel – 2015”

Según se observa, Bogotá representa la comunidad científica bio más relevante del país y posee la mayor cantidad de grupos de investigación, seguido por el Departamento de Antioquia, luego Valle del Cauca y Santander.

Para la identificación de las tecnologías o proyectos que puedan ser potencialmente viabilizados como oportunidades de negocios biotecnológicos para los sectores priorizados, se realizó una revisión de los grupos de investigación y las instituciones generadoras de conocimiento de Bogotá y Antioquia, cuyo foco de trabajo está relacionado con áreas de ciencias de la vida y biotecnología. Con esta información se procedió a contactar a los directores de las dependencias encargadas de los procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación de las instituciones, y se solicitó compartir información sobre las tecnologías o proyectos que estuvieran en estado desarrollo avanzado tomando como referencia la escala de clasificación del TRL[1] superior a 4, como se expresa en la siguiente figura:

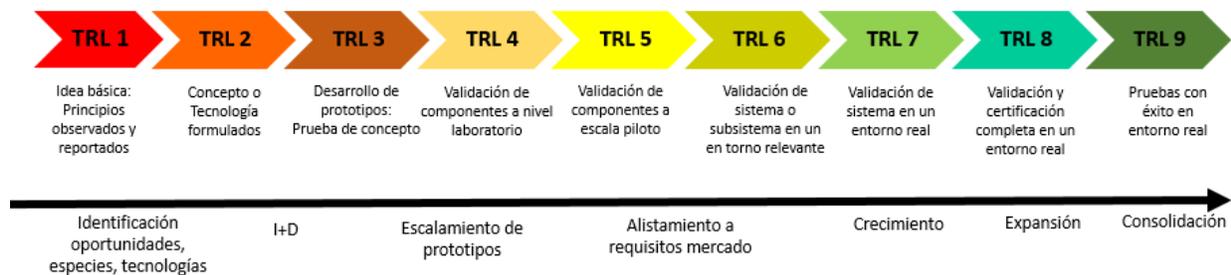


Figura 5. Escala descriptiva - niveles de clasificación TRL. Fuente: Elaboración propia tomando como base la escala de clasificación TRL: Technology Readiness Levels - Nivel de madurez de la tecnología

A continuación, se muestran los resultados de las instituciones mapeadas para cada ambas ciudades:

#### 4.1 Resultados mapeo Bogotá

Se mapearon 121 iniciativas, 74 oportunidades producto de resultados de investigación (instituciones generadoras de conocimiento) y 47 de empresas usuarias y desarrolladoras. Se resalta que 28 de las 74 oportunidades (44% de las mapeadas de las instituciones generadoras de conocimiento) se concentran en tres entidades: Universidad Nacional, Instituto Distrital de Ciencia, Biotecnología e Innovación En Salud IDCBIS - Instituto Distrital De Ciencia, Biotecnología e Innovación En Salud y Universidad de la Sabana, mostrando la importancia que tienen estas tres instituciones en el desarrollo biotecnológico del Distrito y la Región.

Se identificó un total de 47 oportunidades de innovación en biotecnología durante la indagación a empresas usuarias y desarrolladoras de biotecnología en Bogotá. Como se puede ver en la siguiente figura, 22 de dichas oportunidades son gestionadas por empresas usuarias de biotecnología, mientras las otras 25 corresponden a oportunidades de innovación en las que trabajan empresas desarrolladoras, lo cual muestra un balance aproximado.



Figura 6. Clasificación de oportunidad por tamaño de empresa. Fuente: Análisis Biointropic 2018 – 47 Oportunidades identificadas en empresas usuarias y desarrolladoras de biotecnología. Fuente: Análisis Biointropic 2018

También se identifica en la ilustración que, por tamaño de empresa, predominan las oportunidades propuestas por empresas grandes (18) y pequeñas (14), con un énfasis: 17 de las 18 oportunidades

presentadas por grandes empresas corresponden a usuarias de biotecnología, mientras que todas las oportunidades presentadas por empresas pequeñas fueron de desarrolladoras.

#### 4.1.1 Oportunidades de aplicación sectorial de la biotecnología

Como se puede ver en la figura siguiente, el sector donde predominaron las oportunidades mapeadas en Bogotá fue servicios avanzados en salud, seguido de agrícola. Sin embargo, si se considerara la cadena agroalimentaria como un sector, su peso sería comparable al de servicios en salud.

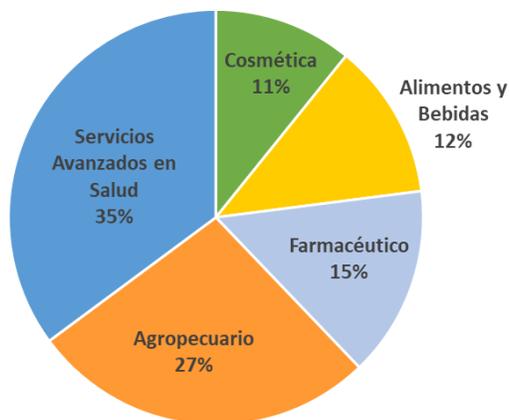


Figura 7. Clasificación por sector. Fuente: Análisis Biointropic 2018 – 25 Oportunidades identificadas en empresas desarrolladoras de biotecnología

Para cada uno de los sectores de análisis se identificaron las aplicaciones más representativas para Bogotá. A continuación, se presentan las tres principales por sector:

Tabla 2. Aplicaciones biotecnológicas representativas en Bogotá

Agrícola	Alimentos y bebidas	Cosméticos	Farmacéutico	Servicios avanzados en salud
Bioinsumos	Ingredientes bioactivos.	Ingredientes bioactivos	Ingredientes bioactivos.	Biodispositivos médicos
Pruebas diagnósticas.	Ingredientes naturales.	Ingredientes naturales	Biofarmacos.	Pruebas diagnósticas.
Tecnologías reproductivas y de propagación vegetal.	Bioprocesos	Biopolímeros	Bioprocesos.	Terapia celular.

A continuación, se presenta el análisis realizado en el software *Vantage Point* con lo mencionado anteriormente:

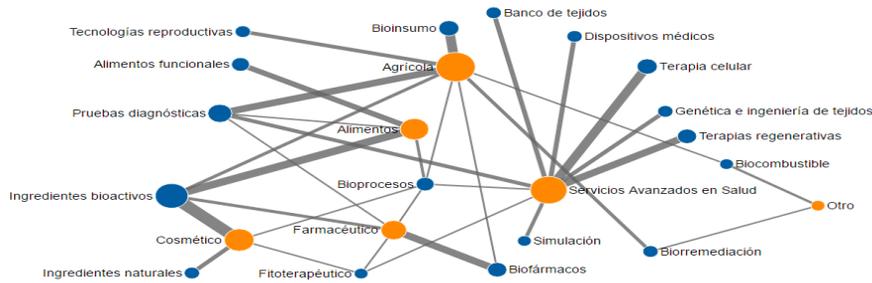


Figura 8. Análisis de oportunidades biotecnológicas. aplicaciones sectoriales. Fuente: Análisis BIOINTROPIC y programa Vantage Point programa VTEIC UPB. red Innruta de inteligencia competitiva de la ciudad de Medellín.

#### 4.1.2 Nivel de madurez de las iniciativas

Para el caso de las instituciones generadoras de conocimiento el 46% de las iniciativas tienen prototipo funcional probado a escala piloto. El 31% realizan actividades de I+D y han probado componentes a nivel de laboratorio.

En el caso de las empresas desarrolladoras, predominan oportunidades en fases avanzadas de alistamiento de la biotecnología: En la figura de abajo, 9 oportunidades se encuentran en fase de operación industrial, y otras 10 en fase de estandarización técnica, es decir que se trata de soluciones biotecnológicas que ya se están aprovechando comercialmente, o que se encuentran cerca a iniciar actividad comercial.

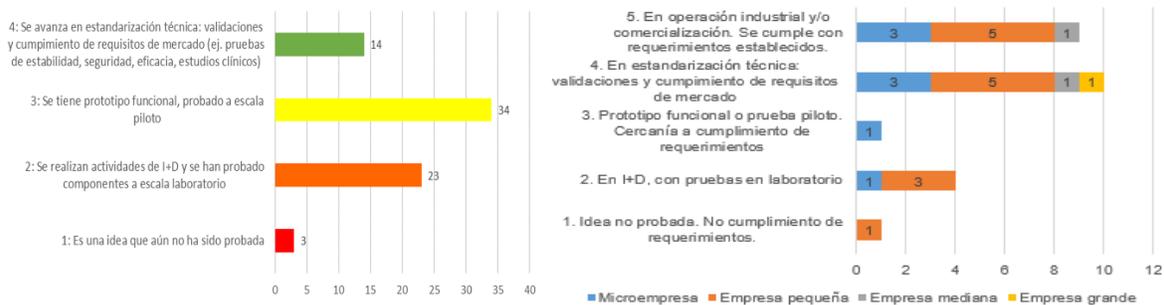


Figura 9. Nivel de alistamiento de la solución a) generadoras de conocimiento b) Empresas desarrolladoras. Fuente: Análisis Biointropic 2018 – 25 Oportunidades identificadas en empresas desarrolladoras de biotecnología

## 4.2 Resultados mapeo Medellín

Se identificaron 125 iniciativas: 82 oportunidades mapeadas producto de resultados de investigación, y 43 de empresas usuarias y desarrolladoras. Se resalta que 56 de las oportunidades (68,3% de las mapeadas) se concentran en cuatro entidades: Universidad EAFIT, Universidad CES, Universidad de Antioquia y Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín mostrando la importancia de estas instituciones en la región en temas de biotecnología.

#### 4.2.1 Oportunidades de aplicación sectorial de la biotecnología

Como se puede ver en la figura siguiente, el sector donde predominaron las oportunidades mapeadas en las entidades generadoras de conocimiento fue el sector Agropecuario, seguido de servicios avanzados en salud y alimentos y bebidas.

De las 43 iniciativas para empresas desarrolladoras y usuarios de biotecnología el sector donde más predominan las oportunidades son alimentos y bebidas, seguido de agropecuario y cosmética, como se muestra en la figura.

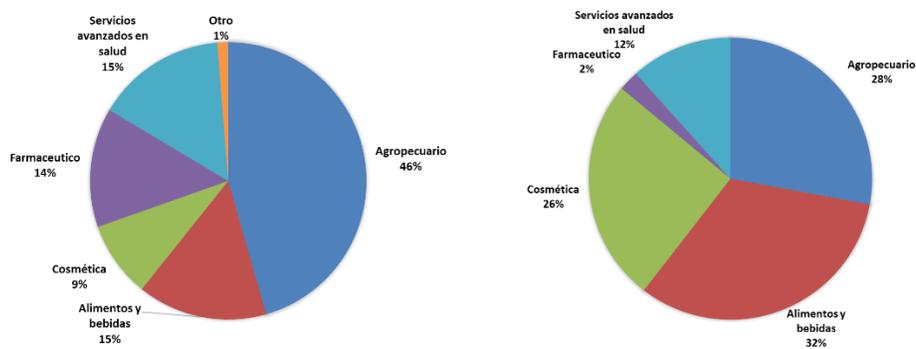


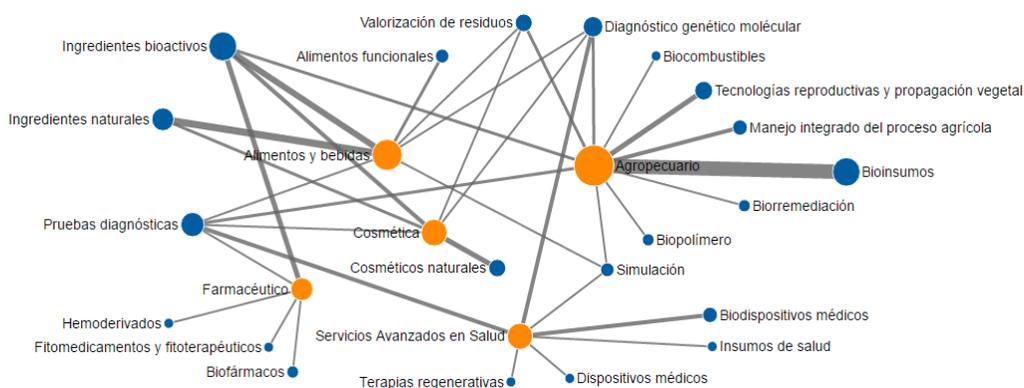
Figura 10. a) Clasificación por sector para instituciones generadoras de conocimiento. b) Clasificación por sector para empresas desarrolladoras y usuarias. Fuente: Análisis Biointropic 2018

Para cada uno de los sectores de análisis se identificaron las aplicaciones más representativas para la región. A continuación, se presentan las tres principales por sector:

Agrícola	Alimentos y bebidas	Cosméticos	Farmacéutico	Servicios avanzados en salud

Bioinsumos	Ingredientes naturales.	Cosméticos naturales.	Ingredientes bioactivos.	Pruebas diagnósticas.
Tecnologías reproductivas y propagación vegetal.	Ingredientes bioactivos.	Ingredientes bioactivos	Biofarmacos.	Biodispositivos médicos.
Manejo integrado del proceso agrícola.	Alimentos funcionales.	Ingredientes naturales.	Pruebas diagnósticas.	Diagnóstico genético molecular.

A continuación, se presenta el análisis realizado en el software *Vantage Point* con lo mencionado anteriormente:



*Figura 11. Análisis de oportunidades biotecnológicas. aplicaciones sectoriales. Fuente: Análisis BIOINTROPIC y programa Vantage Point programa VTEIC UPB. red Innruta de inteligencia competitiva de la ciudad de Medellín.*

#### 4.2.2 Nivel de madurez de las iniciativas

El 35% de las iniciativas de las instituciones generadoras de conocimiento tienen un nivel de desarrollo relacionado a I+D con componentes probados a nivel de laboratorio. El 29% tienen prototipo funcional probado a escala piloto, como se muestra en la figura 12:

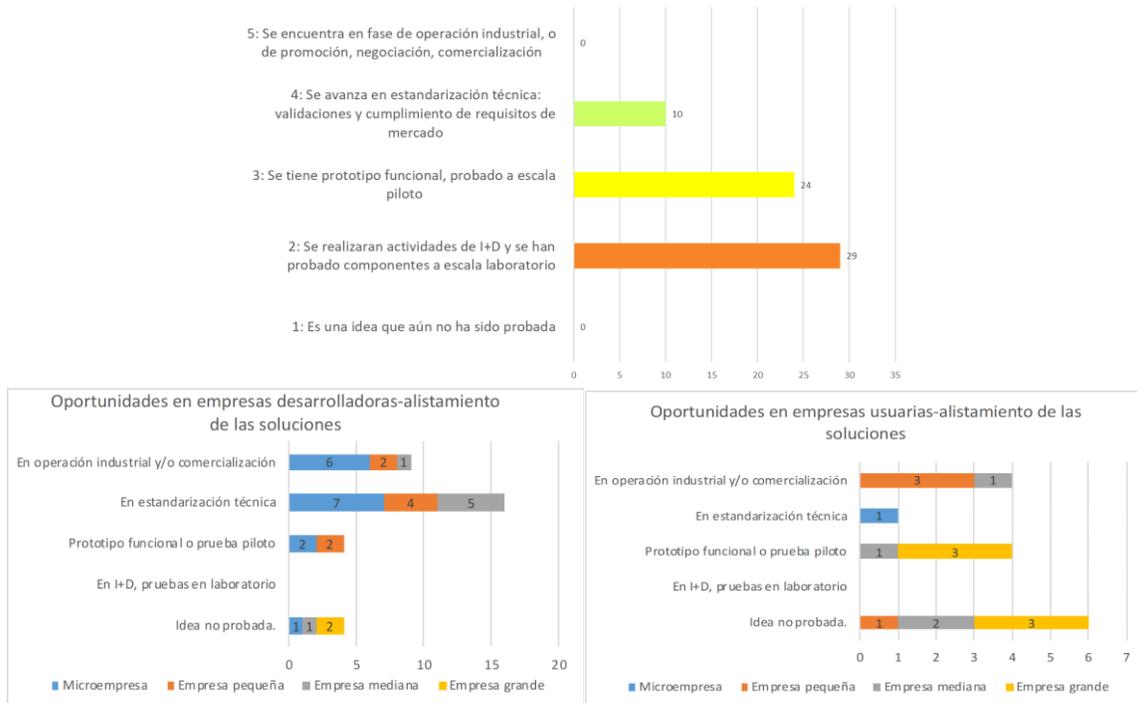


Figura 12. Nivel de alistamiento de la solución a) generadoras de conocimiento b) Empresas desarrolladoras y usuarias. Fuente: Análisis Biointropic 2018

### 4.2.3 Inversiones requeridas y tiempo de salida al Mercado

El 52% de las iniciativas en Bogotá requieren inversiones entre 1 y 500 millones de pesos y el tiempo requerido de salida al Mercado para el 67% de las iniciativas es de 1 a 3 años.

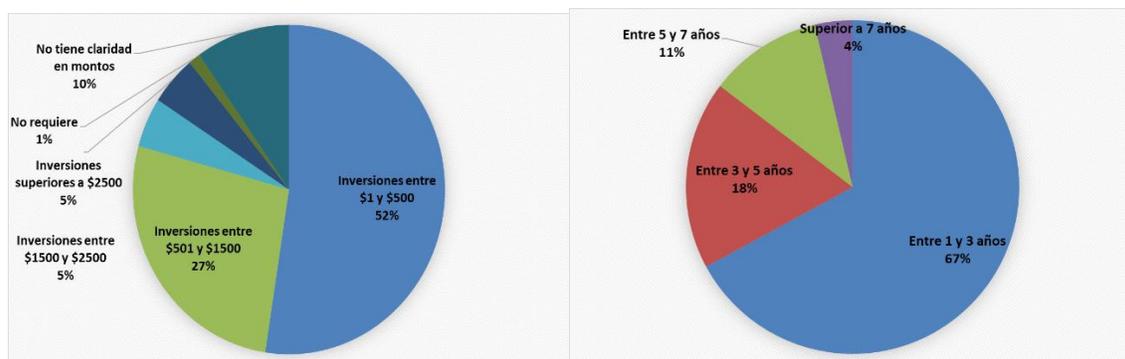


Figura 13. Inversiones requeridas y tiempo de salida al mercado. Fuente: Análisis Biointropic 2018 – 25 Oportunidades identificadas en empresas usuarias - desarrolladoras de biotecnología

Las microempresas desarrolladoras tienen sus iniciativas en un nivel de alistamiento en estandarización técnica y otras en operación industrial y/o comercialización. Para las empresas pequeñas y medianas la mayoría se encuentran en estandarización técnica y las empresas grandes aún no tienen ideas probadas.

Con respecto a las empresas usuarias, la gran empresa tiene ideas no probadas y a la vez prototipos funcionales o en prueba piloto, para las empresas pequeñas las iniciativas se encuentran en operación industrial y/o comercialización.

#### 4.2.4. Requerimientos de financiación



Figura 14. Requerimientos de financiación a) Pruebas de concepto y alistamiento para el Mercado b) Lanzamiento del negocio. Fuente: Análisis Biointropic 2018 – 25 Oportunidades identificadas en empresas usuarias - desarrolladoras de biotecnología

En las anteriores figuras se observa que tanto las microempresas, empresas pequeñas, medianas y grandes requieren montos para prueba concepto y alistamiento para el Mercado hasta 2.500 millones de pesos. Con respecto al lanzamiento del negocio todas las instituciones también requieren montos hasta 2500 millones de pesos.

#### 4.3 Inversiones requeridas para completar pruebas de concepto en Medellín y Bogotá

Para el análisis de las inversiones requeridas para completar pruebas concepto en Medellín y en Bogotá se consolidaron los resultados de las Instituciones generadoras de conocimiento, empresas desarrolladoras BIO y usuarias BIO.

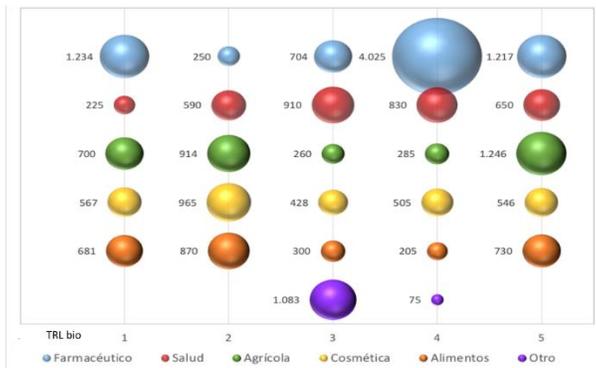


Figura 15. Inversiones requeridas para completar pruebas concepto en Medellín y Bogotá.  
Fuente: Análisis Biointropic 2018

Según se observa en la figura, el sector que requiere mayores inversiones para generar nuevos negocios en Medellín y Bogotá es el farmacéutico. Los sectores que tendrían victorias tempranas en cuanto a inversiones requeridas son cosméticos, alimentos y Agrícola.

## 5 Discusión y análisis

Para Bogotá - Cundinamarca, respecto a las 74 oportunidades mapeadas producto de resultados de investigación, la gran mayoría de las oportunidades han tenido desarrollos previos que han durado entre 3 y 5 años, lo cual podría tomarse como referencia para el establecimiento de tiempos típicos de desarrollo de biotecnologías para la región, dado que en este rango de desarrollo previo se han concentrado un 64% de las oportunidades mapeadas. El sector donde predominaron las oportunidades mapeadas fue servicios avanzados en salud, seguido de agrícola. Sin embargo, si se considerara la cadena agroalimentaria como un sector, su peso sería comparable al de servicios en salud.

En cuanto al nivel de desarrollo, predominan las oportunidades que han avanzado hasta el desarrollo de un prototipo o prueba piloto, seguido por oportunidades en fase de I+D y pruebas en laboratorio. Es de anotar que este segundo grupo es una etapa conducente a prototipos funcionales y pruebas piloto, lo que quiere decir que 47 oportunidades (73% del total) de las instituciones generadoras de conocimiento están o se encuentran encaminadas hacia el valle de la muerte, lo que indica la necesidad de tomar acciones para evitar que se estas iniciativas se queden allí.

Las 47 oportunidades de innovación en biotecnología identificadas en empresas usuarias y desarrolladoras de biotecnología en Bogotá-Cundinamarca, evidencian que 23 de dichas oportunidades son gestionadas por empresas usuarias de biotecnología, mientras las otras 24 corresponden a oportunidades de innovación en las que trabajan empresas desarrolladoras, lo cual muestra un balance aproximado. También se identifica que, por tamaño de empresa, predominan las oportunidades propuestas por empresas grandes (16) y pequeñas (14), con un énfasis: 15 de las

16 oportunidades presentadas por grandes empresas corresponden a usuarias de biotecnología, mientras que todas las oportunidades presentadas por empresas pequeñas fueron de desarrolladoras. Estos grupos de proyectos pueden constituir oportunidades de intervención para un futuro Centro de desarrollo de negocios, en tanto se considere que las necesidades de acompañamiento de empresas grandes usuarias pueden ser diferente de las pequeñas empresas desarrolladoras de biotecnología, dado que la madurez de la idea de negocio y de la tecnología constitutiva de una solución podrían ser diferentes.

Para Medellín – Antioquia, en las universidades, el 46% de las iniciativas pertenecen al sector agrícola, seguido por servicios avanzados en salud y alimentos con un 15% respectivamente. Las aplicaciones representativas giran en torno a biorremediación, alimentos funcionales, bioinsumos, biomateriales, terapias regenerativas, tecnologías reproductivas, técnicas moleculares, bioprocesos, dispositivos médicos, biofarmaco, terapia celular, genética e ingeniería de tejidos, banco de tejidos, pruebas diagnósticas e ingredientes bioactivos. El estado de desarrollo de las tecnologías en las universidades, la mayoría se encuentran en un TRL 4 (I+D y pruebas a escala laboratorio), seguido por prototipos funcionales, probado a escala laboratorio.

Con respecto a las empresas, se mapearon 43 iniciativas, donde 34 correspondían a empresas desarrolladoras y 9 a usuarias. El 37,5% de las instituciones son microempresas, el 31,25% son pequeñas empresas, 16,7% son empresas medianas y el 14,6% son empresas grandes. El 31% de las iniciativas de las empresas desarrolladoras se encuentran en estandarización técnica, seguidos por un 29% en operación industrial. El 26% de las iniciativas corresponden al sector agro, el 25% a alimentos y bebidas seguido por un 21% para cosmética. Las principales aplicaciones están relacionadas a temas de cosméticos y sabores naturales, alimentos funcionales, bioinsumos, ortopedia maxilofacial, manejo integrado de cultivos, genómica, ingredientes naturales, medicamentos hemoderivados.

En empresas desarrolladoras tienden a encontrarse oportunidades en estados superiores de madurez del negocio TRL 7 (modelos acordados, validados o en operación).

En las empresas usuarias tienden a localizar oportunidades en estados incipientes de madurez del negocio (no definidos, hipótesis inicial, o a lo sumo casos de negocio sin validar) ya que tienen la necesidad identificada pero no la claridad sobre la solución a aplicar en la empresa.

El contraste de los perfiles anteriores demuestra que la actividad del sector biotecnológico en Medellín ha sido impulsada por la oferta (desarrolladores).

Con respecto a financiación para prueba concepto y lanzamiento de nuevos negocios del mapeo en la ciudad se puede destacar que:

- Recursos requeridos para realizar prueba concepto y el alistamiento técnico de los productos para el mercado en las pymes los rangos se encuentran entre \$150 y \$600 millones.

- Las grandes empresas tienden a concentrar requerimiento financiero para prueba concepto en un rango medio-alto entre \$600 a \$1200 millones.
- En cambio, los requerimientos de capital para lanzamiento de los nuevos negocios biotecnológicos tienden a concentrarse en el rango \$300 a \$1200 millones.

Haciendo un comparativo entre Medellín y Bogotá se encuentra que para Bogotá las iniciativas generadas por instituciones generadoras de conocimiento están relacionadas con servicios avanzados en salud seguidos por Agrícola, para Medellín las iniciativas están relacionadas con Agrícola seguido por servicios avanzados en salud.

Con respecto a las empresas desarrolladoras y usuarias en la ciudad de Medellín las iniciativas están relacionadas a Agrícola seguido por alimentos y bebidas. En Bogotá están también relacionadas con Agrícola seguido por cosmética.

Para ambas ciudades el sector que requiere mayores inversiones para alistamiento al Mercado es el farmacéutico.

## **6 Conclusiones**

Varios factores dificultan la materialización de innovaciones propias de la bioeconomía: la complejidad de las tecnologías y conocimientos biológicos involucrados en los desarrollos biotecnológicos, junto con la necesidad de infraestructuras necesarias para el alistamiento y escalamiento de las soluciones, e incluso las gestiones y pruebas necesarias para cumplir condiciones normativas previas a obtener permisos de comercialización, suelen reflejarse en términos de inversiones requeridas para llevar los proyectos hasta etapas finales. Si bien en los proyectos mapeados en las dos principales ciudades de Colombia las magnitudes de inversión requeridas son módicas en relación con las cifras equivalentes en países desarrollados, de otra parte, pueden ser percibidas como montos elevados, si se comparan con los rangos de inversión que pueden implicar otros sectores en Colombia. Estos requerimientos de inversión hacen parte de la realidad de la bioeconomía colombiana, y pueden ser un factor de disuasión para inversionistas con perfiles de bajo riesgo y corto plazo. Por este motivo, hacen falta esfuerzos, no sólo para encontrar inversionistas con mayor disposición, incluyendo fondos e instrumentos internacionales especializados en este tipo de proyectos, sino también la creación de políticas públicas e instrumentos que estimulen la inversión en proyectos de innovación en bioeconomía, como condición necesaria para superar el valle de la muerte y obtener beneficios y aportes al desarrollo a partir de la aplicación de conocimiento sobre los recursos que ofrece la diversidad colombiana.

Schoonmaker et al. (2013, p. 855, 857) reconocen que muchos de los desarrollos en biotecnología son liderados por empresas pequeñas, las cuales eventualmente colaboran con grandes empresas, dado que estas últimas cuentan con recursos para avanzar de etapas tempranas hasta comercialización. Por ello la industria biotecnológica se muestra supeditada al desarrollo de alianzas y esquemas de colaboración para innovar, y así superar el valle de la muerte. En el caso de las oportunidades de innovación identificadas en este trabajo, este patrón perfectamente podría seguirse, dado que, como tendencia, se encontraron tecnologías relativamente desarrolladas del

lado de las empresas pequeñas, mientras que en las empresas más grandes predominó la identificación de ideas y oportunidades de negocio, que, si bien pueden tener potencial de mercado, no están sustentadas en ninguna prueba técnica. Esta situación muestra una fuerte oportunidad para estimular la co-innovación como estrategia para incrementar el éxito de las innovaciones bio-basadas, y permite reconocer la relevancia de generar estructuras de colaboración entre grupos de investigación, empresas pequeñas de base biotecnológica y grandes empresas con capacidad de llegar al mercado.

Colombia históricamente ha presentado una baja financiación para actividades de CT&I e ineficiencia de la inversión pública que produce bajos resultados y debilidades en el sistema empresarial. En cuanto a la inversión en actividades de CT&I las Bases del Plan Nacional de Desarrollo apuntan a alcanzar al año 2022 un monto equivalente al 1,5% del PIB nacional. Esto se propone con la esperanza que buena parte del apalancamiento provenga de la inversión privada, a partir de los estímulos fiscales diseñados para tal fin (Zerda Sarmiento, 2018).

Pese a mostrar una tendencia creciente durante los últimos años, el nivel de recursos destinados a financiar actividades CT&I para el sector biotecnológico, tanto de origen público como privado, es bajo en comparación con otros países de la región. A diferencia de la práctica internacional, en Colombia, actores como los centros de investigación y desarrollo tecnológico no reciben una financiación pública básica y estable en el tiempo para garantizar un desempeño mínimo. Así la búsqueda de financiación ha supuesto una preocupación constante, dificultando el desarrollo de proyectos de largo plazo y restando tiempo y dedicación al desarrollo de su objetivo misional. En algunos casos, como mecanismo de supervivencia, los actores han comenzado a desarrollar otras actividades para acceder a nuevas fuentes de recursos, corriendo el riesgo de desvirtuar su objeto misional.

Uno de los retos que enfrenta el país para lograr un desarrollo económico sostenible e incluyente es fortalecer y expandir su base empresarial. Son muchas las brechas que deben cerrarse en cuanto a competitividad empresarial. Una de gran importancia es el acceso a financiamiento de las empresas biotecnológicas colombianas, especialmente para las que se encuentran en etapa temprana. Entre las barreras que impiden el acceso al sistema financiero se destacan la falta de una asistencia apropiada y esquemas de financiación acordes con las necesidades y posibilidades de este segmento.

## **7 Referencias**

ACI (30 de abril de 2019). ¿Cuáles son los sectores económicos priorizados en Medellín? Recuperado de: <https://www.acimedellin.org/cuales-son-los-sectores-economicos-priorizados-en-medellin/>  
Cámara de comercio de Medellín para Antioquia (30 de abril de 2019). Clúster Medellín Health City. Recuperado

Auerswald, P., & Branscomb, L. (2003). Valleys of death and Darwinian seas: Financing the invention to innovation transition in the United States. *Journal of Technology Transfer*.

Beard, TR; Ford, GS; Koutsky, TM; Spiwak, LJ. (2009). A Valley of Death in the innovation sequence: an economic investigation. *Research Evaluation*, 18(5), 343-356. Doi: 10.3152/095820209X481057

Cámara de comercio de Medellín para Antioquia (30 de abril de 2019). Clúster Medellín Health City. de: <https://www.camaramedellin.com.co/comunidad-cluster/comunidad-cluster/cluster-medellin-health-city>

Colciencias (2016). Convocatoria Nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2015. Bogotá, junio de 2015.

OECD (2009). *The bioeconomy to 2030: Designing a policy Agenda*. 323p.

OECD (2015). Key biotechnology indicators. Recuperado de: <https://www.oecd.org/innovation/inno/keybiotechnologyindicators.htm>

Islam, N. (2017). Crossing the Valley of Death-An Integrated Framework and a Value Chain for Emerging Technologies. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 61 (3), pp. 389-399.

Jucevicius, G., Juceviciene, R., Gaidelys, V. & Kalman, A. (2016). The Emerging Innovation Ecosystems and "Valley of Death": Towards the Combination of Entrepreneurial and Institutional Approaches. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 27 (4), pp. 430-438. Doi: 10.5755/j01.ee.27.4.14403

Markham, SK. (2002). Moving technologies from lab to market. *Research-Technology Management*, 45(6), 31-42. Doi: 10.1080/08956308.2002.11671531

Markham, SK; Ward, SJ; Aiman-Smith, L; Kingon, AI. (2010). The Valley of Death as Context for Role Theory in Product Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 27(3), 402-417. Doi: 10.1111/j.1540-5885.2010.00724.x

Shoonmaker, M., Carayannis, E. & Rau, P. (2013). The role of marketing activities in the fuzzy front end of innovation: a study of the biotech industry. *Journal of Technology Transfer*, 38, pp. 850-872.

Tassey, G. (2014). Competing in Advanced Manufacturing: The Need for Improvement Growth Models and Policies. *Journal of Economic Perspectives*, 28 (1), pp. 27-48.

Navarro Arancegui, M., Aranguren Querejeta, M. J., & Magro Montero, E. (2011). Estrategias de especialización inteligente: el caso del País Vasco. *Orchestra Working Paper Series in Territorial Competitiveness Number 2011-R06 (CAS)*. Retrieved from file:///C:/Users/DAVID/Downloads/Estrategias\_de\_especializacion\_inteligente\_el\_caso.pdf

Zerda Sarmiento, A. (2018). *La opción por la institucionalidad en el pacto CTI del Plan Nacional de Desarrollo*. Retrieved from <http://www.cid.unal.edu.co/wp-content/uploads/2019/02/ALVARO-ZERDA.pdf>