




SOCIEDAD
& ECONOMÍA

N° 49

Mayo - ago 2023

Créditos fotografía: <https://bit.ly/3Pi8ySE>

Factores de éxito para el desarrollo de la bioeconomía en el Valle del Cauca

Success Factors for the Development of the Bioeconomy in Valle del Cauca

Christian Johannes Bruszies¹

Universidad Nacional de Colombia y Universidad Externado de Colombia, Bogotá, Colombia

✉ chjbruszies@unal.edu.co; christian.bruszies@uexternado.edu.co

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-8409-2736>

Recibido: 21-11-2022

Aceptado: 26-04-2023

Publicado: 31-08-2023

.....
1 Magíster en Ingeniería Industrial.

Resumen

El objetivo del artículo es establecer los componentes de éxito que podrían conducir al desarrollo de la bioeconomía en Colombia mediante el establecimiento de clústeres de biotecnología. El análisis parte del potencial de desarrollo reconocido por la Misión Internacional de Sabios del Gobierno de Colombia basado en un modelo conceptual de factores de éxito. Además, el estudio integra tres enfoques de análisis complementarios ampliando la perspectiva del objeto de estudio: 1) análisis espacial enfocado en las políticas públicas, contexto social macroeconómico y características del territorio; 2) análisis estructural, componentes clave del sector biotecnológico; 3) análisis funcional, los requisitos necesarios para la innovación. Estas herramientas permiten el análisis de la iniciativa del clúster Sistema Regional de Innovación de la Biotecnología (SRIB) en el Valle del Cauca, Colombia. Finalmente, se propone una hoja de ruta que podría usarse para crear una estrategia de clúster exitosa en el desarrollo de la bioeconomía departamental.

Palabras clave: clúster de innovación; clúster de biotecnología; bioeconomía; iniciativas de clúster; factores de éxito.

Clasificación JEL: R58.

Abstract

The article aims to identify the success components that could lead to the development of bioeconomy in Colombia through the establishment of biotechnology clusters. The analysis is based on a conceptual model of success factors recognized by the International Mission of Wise Men of the Government of Colombia. The study integrates three complementary analysis approaches that broaden the perspective of the object of study: 1) spatial analysis focused on public policies, macroeconomic social context, and characteristics of the territory; 2) structural analysis, key components of the biotechnology sector; 3) functional analysis, necessary requirements for innovation. These tools allow the analysis of the Regional Biotechnology Innovation System (SRIB) cluster initiative in Valle del Cauca, Colombia. Finally, a roadmap is proposed that could be used to create a successful cluster strategy for the development of departmental bioeconomy.

Keywords: innovation cluster; biotechnology cluster; bioeconomy; cluster initiatives; success factors.

JEL Classification: R58.

Financiación

El presente artículo recoge algunos de los principales rasgos de la tesis de doctorado “Factores de éxito para el desarrollo de clústeres en el sector biotecnológico en Colombia que contribuyan a mejorar el desempeño en innovación de las Pymes del sector”, finalizada en abril de 2021. Este trabajo es resultado de la candidatura al Doctorado en Ingeniería - Industria y Organizaciones.

Conflicto de interés

El autor declara no tener ningún conflicto de interés en la publicación de este artículo.



Este trabajo está bajo la licencia **Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional**

¿Cómo citar este artículo?

Bruszies, C. J. (2023). Factores de éxito para el desarrollo de la bioeconomía en el Valle del Cauca. *Sociedad y economía*, (49), e10812609. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i49.12609>

1. Introducción

Las relaciones que existen entre las empresas y las instituciones que surgen en el interior de los sistemas productivos o de mercado, llevan a la aparición de encadenamientos verticales o a formas cada vez más complejas de organización. Por ejemplo, los sistemas regionales de innovación o los modelos de clúster (Asheim *et al.*, 2006; Cooke, 2001), interés de académicos, empresarios y creadores de políticas económicas en los últimos años. Este creciente interés responde al deseo de las regiones de fomentar estrategias de innovación y competitividad en las que converjan intereses y capacidades de diferentes agentes de los sectores empresariales, las universidades y el Estado (Lundequist y Power, 2002). Por ello, mediante el desarrollo y consolidación de competencias esenciales, el intercambio y la transferencia de recursos entre estos actores y las regiones, se podrían adquirir ventajas competitivas. Entre las competencias esenciales para lograrlo se encuentran la incorporación de la innovación en los procesos de las empresas y su gestión óptima (Porter, 1998).

Desde allí, construir espacios para la innovación resulta ser un elemento muy importante para la economía regional. Estos espacios fomentan la innovación, el avance de mercados locales y su capacidad para competir con otras regiones. Justamente, Larsson y Malmberg (1999) sugieren una organización de las industrias del planeta en distritos, divisiones tecnológicas o islas de innovación articuladas alrededor de áreas particulares del conocimiento. Esta organización o concentración geográfica responde habitualmente al desarrollo propio de las empresas y al alcance del progreso innovador, en especial en empresas vinculadas al campo de la producción de alta tecnología (Baptista, 1996).

Silicon Valley, solo por mencionar un caso particularmente exitoso, ha llamado la atención de los investigadores interesados en clústeres de innovación. Dicha región ha sido descrita y comentada ampliamente durante las últimas tres décadas. Mientras que la academia se ha concentrado en analizar los procesos de desarrollo interno de clústeres que ya están con-

solidados y en operación, los legisladores y creadores de políticas públicas han estudiado y evaluado el concepto de clúster con el fin de facilitar la creación de nuevos en el futuro. Sin embargo, a pesar de las buenas intenciones, el fenómeno no ha podido entenderse en su totalidad, lo que ha llevado a varios intentos fallidos de consolidación de clústeres.

Los dos enfoques mencionados anteriormente implican una distinción que debe hacerse explícita. No es lo mismo un clúster que una iniciativa de clúster, pues el concepto de clúster describe un fenómeno económico real de concentración de actividades económicas, mientras que las iniciativas se concentran en proponer formas de crear, mantener o mejorar una aglomeración económica. Este tipo de iniciativas puede ayudar a que los clústeres emergentes logren unos niveles de desempeño más altos; por ejemplo, al fortalecer los vínculos entre empresas y promover la acción colectiva. Además, tales iniciativas permiten conectar la esfera de las políticas públicas con aglomeraciones empresariales reales (European Commission, 2016). Se resalta la existencia de evidencia significativa donde las iniciativas de fomento empresarial tienen mayores probabilidades de generar un alto impacto económico si están enfocadas en un modelo de aglomeración de distrito industrial o clúster (Ketels y Protsiv, 2016).

Las propuestas de clúster orientadas a la mejora del desempeño de un clúster emergente son más reconocidas, como la importancia de incentivar procesos de transformación de industrias por medio de las asociaciones intersectoriales. Estos pueden ampliar el impacto de las propuestas de clúster en el desarrollo y estimular la creación de nuevas alternativas de crecimiento para las áreas geográficas en implementación.

En la Misión Internacional de Sabios (2019) se reconoció que:

Colombia tiene la oportunidad de convertirse en líder tecnológico internacional en ciertas áreas de biotecnología, industrias creativas e industria 4.0, al aprovechar sus dotaciones de suelo, agua y recursos hidro-

biológicos, biodiversidad, radiación solar y localización; su diversidad cultural; las capacidades de sus principales universidades y egresados; los conocimientos ancestrales y los vínculos con la diáspora de talentos vinculados a entidades investigativas de primer nivel (p. 15).

El enorme potencial que Colombia tiene, por su ubicación y sus recursos naturales y humanos, pone al país en una posición privilegiada en el área de la biotecnología. Ciertamente, un avance significativo en este campo implicaría una mejora sustancial en la competitividad del país en actividades económicas como: agropecuaria, alimentos, tratamientos médicos, farmacia, cosmética, cuidado del medioambiente y producción de energía (DNP, 2011). Colombia cuenta con cinco puntos de desarrollo en biotecnología: Bogotá-Cundinamarca; Bucaramanga-Santander; Caldas, Risaralda y Quindío; Cali-Valle del Cauca; y Medellín-Antioquia (Innpulsa, 2013). Además, se han propuesto varias alternativas de mejora para promover la biotecnología en las empresas del país por medio de la implementación del CONPES 3697 de 2011. Sin embargo, los resultados de dichos esfuerzos son insuficientes, puesto que el sector biotecnológico debe sobreponerse a limitaciones importantes –como falta de financiación (propia y externa), escasez de personal calificado, desconocimiento sobre el mercado y tecnologías, dificultades para encontrar socios e insuficiente flexibilidad de las regulaciones y normatividad– que dificultan la innovación (Hernández, 2008; UNESCO, 2012).

El objetivo de este trabajo es establecer los factores de éxito que podrían impulsar el desarrollo de la bioeconomía en Colombia, sobre todo los relacionados con el establecimiento de clústeres de biotecnología. Además, se ofrece un estudio del surgimiento y desarrollo de iniciativas de clústeres basadas en el aprovechamiento de las bases tecnológicas existentes de ciertas zonas geográficas. El objeto de estudio es una iniciativa de clúster de biotecnología para la región del Valle del Cauca, Colombia –el Sistema Regional de Innovación de la Biotecnología para la agricultura, la agroindustria y la bioindustria (SRIB)–. De tal modo, se pudieron analizar y caracterizar ciertos mecanismos y factores de

éxito que permitirían impulsar el surgimiento y el crecimiento de los clústeres.

La presente investigación es cualitativa, está basada en un estudio de tipo exploratorio-descriptivo (Denzin y Lincoln, 2005; Yin, 2009) y se concentra en el establecimiento de un conjunto de elementos básicos caracterizados por una serie de atributos. El análisis se basa en validar el modelo conceptual de factores de éxito (MCFE) (ver Figura 5), implicando revisar si los resultados positivos descritos en dicho modelo corresponden con los factores de éxito identificados en el caso de estudio.

La propuesta implica una profunda discusión con la literatura académica, con enfoques similares o no, con el fin de explorar las implicaciones prácticas del modelo conceptual presentado aquí. La evidencia empírica recolectada en el estudio se complementa con técnicas de análisis bibliográfico, análisis documental y entrevistas semiestructuradas a los actores relevantes para el clúster regional.

El presente documento se organiza de la siguiente manera: el capítulo 2 presenta el resultado de la revisión de la literatura relevante y los antecedentes de la investigación. El capítulo 3 describe diversos modelos de innovación, particularmente aquellos enfocados en sistemas regionales, concepto de clúster de innovación y habilidades fundamentales de las empresas dentro del clúster de innovación. El capítulo 4 presenta los marcos metodológico y conceptual del análisis, así como los mecanismos decisivos para que un clúster de alta tecnología surja. El capítulo 5 describe los rasgos principales del contexto del sector biotecnológico en Colombia y presenta el reporte del caso estudiado. El capítulo 6 muestra los resultados de análisis del caso y la aplicación de los factores de éxito hacia el desarrollo de la bioeconomía en este departamento. Por último, el problema se resume en el capítulo 7 y con una conclusión al respecto.

2. Revisión de literatura

Dado el éxito de clústeres empresariales en diversas regiones del mundo, se han dado intentos de réplica en otras áreas. Sin embargo,

estas iniciativas no suelen alcanzar el éxito deseado (Feldman y Braunerhjelm, 2006; Van Der Linde, 2005). Se ha demostrado que la manera en la que los clústeres funcionan presenta poca correlación con su formación (Bresnahan *et al.*, 2001; Feldman y Braunerhjelm, 2006), por lo que empresarios e investigadores han empezado a concentrarse en la etapa de desarrollo de dichas aglomeraciones empresariales (Feldman y Braunerhjelm, 2006). Pese a que las características para que un clúster funcione ya han sido estudiadas y son ampliamente conocidas, sus procesos de desarrollo no están del todo claros (Lorenzen, 2005).

Ahora bien, para el desarrollo de los clústeres se considera que la creación de empresas es una parte fundamental del proceso (Klepper, 2001; Feldmann *et al.*, 2005). Así como el apoyo de universidades e instituciones públicas de investigación, la disponibilidad de fondos monetarios de riesgo suelen ser elementos importantes para la generación de empresas (Klepper, 2001; Feldmann *et al.*, 2005). Sin embargo, se conoce que, como Silicon Valley, muchos de estos factores aparecieron cuando el clúster ya estaba establecido (Kenney y Von Burg, 1999).

Por otra parte, no es claro hasta qué punto un potencial clúster podría afectarse por las líneas de desarrollo previamente establecidas en una región. Aun así, algunas investigaciones revelan que nuevos clústeres se fundan en vías antiguas y posteriormente se relacionan con nuevas tecnologías, por ejemplo, el clúster de medios en Leipzig (Bathelt y Boggs, 2003). Realmente, dicho caso merece ser explorado y evaluado para guiar la discusión sobre el desarrollo de clústeres biotecnológicos en Colombia.

Investigaciones sobre clústeres emergentes suelen hacer énfasis en la creación de listas de instrumentos políticos y normativos para el fomento del desarrollo de clústeres y surgen del análisis de conglomerados maduros, existentes. Ahora bien, al ser usadas para evaluar regiones que aspiran a clústeres emergentes, sin revisar o considerar la calidad de las características del entorno geográfico, pueden surgir problemas.

Necesita considerarse el perfil de la industria de la región, los recursos sociales, las instituciones nacionales, etc., antes de aplicar un modelo general a una región. No así, una iniciativa de clúster podría malinterpretar el funcionamiento de políticas no ajustables a su caso o a críticas en espacios académicos (Martin y Sunley, 2003; Maskell, 2001). En efecto, cuando una nueva industria empieza a desarrollarse puede ser factible que muchas empresas se establezcan en numerosas regiones, pero no todos los tipos de clúster pueden surgir en todas las regiones (Romanelli y Feldman, 2006; Storper y Walker, 1989).

Las ambigüedades expuestas muestran la necesidad de integrar un enfoque de “ventana de oportunidad de ubicación” en el análisis (Scott, 1988; Storper y Walker, 1989). Justamente, no debe perderse de vista el hecho de que la consolidación de un clúster en un lugar en vez de otro puede deberse a “accidentes históricos aparentemente triviales” (Krugman, 1991, p. 35).

El primer proceso necesario para el surgimiento de un clúster es el de aglomeración (Menzel, 2008), cuyos efectos pueden ser estáticos y dinámicos. Los primeros se manifiestan como ventajas en los costos de producción y/o como especialización de la cadena de valor (Harrison *et al.*, 1996; Malmberg y Maskell, 2002). Los segundos están vinculados a procesos de aprendizaje colectivo que atraen cada vez más la atención de investigadores (Harrison *et al.*, 1996; Malmberg y Maskell, 2002).

Una región puede obtener estas ventajas y aumentar los niveles de conformación de empresas de base tecnológica, con condiciones específicas como contar con una fuerte estructura científica y con destrezas en gestión de la innovación. El estado puede darle al clúster emergente un impulso para llegar a la masa crítica necesaria. Efectivamente, Zucker *et al.* (1998) manifiestan que en EEUU las empresas del sector de biotecnología nacieron principalmente en regiones donde los científicos e investigadores de alto nivel vivían, trabajaban y publicaban conocimientos sobre nueva tecnología. Adicionalmente, Avnimelech y Teubal (2006)

recalcan, en su modelo de ciclo de clústeres, el papel fundamental de una fase de condición de fondo (*background condition phase*) para la formación de estas aglomeraciones. Algo que ocurre antes de las primeras fases de surgimiento de un clúster, en este punto se generan desarrollos tecnológicos y se enseña a estudiantes y doctorandos sobre nuevas tecnologías estudiadas en centros de investigación. Respecto a las PYMEs de tecnología, estas requieren la adquisición de habilidades de gestión, siendo vital fortalecer sus habilidades de asimilación de conocimiento, con la incorporación de iniciativas promovidas desde las universidades.

En compendio, tras la revisión sistemática, se destacan aspectos problemáticos. Los resultados de las iniciativas de clúster, tanto en países desarrollados como en vía de desarrollo, no son alentadores. En varios países han intentado construir nuevos Silicon Valley para fortalecer la tecnología, trabajo y capital regional. Pero, es claro, que se requiere más que la presencia de agentes económicos para crear un clúster de tecnología. Es necesario el conocimiento histórico, cultural y sociológico de la región en la que se establecerá, las compañías que hagan parte del clúster deberán tener fuertes lazos mutuos y una perfecta integración en su territorio.

Segundo, para cumplir sus objetivos, las iniciativas de clúster requieren mínimamente un marco teórico y de trabajo interdisciplinario. Integrando análisis de dinámicas económicas claves –como capacidades particulares de las compañías que van a aglomerarse, competitividad, desarrollo económico, implementación y transferencia de tecnología, teoría de redes– con análisis de elementos políticos –como: acción social, cooperación, relación, negociación– y socioculturales –particularmente los relacionados con cultura regional y empresarial del lugar–. Los elementos que un marco conceptual de tal tipo debe contemplar también pueden resumirse de acuerdo con el enfoque de Porter (1998): geografía, redes e instituciones.

Tercero, existen amplias investigaciones teóricas y prácticas sobre el papel de los clústeres como catalizadores del desarrollo económico para las regiones. Pero no es claro por qué las

regiones que lo han intentado han fracasado en consolidar un clúster, aun cumpliendo con los requisitos económicos y estructurales, teóricamente requeridos. Como sugiere la investigación bibliométrica llevada a cabo por Speldekamp *et al.* (2019), aunque el concepto de clúster ocupa un lugar fundamental en el estudio de variadas disciplinas, la literatura académica sobre el problema está fragmentada, a veces no es clara. De hecho, existen afirmaciones teóricas de investigadores que no corresponden con las formas en las que los clústeres promueven la innovación y repercuten en el crecimiento económico de las regiones en las que se encuentran. Speldekamp *et al.* (2019) sugieren que estas diferencias pueden deberse a una falta de atención, por parte de los investigadores, a los elementos complementarios.

Es necesario llevar a cabo más estudios sobre los clústeres emergentes para entender las condiciones que les permiten consolidarse (Feldman *et al.*, 2005). Ciertamente, la revisión sistemática de literatura académica llevada a cabo para este estudio, indica que hasta ahora no hay ningún modelo o marco general que describa los factores de éxito de los clústeres de innovación en sus fases iniciales. Por su parte, Brenner (2004) afirma, dados los pocos estudios de caso enfocados en estas fases iniciales, que no es posible determinar teóricamente los factores de éxito de los clústeres de tecnología, señalando vacíos importantes en la metodología de los investigadores que han estudiado estas aglomeraciones, siendo deseable, en futuros trabajos, dejar de prestar atención únicamente a los clústeres ya existentes y en funcionamiento.

3. Marco teórico

En esta sección, se proporciona una revisión de la literatura relevante sobre sistemas de innovación, tratando de identificar las principales áreas de investigación exploradas por estudios teóricos y empíricos previos y cuáles áreas podrían integrarse en un modelo conceptual.

3.1 Sistemas de innovación

La innovación en el crecimiento económico de las regiones y de los países ha estado en el

centro de las investigaciones académicas durante las últimas tres décadas. Los resultados se han orientado en el análisis de dos dimensiones de la innovación:

a) el papel de la articulación sistémica entre los distintos participantes de la cadena de innovación. Se presta especial atención a los fabricantes y consumidores de bienes intermedios (Lundvall, 1992), al ámbito comercial y a la comunidad académica; y

b) el establecimiento institucional de los procesos de innovación. Las distintas estrategias de asociatividad (*networking*) entre las instituciones –implementadas con el fin de generar diferentes clases de capacidades para fomentar el progreso tecnológico y la comercialización de los productos que surgen como resultado de ello– (Legendijk y Charles, 1999). Adicionalmente, dichas investigaciones recalcan la necesidad de considerar la complicada relación entre la innovación y los órdenes políticos y sociales de los entornos en donde se espera que esta tenga lugar (Scheel, 2012). El triunfo de una estrategia para impulsar la innovación depende, en gran medida, de la comprensión de dicha relación.

Edquist (2001), señala que la frontera de los esquemas de innovación puede determinarse a través de parámetros espaciales, sectoriales y/o funcionales. Donde un solo esquema de innovación puede ser el resultado de una combinación de varios de estos criterios. Además, puede establecerse por medio de motivos o determinantes que impulsan las innovaciones.

A continuación, se discuten dos importantes sistemas de innovación: los sistemas regionales de innovación y los clústeres.

3.2 Sistemas regionales de innovación (SRI)

Los SRI son esquemas de organización que surgen por la confluencia de los intereses de diferentes participantes regionales y tienen como propósito el desarrollo, uso y difusión de tecnologías e innovaciones para impulsar el desarrollo endógeno del territorio. Están

conformados por tres elementos: las redes de aliados, las redes de innovación productiva y la gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación (Aguilar *et al.*, 2006). La Figura 1 presenta el esquema de un SRI.

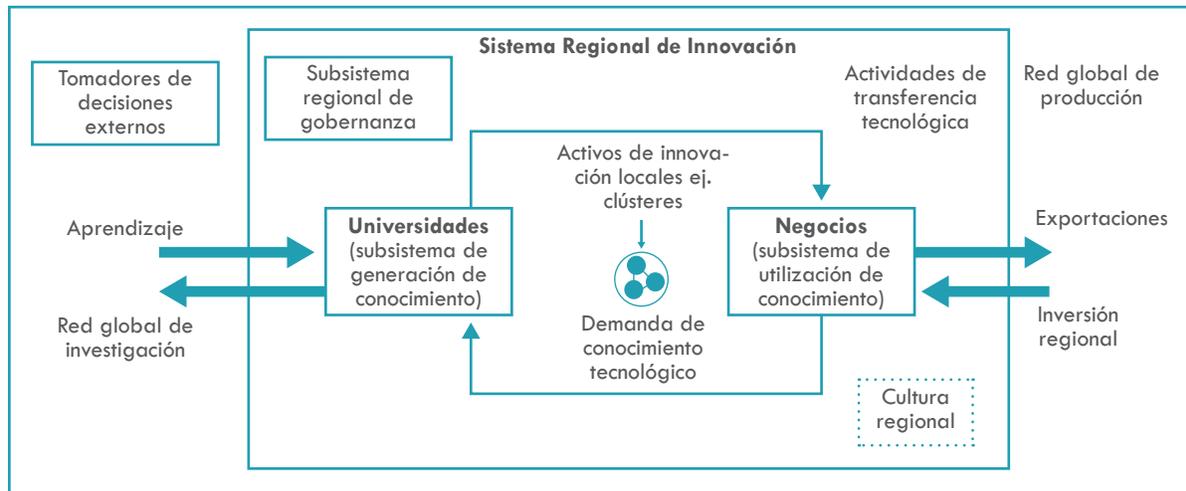
Las redes de aliados surgen a partir de la alineación de objetivos y expectativas comunes de diferentes actores en una región. Uno de sus principales objetivos es desarrollar mecanismos de gestión, tanto para el sector público como el privado, enfocados en: la mejora de los procesos de transmisión e innovación científico-tecnológica (Pinto *et al.*, 2019); la conformación de relaciones con diversos entes regionales para el desarrollo de redes profesionales; el fomento de un alto nivel de organización y cohesión en la sociedad, vinculado al capital social; y la contribución a diferentes procesos de evaluación, intercambio y acumulación conjunta de *know-how* (Martínez, 2001 como se citó en Aguilar *et al.*, 2006). De esta manera, las redes de aliados pueden fomentar relaciones más democráticas y productivas entre sus miembros.

Para el proceso de creación y consolidación de redes de innovación productiva se requieren los siguientes elementos: grupos organizados alrededor de una problemática común; instrumentos o herramientas que simplifiquen y fomenten la integración de los diferentes agentes; conciencia sobre la necesidad de desarrollar habilidades de concertación que puedan ser usadas para mediar y solucionar los problemas que puedan surgir durante el funcionamiento de la red de innovación; capacidades tecnológicas que respondan a las necesidades de la red; y un líder que promueva la conformación de la red y su vinculación con otros grupos de interés (Aguilar *et al.*, 2006).

Por su parte, los procesos de gestión en ciencia, tecnología e innovación son de gran interés para las regiones en tanto favorecen la propagación, la capacidad de adaptación y sostenibilidad a largo plazo del SRI. Dichos procesos se centran en llevar a cabo:

- (a) acciones que promuevan el desarrollo y aplicación, tanto regional como local, de la ciencia, la tecnología y la innovación; (b)

Figura 1. Sistema regional de innovación



Fuente: adaptado de Cooke y Piccaluga (2004).

acciones específicas que den solución a las necesidades y oportunidades regionales, bajo esquemas de concertación, vinculación y participación de diferentes actores; (c) acciones facilitadoras del éxito de proyectos y programas innovadores de instituciones públicas y privadas; y (d) acciones que fomenten el desarrollo de nuevos productos, servicios y procesos y permitan la expansión y continuidad del SRI (Aguilar *et al.*, 2006).

Por eso, en este contexto, los clústeres podrían entenderse como un posible resultado de los esfuerzos de los SRI para innovar en áreas económicas promisorias para el desarrollo económico del territorio. En tal medida, podrían considerarse como subsistemas de los SRI. Así las condiciones y características particulares de un SRI determinan los tipos de clústeres y de iniciativas de clúster que pueden desarrollarse en una región. Los clústeres, a su vez, generan externalidades en el medio en el que se desarrollan, lo cual implica que estos también pueden determinar ciertas características de los SRI en los que se inscriben. Pero ¿qué es un clúster?

3.3 Clúster de innovación

Como lo establece Porter (1999), un clúster es un:

(...) grupo geográficamente denso de empresas e instituciones conexas, pertenecientes a un campo concreto, unidas por rasgos comunes y complementarias entre sí. Por su dimensión geográfica, un clúster puede ser urbano, regional, nacional o incluso supranacional. Los clústeres adoptan varias formas, dependiendo de su profundidad y complejidad, pero la mayoría de ellos comprenden empresas de productos o servicios finales, proveedores de materiales, componentes, maquinaria y servicios especializados, instituciones financieras y empresas de servicios afines. En los clústeres también suelen integrarse empresas que constituyen eslabones posteriores de la cadena (es decir, canales de distribución o clientes); fabricantes de productos complementarios; proveedores de infraestructura; las instituciones públicas y privadas que facilitan formación, información, investigación y apoyo técnico especializado (universidades, grupos de reflexión, entidades de formación profesional) y los institutos de normalización. Los organismos del Estado que influyen significativamente en un clúster pueden considerarse parte de él. Por último, en muchos clústeres están incorporadas asociaciones comerciales y otros organismos colectivos de carácter privado que apoyan a los miembros del clúster (p. 267).

Craig *et al.* (2014), por su parte, definen un clúster como:

(...) una plataforma para la especialización industrial local y la cooperación mediante el ensamble de procesos de empresas e instituciones pertinentes dentro de regiones específicas, que generan efectos externos para la reducción de los costos de transacción y la promoción de la innovación tecnológica (p. 56).

Así, los clústeres de innovación serían estructuras organizacionales que fomentan la creación de conocimiento, tal como su transferencia y utilización en el mercado. Además, los actores pertenecientes a un clúster alinean sus intereses bajo una visión común y trabajan cooperativamente en redes para el desarrollo de iniciativas de innovación, que resultan en nuevas fuentes para el emprendimiento. En otras palabras, un clúster de innovación:

(...) debe ser interpretado como una colección de recursos que constituye una base potencial para los proyectos y actividades de innovación. Estos recursos pueden ser activados o movilizados por ciertas empresas innovadoras pertenecientes al clúster, típicamente a través de acuerdos de cooperación. Desde este punto de vista, un clúster de innovación dentro de una industria dada comprende subconjuntos de empresas (y organizaciones) interrelacionadas en proyectos o procesos específicos de innovación (Laperche *et al.*, 2010, p. 35).

Por otro lado, para las Naciones Unidas (ONU, 2009), los principales elementos que interactúan en un modelo de clúster de innovación son el conocimiento, el dinero y las personas. Además,

(...) sus principales actividades son la creación de conocimiento y la transferencia y utilización de tal conocimiento en el mercado. Para este propósito, todos los actores de innovación interactúan con otros e intercambian conocimiento, recursos financieros y humanos (ONU, 2009, p. 119).

Con el fin de comprender cómo actúa un clúster y cómo puede surgir la innovación en él, es necesario revisar las relaciones que surgen entre las compañías y los centros de investigación (universidades, centros de desarrollo tecnológico, etc.). Por otro lado, revisar el papel de dichos actores en el fomento de la

innovación para las empresas (renovación tecnológica, efectividad de las fases productivas, desarrollo de productos y/o servicios, gestión de la propiedad intelectual, y difusión del conocimiento obtenido). La Figura 2 muestra una estructura de los elementos de un sistema de clúster de innovación. De esta forma, es posible empezar a responder a la pregunta: ¿qué factores determinan el buen funcionamiento de los componentes de un modelo de clúster?

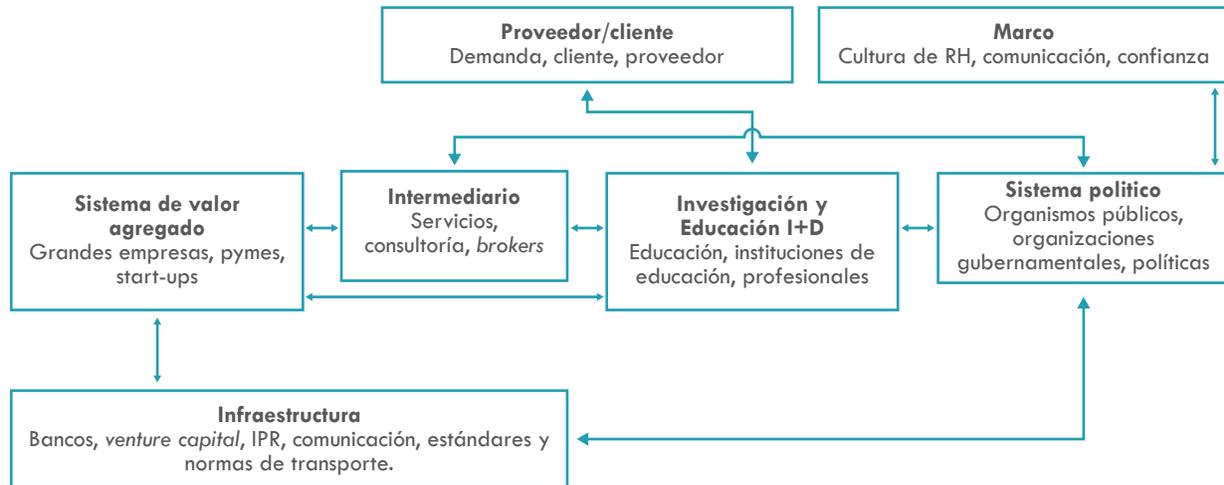
Störring (2007) señala que los siguientes componentes son vitales para que un clúster de alta tecnología surja:

- * Conocimiento básico local: está centrado en la investigación realizada por universidades y centros.
- * Capital social: está centrado en las relaciones entre aquellas empresas orientadas a promover la cooperación y las acciones que ejecutan.
- * Estructura industrial regional: cuenta con diversos sectores económicos, industrias y empresas relacionadas o incluso otros clústeres.
- * Políticas locales de apoyo a los negocios: instrumentos, medidas y leyes impulsadas desde el Estado enfocadas en mejorar la calidad de vida, fomentar la creación de empresas y nuevos negocios, así como conocimiento y ciencia. Además, acompañadas de campañas educativas relacionadas con el emprendimiento, las aglomeraciones y los clústeres.
- * Enfoque *bottom-up*: implica que las iniciativas de negocios y de posibles clústeres deben surgir desde abajo, es decir, de las empresas.

3.4 El sistema de gerencia de innovación empresarial

La competencia más intensa del mercado durante los últimos años ha generado que más empresas tengan la capacidad de gestionar sus propios procesos de innovación, desde la idea inicial hasta la estrategia de innovación que conduce al producto final. Llevando a que

Figura 2. Estructura de un sistema clúster de innovación



Fuente: tomado de Bruszies (2020), adaptado de Kuhlmann y Arnold (2001, p. 2).

las empresas encuentren nuevos métodos para la optimización de sus servicios y procesos. Sin embargo, la gestión de la innovación no es un fin en sí mismo, debe llevar al desarrollo y la organización de capacidades dentro de una empresa haciéndola más competitiva. Sin duda, el desafío para las empresas es innovar continuamente y, en tal sentido, es importante crear el entorno adecuado para que la innovación pueda surgir. Para lograr todo esto, es necesario que las empresas adquieran una serie de habilidades fundamentales (Carlsson *et al.*, 2002). La Figura 3 presenta un modelo de las capacidades fundamentales de un clúster de innovación.

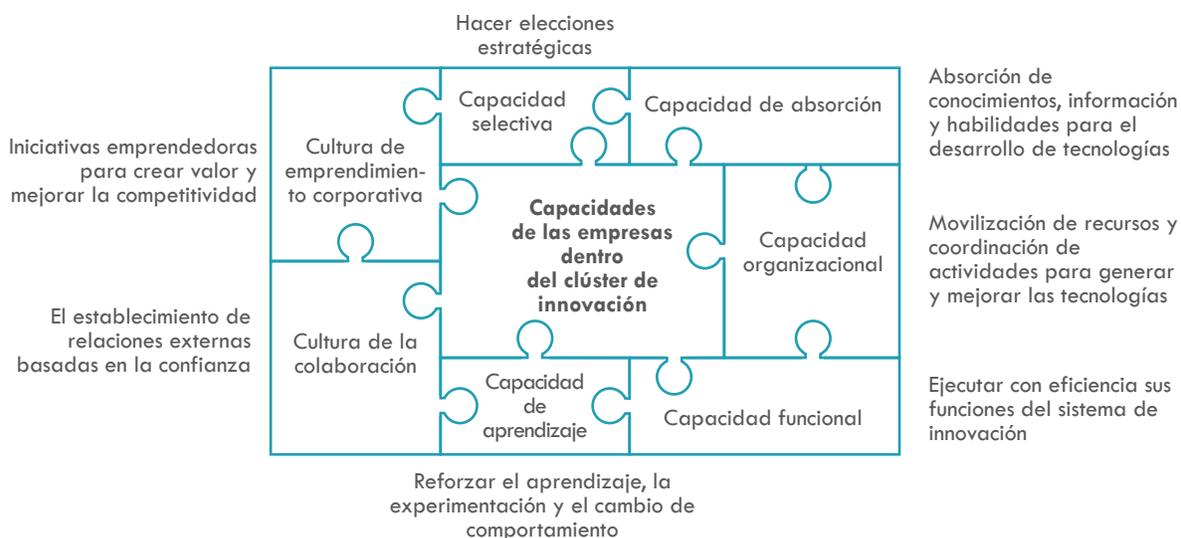
Capacidad selectiva: es la habilidad para tomar decisiones estratégicas de mercados –esto es, identificar al cliente objetivo–, de productos, de tecnologías adecuadas y de creación de modelos de negocio con componentes de innovación (Carlsson *et al.*, 2002; Kodama, 2017). Además, una buena capacidad selectiva facilita la elección y la adquisición de recursos fundamentales para la creación de competencias medulares (Carlsson *et al.*, 2002).

Capacidad de absorción: es la habilidad de vincular conocimientos de información, así como las capacidades para la creación y consolidación de tecnologías, originalmente ajenas. La

asimilación de conocimiento se da por medio de un aprendizaje interactivo que lleva a las empresas a poder identificar más fácilmente las oportunidades que se les presentan. Esto, a su vez, influye positivamente en la innovación y la conservación de ventajas competitivas de una empresa (Morales, 2020). Al mejorar su capacidad de asimilación de conocimiento, las compañías también incrementan sus probabilidades de optimizar su rendimiento organizacional (Zúñiga-Collazos *et al.*, 2020).

Capacidad organizacional (integrativa o de coordinación): orientada hacia la óptima transferencia de recursos y hacia la interacción de procesos, tareas y actividades para la creación y consolidación de tecnologías por medio de combinaciones de saberes y habilidades con las que la empresa ya cuenta. Como su nombre lo indica, depende del conocimiento adecuado de la empresa de sus áreas organizacionales. Además de esto, el gobierno corporativo y el liderazgo son elementos fundamentales para el desarrollo de dicha capacidad (Bilan *et al.*, 2020). Con esta bien desarrollada, las empresas pueden ser flexibles adaptando sus estrategias de forma rápida a las variaciones en las condiciones competitivas requeridas para la innovación. Desembocando en mayor sostenibilidad organizacional (Bilan *et al.*, 2020).

Figura 3. Las capacidades de las empresas dentro del clúster de innovación



Fuente: elaboración propia.

Capacidad funcional: determina la eficacia de las empresas para llevar a cabo diferentes tareas en el interior de un sistema de innovación. Por tal razón, es vital para la creación de conocimiento y tecnologías, para traspaso interno y externo de tecnologías y para el lanzamiento eficiente de las tecnologías orientadas al mercado (Carlsson *et al.*, 2002).

Capacidad de aprendizaje (o adaptativa): con ella las empresas aprenden de sus éxitos y fracasos, identifican las señales que envían los mercados y toman las decisiones adecuadas. Por esta razón, las empresas necesitan fomentar espacios psicológicamente adecuados que fortalezcan el aprendizaje, la realización de experimentos y ajustes en conducta y comportamiento (Stouten *et al.*, 2018).

Cultura de la colaboración (asociatividad): las empresas que pertenecen a un clúster tienen relaciones que generan entornos de colaboración y competencia. De acuerdo con Keane y Costin (2019), la rivalidad que surge entre firmas no es un factor negativo que necesariamente afecta el desempeño o la motivación para colaborar. Aun así, cuando se establecen relaciones fundamentadas en la confianza, los procesos de transferen-

cia de información se simplifican y se vuelven más eficientes. Esto puede ayudar a que las empresas colaboradoras alcancen objetivos comunes por el bien de todas las partes. Tales relaciones pueden ser informales, es decir, dos empresas pueden tener relaciones en las que predomine el respeto sin la necesidad de firmar contratos escritos.

Además de contar con las capacidades mencionadas anteriormente y de fomentar la asociatividad, resulta esencial que las firmas generen una **cultura de emprendimiento corporativa (intraemprendimiento)**. El espíritu empresarial establece el contexto para la innovación y el crecimiento, pues proporciona una visión sistémica de los recursos, los procesos y el entorno que se necesitan para involucrar a los miembros de una organización en sus desarrollos futuros.

4. Marco metodológico y conceptual

A partir de los conceptos descritos en las secciones anteriores es posible construir un modelo que permita establecer los criterios de éxito para una iniciativa de clúster.

4.1 Estructura de análisis: modelo macro

Como se expuso anteriormente, el presente modelo de análisis se sostiene en tres pilares fundamentales: el análisis espacial (basado en las condiciones de la localidad), el análisis estructural (basado en las condiciones para la aglomeración en el sector) y el análisis funcional (basado en las condiciones de asociatividad). Cabe resaltar que los tres enfoques de análisis tienen puntos de convergencia y complementariedad, lo que permite que puedan articularse en un solo modelo conceptual (Modelo Macro) (véase la Figura 4).

La estructura de análisis presentada en la Figura 4, se deriva de los aportes de la literatura sobre la organización y funciones de los sistemas de innovación, estos son condicionados e influyen en el espacio geográfico en el que se ubican. En este artículo se utiliza una nueva propuesta conceptual, incorporando un enfoque integrador y holístico compuesto para los clústeres de innovación emergentes por los siguientes tres tipos de análisis:

Análisis espacial: se deriva del carácter territorial que tienen los clústeres al ser parte de SRIs. Efectivamente, cada territorio tiene unas características particulares que pueden impulsar o no la generación y consolidación de clústeres. Los elementos de análisis del enfoque espacial comprenden las políticas públicas (relacionadas con

el desarrollo de la biotecnología y la innovación, principalmente), el contexto social, el contexto macroeconómico y las características particulares del territorio (ej. recursos naturales, conocimientos y capacidades preexistentes, infraestructura física, etc.).

Análisis estructural: centrándose en el estudio de componentes orientados a la generación de ventajas competitivas en un sistema de innovación. Esto es, los agentes, las condiciones marco, las interacciones o redes de actores, la infraestructura y las condiciones macro que orientan el comportamiento del sector (Edquist, 2001; Lipsey *et al.*, 2005; Wieczorek y Hekkert, 2012; Jenson *et al.*, 2016).

Análisis funcional: estudia los procesos necesarios para que el sistema de innovación funcione de forma óptima y genere innovaciones. Esto es, las actividades de emprendimiento, el desarrollo de conocimiento, la propagación de conocimiento, el direccionamiento u orientación de la investigación, la formación de mercado, la transferencia de recursos y la construcción de legitimidad (Bergek *et al.*, 2008; Hekkert *et al.*, 2007; Jenson *et al.*, 2016).

4.2 Modelo conceptual de factores de éxito

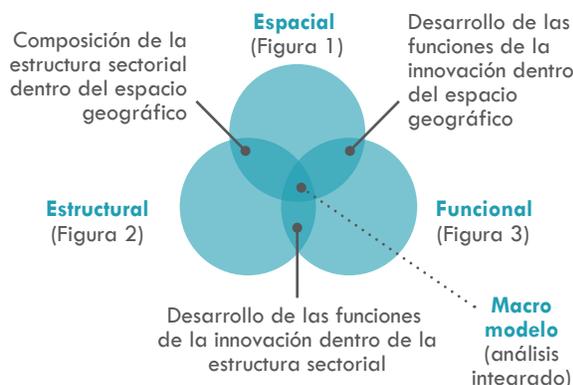
De acuerdo con Boynton y Zmud (1984):

los factores críticos de éxito son aquellas pocas cosas que deben funcionar bien para asegurar el éxito de un gerente o una organización y, por lo tanto, representan aquellas áreas empresariales o de gestión que deben recibir atención especial y continua para lograr un alto rendimiento. Los factores críticos de éxito incluyen asuntos vitales para la operación actual de las actividades y para su éxito futuro (p. 17).

Como base para el desarrollo de un modelo conceptual de factores de éxito, es de gran ayuda la investigación de Brenner (2004), quien propone tres mecanismos esenciales para el surgimiento y desarrollo exitoso de iniciativas de clúster:

Condiciones de la localidad: el atractivo de la región (en combinación con la posición de

Figura 4. Estructura de análisis



Fuente: elaboración propia.

mercado) tiene que ser lo suficientemente alto como para superar cierto valor crítico (la primera masa crítica). Por ejemplo: la ubicación geográfica, la política regional y nacional, el sistema educativo, existencia de universidades, la investigación y la cultura de la zona. Todos estos criterios son importantes a la hora de evaluar el éxito del surgimiento de los clústeres.

Condiciones para la aglomeración: la población de empresas locales debe superar un valor crítico (la segunda masa crítica) en fase inicial. Por ejemplo: la densidad institucional, las características específicas del mercado local, la actitud hacia el emprendimiento, la especialización en la cadena de valor de los sectores, la existencia de industrias relacionadas y la historia de la región, son todos factores por evaluar.

Condiciones de asociatividad: los procesos locales de auto-aumento deben estar presentes. Por ejemplo: la actitud hacia la cooperación, la estructura de gobernanza en la región y la actitud de la población hacia el desarrollo tecnológico (Brenner, 2004, p. 35) son criterios que afectan las condiciones de asociatividad.

En el modelo de Brenner (2004), las externalidades de corte exógeno son importantes. Hay que atravesar determinadas situaciones para convertirse en catalizador del desarrollo de un clúster industrial local; adicionalmente, para que un clúster de innovación surja, todo lo relacionado con la infraestructura tecnológica (habilidades, conocimientos, instituciones y recursos especializados) es fundamental para que sea un punto geográfico de innovación. Ahora bien, la existencia de las empresas es un factor importante para el conocimiento y su difusión: con conocimiento técnico y bases de potenciales proveedores y usuarios de la innovación. Todos son fundamentales para el desarrollo de procesos de surgimiento y consolidación de los clústeres de innovación.

La Figura 5 presenta el modelo conceptual de factores de éxito, integra las tres dimensiones de análisis, sus elementos y la derivación de estos en los factores de éxito claves para el

desarrollo de iniciativas de clúster de innovación. De acuerdo con los principales elementos y factores del modelo de Brenner (2004), se denominan: análisis espacial (condiciones de la localidad); análisis estructural (condiciones para la aglomeración en el sector); y análisis funcional (condiciones de asociatividad).

4.3 Factores de éxito identificados por expertos

Los hallazgos encontrados en esta investigación durante la revisión de la literatura y la aplicación del modelo conceptual se complementan, también, con encuestas realizadas a expertos sobre los factores de éxito más importantes para el caso particular de los clústeres de biotecnología en el Valle del Cauca. Con el propósito de confirmar el Modelo Conceptual de Factores de Éxito planteado, fue empleada una encuesta con proposiciones valoradas por expertos. La validez y fiabili-

Figura 5. Modelo Conceptual de Factores de Éxito



Fuente: tomado de Brusziés (2020).

dad para el estudio de caso se derivan de la realización de las entrevistas cara a cara con los expertos, quienes proporcionan información fiable y viable, con la ventaja de poder ser rápidamente examinada y constatada. Para calificar como experto se consideró la experticia en la ejecución de tareas u obtención de productos de biotecnología, si y solo si, es una autoridad en innovación biotecnológica y es suficientemente competente para llevar a cabo complejas actividades de servicio, por las que es responsable con seguridad y credibilidad en dicho campo. En consecuencia, el conjunto de factores

determinados evaluó las condiciones para los sujetos, identificando a los principales expertos departamentales en biotecnología y política, de tal manera que fueron entrevistados seis expertos entre 2019 - 2020. El perfil de los expertos se visualiza a continuación (Tabla 1).

Para identificar los factores de éxito de los clústeres de innovación en el sector de la biotecnología, se utilizan como constructos los elementos de las dimensiones espacial, estructural y funcional del Modelo Conceptual de Factores de Éxito (Figura 5). Las tres

Tabla 1. Perfil de los expertos

Criterios	Descripción
Entidad	Corporación Biotec
Cargo	Directora
Educación	Perfeccionamiento en la Universidad de Duke (Biotechnology Business), Magister de Ecole Polytechnique Federale De Lausanne, Especialización en la Escuela de Negocios de Harvard, Especialización en la Universidad de Londres
Experiencia	Investigadora emérita
Entidad	Universidad Javeriana de Cali
Cargo	Docente e investigador
Educación	Doctorado en la Universidad de Brighton, CENTRIM. Gerencia de la Innovación. Magister de la Universidad de Sussex (SPRU). Innovación y Análisis Sectorial. Administración de Empresas
Experiencia	Docencia e investigación. Participación en la Corporación Biotec
Entidad	BIOS Manizales
Cargo	Director científico
Educación	Ing. Agrónomo y PhD. en Ciencias Biológicas con énfasis en Biología Molecular (Universidad de Brasilia, Brasil)
Experiencia	Trabajó en CENICAFE, en universidades públicas y privadas en Colombia y Brasil, y el Centro de Recursos Genéticos y Biotecnología (EMBRAPA)
Entidad	FLAR
Cargo	Investigadora CIAT-FLAR
Educación	PhD
Experiencia	Fitomejoramiento del arroz
Entidad	Bioregión
Cargo	Experto en CTI
Educación	Ing. Industrial, Especialización en TICs, Maestría en Creación de Empresas
Experiencia	Profesional Especializado Secretaría de Planeación Departamental
Entidad	Gobernación del Valle del Cauca
Cargo	Profesional Especializado Coord.-Seguimiento Proyectos de Regalías
Educación	Maestría en Ciencias de la Organización

Fuente: tomado de Bruszies (2020, p. 278).

dimensiones permiten ordenar categóricamente los constructos y factores de éxito o variables, creando un marco para la recolección de la información importante (Tabla 2). Tales proposiciones brindan orientación sobre cómo analizar aspectos clave de los resultados. En el trabajo de campo con los expertos –fuentes primarias–, se seleccionaron y tomaron solo los factores de éxito en función de la insuficiencia de información en profundidad y disponibilidad de las fuentes secundarias.

La encuesta inicial, se basó en recomendaciones calificadas de los expertos según una escala Likert. Tal instrumento posee una escala de calificación ordinal, midiendo las percepciones de los participantes en relación con su nivel de acuerdo o desacuerdo con cada proposición o afirmación formulada para cada factor de éxito estudiado. Los factores de éxito, donde coinciden las opiniones de los expertos, permiten un acercamiento a la hora de determinar cuáles son los factores de éxito esenciales para el desarrollo de clústeres biotecnológicos.

Tabla 2. Vinculación de los factores de éxito con sus correspondientes proposiciones

Dimensión	Constructo	Factor de Éxito	Proposición
	Políticas públicas	<ul style="list-style-type: none"> * Política de desarrollo basada en sistemas de innovación * Visión de desarrollo compartida * Política de innovación * Claridad y articulación de las políticas públicas 	<p>* Políticas públicas La claridad y articulación de políticas de innovación y desarrollo biotecnológico y agrícola son fundamentales en la selección de iniciativas del clúster</p> <p>* La visión y estrategia correcta La coordinación de actores claves del clúster bajo una visión y valores compartidos, es esencial para el éxito del clúster</p>
		<ul style="list-style-type: none"> * Conocimiento y capacidades agroecológicas y en biotecnología pre-existentes * Infraestructura física * Cultura de la innovación * Cultura del emprendimiento * Atractivos territoriales * Industrias/sectores relacionados con la biotecnología * Mercado laboral y atracción de personal * Reconocimiento de la región (<i>branding</i>) 	<p>* Conocimiento preexistente El conocimiento preexistente de la región (tecnologías y otras formas de conocimiento) es una semilla importante para una iniciativa clúster</p> <p>* Infraestructura física La inadecuada infraestructura física (Internet, transporte, TICs, etc.) de la región es un obstáculo para el desarrollo de clústeres</p> <p>* Cultura de emprendimiento En el clúster existe una cultura de emprendimiento débil (<i>start-ups, spin-off</i>, instalación de empresas extranjeras) lo que impide que crezca</p> <p>* Mercado laboral La presencia de trabajadores calificados (tecnólogos), tiene un efecto importante en el desarrollo exitoso de las PYMEs en el clúster</p> <p>* Buena calidad de vida El atractivo de la región, donde está el clúster, atrae a talento humano externo e influye en el éxito empresarial</p>
		<ul style="list-style-type: none"> * Facilitador o director * Sistema político * Investigación y Educación * Sistema de creación de valor 	<p>* Gerencia y servicios del clúster La cohesión y desarrollo del clúster necesitan de un facilitador que actúe como director, administrador e interlocutor entre diferentes entidades</p> <p>* Programas académicos La comunicación y cooperación entre el sector empresarial y el educativo ha permitido la adaptación y/o creación de nuevos programas académicos</p> <p>* Calidad de la educación La calidad de los egresados de las instituciones de educación se ajusta a los requerimientos de las empresas del clúster</p> <p>* Capacidad de innovación (I+D) Los actores del clúster se caracterizan por un alto grado de apertura hacia nuevas ideas, tecnologías, etc.</p>
Estructural (Sector)	Competencias de los actores		

Tabla 2. Vinculación de los factores de éxito con sus correspondientes proposiciones (continuación)

Dimensión	Constructo	Factor de Éxito	Proposición
Estructural (Sector)	Interacción	<ul style="list-style-type: none"> * Filosofía de colaboración y propiedad colectiva * Atracción de actores competitivos * Enlaces externos * Trabajo en red 	<p>* Cultura de la colaboración (asociatividad) La relación entre las empresas del clúster ha permitido crear un ambiente de colaboración y competencia (rivalidad)</p> <p>* Actores fuertes con competitividad y competencias medulares La sostenibilidad del clúster depende de su capacidad para atraer, vincular y conservar actores fuertes</p> <p>* Crecimiento sostenible El clúster promueve el ingreso de nuevas empresas, el fortalecimiento de las existentes y la cooperación con clústeres relacionados</p> <p>* Enlaces externos (interregionales e internacionales) Las empresas de clúster necesitan vincularse e interactuar con mercados y cadenas de valor globales para desarrollar "Spillovers"</p> <p>* Redes de base tecnológica Se requiere de políticas y la participación de entidades de gobierno para la creación de redes de PYMEs de base-tecnológica</p> <p>* Confianza (calidad de las relaciones en la red) La confianza entre los miembros del clúster (públicos-privados) ha facilitado la formación de alianzas, convenios, acuerdos, etc.</p> <p>* Proximidad geográfica La cercanía entre las empresas y las instituciones de investigación ha impulsado la transferencia tecnológica y el desarrollo de innovaciones</p>
		<ul style="list-style-type: none"> * Financiación * Plataforma científico-tecnológica * Infraestructura de servicios 	<p>* Financiación La insuficiencia de fuentes de financiación y de apoyo gubernamental es una barrera para el desarrollo de proyectos de innovación</p> <p>* Plataforma científico-tecnológica La transferencia tecnológica exitosa requiere de una plataforma científico-tecnológica que dinamice la investigación y la realización de pruebas-ensayos de los emprendedores</p> <p>* Infraestructura de servicios Los servicios de agencias de mercadeo, abogados de patentes y consultorías para emprendedores, impactan significativamente el desarrollo del clúster</p>
		<ul style="list-style-type: none"> * Sistema de protección intelectual * Marco regulatorio * Condiciones y requerimientos para acceso a financiación de proyectos de innovación 	<p>* Protección de propiedad intelectual La falta de experiencia sobre procesos de protección de propiedad intelectual ha llevado a la pérdida de oportunidades de negocio</p> <p>* Marco regulatorio Un marco regulatorio armónico y completo (acceso a recurso genético-comercialización) es esencial para el desarrollo de una red biotecnológica exitosa</p>
Funcional	Formación del mercado	Formación del mercado	<p>* Demanda de productos y servicios especializados Los mercados atendidos actualmente por las empresas del clúster tienen un nivel de sofisticación bajo</p>

Fuente: tomado de Bruszies (2020, p. 234-237).

4.4 Recomendaciones para futuras investigaciones

Para posteriores estudios comparativos de clústeres biotecnológicos y alta tecnología, se sugiere adoptar un Enfoque Metodológico Configuracional. Esto para comprender las relaciones causales entre las estructuras que componen las tres dimensiones de análisis utilizadas en el estudio relacional: Análisis Espacial, Análisis Estructural y Análisis Funcional (Figura 6). Para ejercicios más detallados, puede aplicarse la metodología de factores de éxito. En el Enfoque Configuracional, el objeto de estudio se comprende de manera más clara desde la perspectiva sistémica-holística, considerada como un conjunto de elementos interrelacionados. Dicho enfoque brinda la comprensión de la complejidad que caracteriza las relaciones entre las dimensiones de análisis del clúster. Complejidad que aumenta exponencialmente a medida que se incluyen más elementos de estudio (Fiss *et al.*, 2013).

Así mismo, deben integrarse fundamentos del ciclo de vida del sistema de innovación, especialmente clústeres de innovación en sectores de alta tecnología.

Esto para definir las condiciones necesarias de su surgimiento, desarrollo y madurez, y para determinar las decisiones a adoptar en cada punto crítico de esta evolución y su impacto para los actores de los clústeres en los niveles Meta, Macro, Meso y Micro.

5. Marco contextual

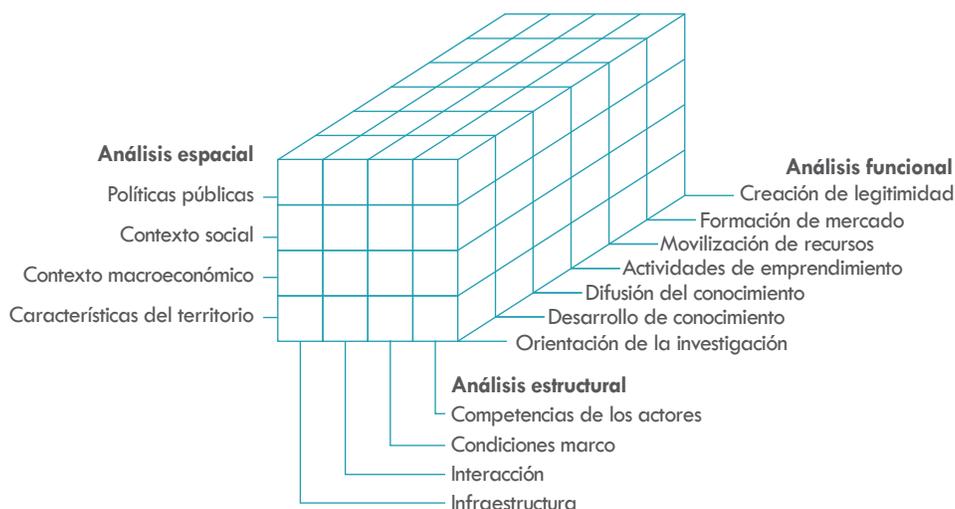
Esta sección brinda información contextual sobre la situación del sector biotecnológico en Colombia y el caso de la iniciativa de clúster de bioeconomía en el Valle del Cauca.

5.1 Bioeconomía en Colombia

Las consecuencias de problemáticas actuales graves, como el cambio climático y el alto consumo de energía globalmente, han llevado a que varias naciones del mundo contemplan alternativas para cambiar los modelos de desarrollo económico tradicionales.

La bioeconomía, una de las posibles alternativas a tales modelos es definida por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2009) como un sistema “en el que la biotecnología contribuye a una parte significativa de la producción económica... Una

Figura 6. Dimensiones de análisis y sus constructos



Fuente: tomado de Bruszies (2020, p. 369).

bioeconomía involucra tres elementos: conocimiento biotecnológico, biomasa renovables, e integración entre aplicaciones” (p. 22).

Las empresas colombianas del sector biotecnológico están inmersas en un creciente mercado empresarial y global que exige, cada vez más, productos naturales que garanticen un uso sostenible de la biodiversidad. Estas necesidades se evidencian en distintos agentes del sector industrial, como por ejemplo el cosmético, el farmacéutico, el agroalimentario, el de ingredientes naturales, entre otros (DNP, 2011).

Tales exigencias fuerzan a las empresas a innovar si quieren sobrevivir en el mercado. En el marco de esta necesidad de innovación, Hernández (2008) afirma que para generar redes de cooperación es necesario garantizar el acceso a recursos tangibles (materias primas, insumos) como intangibles (conocimiento, información), señalando la necesidad de que las empresas compartan el riesgo entre sí. Ante esto, se hace necesario vincular al sector empresarial con otros actores de la sociedad, como universidades, centros y grupos de investigación y entidades estatales.

Hasta ahora Colombia ha desarrollado proyectos de biotecnología enfocados en la salud, la agricultura y los procesos industriales. Sin embargo, aunque estos desarrollos son satisfactorios para dichos sectores, resultan insuficientes en términos generales. Es necesario impulsar proyectos productivos y también contribuir al desarrollo de clústeres de innovación que fomenten el desarrollo sostenible de la biotecnología.

A pesar del reconocimiento de dicha necesidad, el documento CONPES 3697 (DNP, 2011) también reconoce que existen vacíos que afectan el normal desarrollo del comercio de bienes del sector biotecnológico:

* Baja capacidad nacional para el desarrollo de actividades de bioprospección moderna.

* Desarrollo incipiente de empresas de base tecnológica que hagan uso sostenible de la

biodiversidad, especialmente de los recursos biológicos, genéticos y derivados.

* Limitaciones para las inversiones debido a la dificultad de implementación de la normatividad de acceso y uso de los recursos genéticos, así como sobre la comercialización de productos biotecnológicos y fitoterapéuticos.

* Baja coordinación y capacidad institucional para el desarrollo de todas aquellas acciones relacionadas con la promoción comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad, particularmente de los recursos biológicos, genéticos y derivados a lo largo de la cadena de agregación de valor.

De hecho, Innpulsa (2013) reafirma estos vacíos y señala otras problemáticas adicionales relativas a cinco ámbitos principales: político-regulatorio, social, ciencia y su transferencia, económico-financiero y empresarial-financiero-inversión. En la Figura 7 se presentan algunas de ellas.

Ante ello, el Gobierno de Colombia considera apuntar al desarrollo comercial de la biotecnología, y reconoce que la biodiversidad es una ventaja corporativa para el desarrollo socioeconómico, ambiental y sostenible del país.

El reto del programa Colombia Biodiversa es promover la bioeconomía y la economía creativa. Se espera pasar de un modelo basado en la explotación de recursos no renovables a una economía basada en el conocimiento. Así mismo, Colombia Productiva y Sostenible está enfocada en la transformación del modelo productivo de las industrias tecnológicas e incentivar a las empresas de economía circular (MinCiencias, 2019).

Si bien los diferentes retos que conlleva instaurar una bioeconomía les competen a múltiples actores –cuyos intereses pueden diferir–, estos deben relacionarse y apoyarse mutuamente para fortalecer y generar nuevas organizaciones para la innovación, como los clústeres. Actualmente, según Procolombia (2013), Colombia cuenta con cinco territorios con un alto potencial para el desarrollo de la biotecnolo-

Figura 7. Debilidades del entorno para el desarrollo de la biotecnología en Colombia

<p>Político-regulatorio</p> <ul style="list-style-type: none"> * Ineficiencia institucional y poca coordinación. * Grandes dificultades y demoras para acceder al recurso genético. * Vacíos regulatorios. 	<p>La ciencia y su transferencia</p> <ul style="list-style-type: none"> * La i+D requiere un mayor nivel de desarrollo. * Fragmentación de los grupos y dispersión de los centros de conocimiento. * Falta de experiencia y conocimientos en procesos de transferencia de biotecnología.
<p>Empresarial</p> <ul style="list-style-type: none"> * Necesidad de comunicar los beneficios de las aplicaciones biotecnológicas en sectores tradicionales. * Existen áreas de demanda tecnológicas no cubiertas por las instituciones académicas (búsqueda de socios internacionales). 	<p>Económico financiero</p> <ul style="list-style-type: none"> * Dificultades para la movilización de fondos nacionales en capital de riesgo. * Pocos inversores privados especializados con interés en invertir en el sector.
<p>Social</p> <ul style="list-style-type: none"> * El sector biotecnológico tiene una mala imagen por su asociación excesiva a “manipulación genética”. 	

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos de Innpulsa (2013, p. 68-70).

gía: Bogotá-Cundinamarca; Bucaramanga-Santander; Caldas, Risaralda y Quindío; Cali-Valle del Cauca; y Medellín-Antioquia. Estos cuentan con talento humano capacitado en áreas afines a la biotecnología y concentran varias instituciones de educación superior y centros de investigación que trabajan en biotecnología y otros campos del conocimiento relacionados.

5.2 Caso: Iniciativa de clúster de bioeconomía en el Valle de Cauca

El occidente colombiano, la región donde está ubicado el departamento del Valle del Cauca, cuenta con una amplia variedad de recursos biológicos y genéticos que han permitido el desarrollo de infraestructura tecnológica e institucional alrededor de la biotecnología y su correspondiente sector industrial. Para fortalecer esa infraestructura y demás capacidades, las siguientes organizaciones se agruparon, en el año 2000, con el propósito de conformar el Clúster Bioindustrial del Occidente Colombiano (CBOC): la Corporación Biotec, la Cámara de Comercio de Cali, ANDI-Valle, Cartón de Colombia S.A. - Smurfit Kappa Cali, Sucromiles S.A., Levapan S.A., Recamier S.A., Asocaña, Procolombia (antes Proexport), Cenicaña, CIAT, la Universidad del Valle, la Universidad Javeriana Cali, la Universidad Nacional sede

Palmira, CARCE Valle y la Gobernación del Valle.

Lo ocurrido con este primer clúster permite concluir que es necesario fortalecer las condiciones para el desarrollo y uso de la biotecnología, así como las ciencias de la vida como herramientas para el desarrollo y la prosperidad de la región. Así, en 2009, la Corporación Biotec presentó a Colciencias una propuesta denominada “Sistema regional de innovación de la biotecnología para la reconversión agrícola, agroindustrial y bioindustrial del occidente colombiano: Contribución a su consolidación”. La propuesta tuvo dos objetivos fundamentales: 1) el fortalecimiento institucional de la Corporación Biotec, la ley y la política del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (SNCTI); y 2) la promoción de una plataforma tecnológica asociativa para la región, un soporte para el SRIB que potenciara los recursos biotecnológicos existentes y futuros, convocando a la academia y los centros de investigación, así como al Gobierno, las empresas y entidades nacionales e internacionales (Sánchez-Mejía y Gutiérrez-Terán, 2013).

En 2011, la Red Universitaria por la Innovación del Valle del Cauca, la Comisión Regional de Competitividad y los principales agentes y lí-

deres regionales en biotecnología se reunieron con el propósito de constituir el macroproyecto Bio Pacífico: Clúster de Biotecnología del Valle del Cauca. Gracias al encuentro se logró la estructuración de tres macroproyectos orientados hacia los sectores de biotecnología farmacéutica y cosmética, agrobiotecnología, y energía y biocombustibles: 1) Red de innovación, desarrollo y aplicación comercial de la biotecnología y el aprovechamiento de los recursos biológicos en los sectores cosmético y farmacéutico del Valle del Cauca; 2) Plataforma de agrobiotecnología para el fortalecimiento de la competitividad de la agroindustria en el Valle del Cauca y la región Pacífica, integrado al Parque Agroindustrial del Pacífico; y 3) Aprovechamiento de la biomasa como fuente energética y sostenible para el Valle del Cauca. A pesar de los avances biotecnológicos y de la implementación de algunos proyectos, aún no existe un clúster de innovación en biotecnología en esta región.

6. Resultados

Tras aplicar el modelo conceptual de factores de éxito propuesto en este estudio (Figura 5) a la literatura especializada sobre clústeres, a las opiniones de los expertos en el área y al potencial biotecnológico de la región del Valle del Cauca, se obtuvieron los siguientes resultados.

6.1 Factores de éxito identificados a partir de la revisión de la literatura

6.1.1 Factores de éxito según el análisis espacial

a) Políticas públicas: debe haber políticas de desarrollo orientadas a sistemas de innovación en biotecnología.

b) Contexto social: los elementos más importantes en este campo son el fomento de la voluntad de cambio y aprendizaje, la cohesión social y la creación de conciencia sobre la importancia de los clústeres.

c) Contexto macroeconómico: los asuntos macroeconómicos más importantes son las

políticas presupuestarias y de comercio, tanto interior como exterior. Además, el rendimiento económico, los indicadores de producción, las exportaciones y el ambiente de negocios.

d) Características del territorio: el conocimiento y las habilidades agroecológicas y biotecnológicas preexistentes, la infraestructura física, la cultura de la innovación y del emprendimiento, los atractivos territoriales, la existencia de industrias y de sectores económicos relacionados con la biotecnología, el mercado laboral y el reclutamiento de personal, y el reconocimiento de la región (*branding*) (Bruszies, 2020).

6.1.2 Factores de éxito según el análisis estructural

a) Competencias de los actores: así como el sistema político debe respaldar el desarrollo de nuevas industrias, las autoridades locales deben invertir en infraestructura y disponer de habilidades organizacionales. Además, en el sistema de creación de valor, las empresas deben contar con capacidades organizacionales: capacidad para implementar mejoras prácticas, capacidad para cooperar, para crear alianzas, capacidad para la gestión de la innovación, capacidad de adaptación y capacidad de absorción.

b) Condiciones marco: hacen referencia a asuntos institucionales regulatorios, legales y de protección de la propiedad intelectual.

c) Interacción: los factores de éxito que fomentan la interacción entre los agentes son la proximidad, la cohesión mutua, la confianza, la cooperación, la tercerización, el capital social suficiente, o masa crítica, y la rivalidad.

d) Infraestructura: estos factores de éxito están relacionados con el acceso a una plataforma científico-tecnológica (representada en parques tecnológicos o de ciencia), un presupuesto inicial operativo para el clúster y algunas fuentes de financiación públicas y privadas (Bruszies, 2020, pp. 214-215).

6.1.3 Factores de éxito según el análisis funcional

a) Actividades de emprendimiento: los emprendedores son agentes de innovación fundamentales, por tal razón, un entorno de clúster fuerte debe estimular las actividades de emprendimiento. Estos factores de éxito se vinculan con: la incubación de empresas, creación y desarrollo de nuevas empresas (*start-ups*, *spin-off*), y el fortalecimiento de las empresas existentes.

b) Desarrollo de conocimiento: implica el uso de mecanismos de aprendizaje y revisión del conocimiento adquirido para emplearlo en circunstancias organizacionales específicas.

c) Difusión del conocimiento: es crucial en tanto evita que el conocimiento se quede únicamente en manos de quienes lo generan. Así, otros actores del clúster pueden aprovecharlo y adaptarlo para sus propios usos.

d) Orientación de la investigación: implica la capacidad de seleccionar estratégicamente oportunidades tecnológicas para el desarrollo y la búsqueda de nuevos mercados, modelos de negocio y estructuras organizativas.

e) Formación de mercado: un buen manejo de los mecanismos de creación de mercado y formación de nichos de mercado temporales. También condiciones contextuales como regímenes fiscales favorables o cuotas mínimas de consumo. Además, la influencia de la innovación sobre la satisfacción de las necesidades de los clientes potenciales.

f) Movilizar recursos: una de las características de los clústeres de innovación es un flujo constante de recursos. Las personas y el capital buscan oportunidades constantemente, este factor de éxito incluye: el atractivo del capital, la presencia de capital de riesgo, la rotación de empleados en el clúster, la diversidad de habilidades, la experiencia de los empleados y los procesos de innovación abierta.

g) Crear legitimidad: el éxito de la innovación depende de la estrategia de legalización utilizada, con fuentes internas o externas. Algunas nuevas empresas obtienen legitimidad en el mercado al alinearse con empresas establecidas, otras la obtienen con lanzamientos exitosos de productos, inclusión en nómina a gerentes o científicos reconocidos, obtención de certificaciones o premios, o adoptando los estándares exigidos por el mercado objetivo y la industria (Bruszies, 2020).

6.2 Factores de éxito identificados por expertos

6.2.1 Factores de éxito según el análisis espacial

Los expertos coinciden en que todo el conocimiento que ya esté presente en una región determinada debe ser integrado por las empresas que hagan parte de un clúster para garantizar su éxito. La claridad y la vinculación de las políticas de innovación y desarrollo de la agricultura y la biotecnología son fundamentales en la designación de iniciativas de clústeres. Por otro lado, debe contarse con una normativa adecuada aplicable a toda la cadena biotecnológica, desde los elementos de acceso a recursos genéticos hasta los procesos de venta de producto. Finalmente, para poder pensar en innovación y redes biotecnológicas es necesario impulsar la cultura y el pensamiento emprendedor en las instituciones de educación superior de la región. Por ejemplo, establecer incubadoras para capacitar estudiantes, profesionales y personal científico de las instituciones de educación superior que tengan interés en las temáticas relacionadas con el desarrollo y la puesta a prueba de ideas de negocio innovadoras.

6.2.2 Factores de éxito según el análisis estructural

Los expertos opinan que, para garantizar procesos de transferencia tecnológica óptimos, es necesario contar con una plataforma científico-tecnológica que permita dinamizar los diferentes instrumentos de investigación en los que los emprendedores están trabajando. A su vez se requiere de diferentes elementos

para alcanzar grandes resultados: a) la financiación estatal u organismos multilaterales de las iniciativas tipo “Start-Ups” que surjan de las universidades a partir de políticas estatales; b) un fomento al capital de riesgo, para impulsar mercados financieros que sean adecuados a las necesidades de las nuevas empresas emergentes, consideradas de alto riesgo; c) una fuerte infraestructura de servicios que esté orientada a apoyar a los agentes en elementos clave de asesorías, consultorías, fomento de la imagen del clúster y de la región, de los servicios tecnológicos de acompañamiento, comercialización de productos y servicios biotecnológicos; y 4) estrategias y actores que faciliten las relaciones del clúster con los diferentes actores con los que puede interactuar.

6.2.3 Factores de éxito según el análisis funcional

Los expertos opinan que las empresas que están vinculadas a un clúster tienen la necesidad de vincularse a mercados con cadenas de valor globales para lograr el desarrollo de *Spillovers*

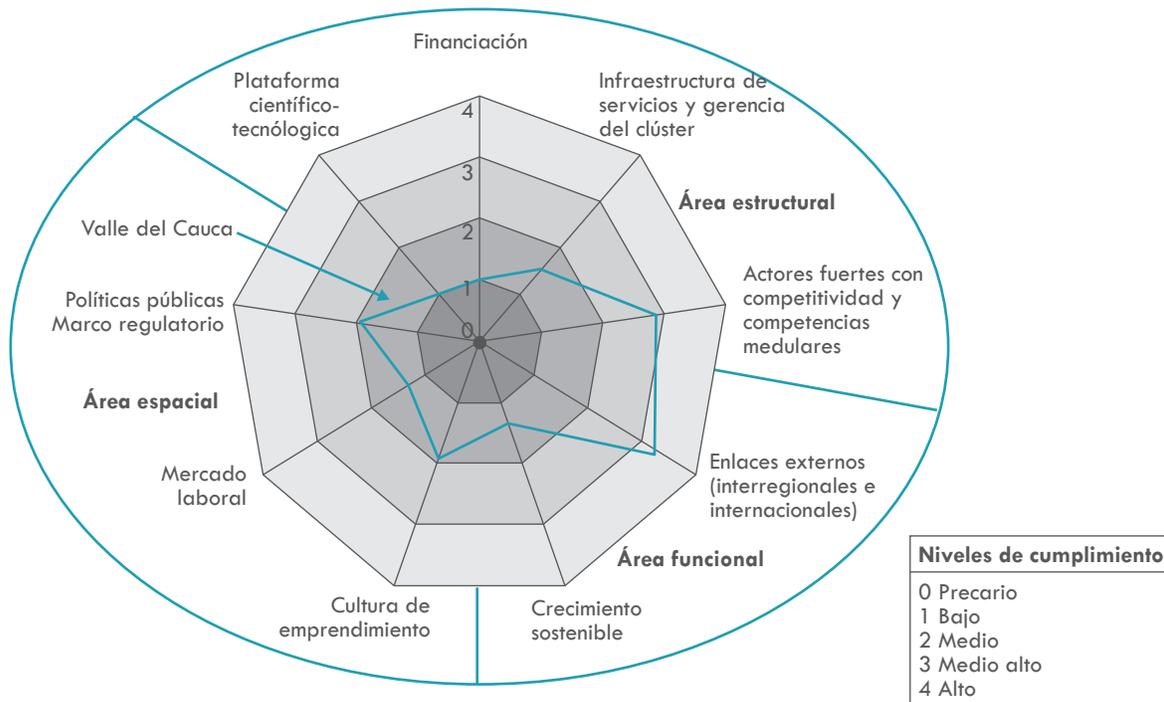
(efectos en los conocimientos tecnológicos mediante la relación entre empresas extranjeras y empresas locales). Para garantizar que su crecimiento sea sostenible, el clúster debe mantener las condiciones de libre acceso a nuevas compañías, por un lado, y fortalecer las que ya existen, por otro lado. La Figura 8 resume los resultados de las encuestas realizadas a los expertos.

6.3 Potencial biotecnológico de la región del Valle del Cauca

6.3.1 Análisis espacial

En la distribución económica del PIB en Colombia, hay participación importante de la región del Valle del Cauca, por su presencia en la industria de alimentos, la industria química y la agricultura. Debido a la abundancia de recursos naturales de la región, dichas industrias han sido la base de su economía. Las políticas públicas que se han establecido para estimular la economía del Valle del Cauca también

Figura 8. Resultados de análisis en importantes factores claves de éxito



Fuente: elaboración propia.

reflejan esta realidad. Además, es claro que los conocimientos y las capacidades en temas agrícolas y de biotecnología se han concentrado en algunos institutos de investigación de la región como el ICA, el CIAT y ciertas universidades. Las políticas de innovación implementadas se han enfocado en las industrias mencionadas anteriormente, sobre todo con el fin de fortalecer a las PYMEs. Sin embargo, el tipo de mercado laboral que hay en la región podría dificultar el establecimiento de una bioeconomía. En el Valle del Cauca hay suficiente personal calificado para cargos administrativos, pero no para impulsar el crecimiento en biotecnología, pues la mayor parte de la fuerza de trabajo de la región está empleada en el sector comercio y el de servicios.

Es necesario fortalecer la formación de los vallecaucanos en el área de biotecnología por medio de recursos físicos, financieros y humanos adicionales para financiar laboratorios, centros de investigación y centros de desarrollo tecnológico. Igualmente, la infraestructura de conectividad también debe mejorarse hasta que cumpla con los estándares mínimos necesarios para el correcto funcionamiento de un clúster de biotecnología. Por último, es vital que se promuevan unas condiciones económicas que favorezcan la inversión en el sector biotecnológico.

6.3.2 Análisis estructural

El SRIB dejó planteados cuatro macroproyectos que apuntan al desarrollo de la bioeconomía en la región del Valle del Cauca. Estos están relacionados, sobre todo, con la bioprospección, y con la innovación tecnológica en el campo agrícola y de la salud. Sin embargo, además de dificultar la implementación de dichos proyectos, la insuficiente infraestructura física (internet, transporte, TICs, etc.) de la región, la falta de financiación de este tipo de proyectos y el poco apoyo del Estado, hacen que sea muy poco probable que un clúster de innovación en biotecnología surja allí.

Además del viraje de la región hacia una economía del conocimiento, el desarrollo de la biotecnología en el Valle del Cauca requiere una infraestructura de servicios que cuen-

te con agencias especializadas en mercadeo, emprendimiento, propiedad intelectual y en el ámbito jurídico que regula la implementación de nuevas tecnologías.

6.3.3 Análisis funcional

Una de las principales fortalezas de una región económicamente poderosa es la capacidad de sus actores para generar enlaces interregionales e internacionales. En la región del Valle del Cauca, por ejemplo, existen convenios comerciales importantes con otros países, que se ven reflejados en la gran cantidad de productos que se producen para la exportación. Sin embargo, los mercados orientados hacia el sector biotecnológico en el Valle del Cauca tienen actualmente un nivel de sofisticación bajo, lo que dificulta su vinculación a las cadenas de valor globales y el establecimiento de los mencionados enlaces interregionales e internacionales. Así pues, es necesario invertir la mayor cantidad de recursos posible en la especialización de los centros de investigación y en las universidades y centros de educación. La distribución regional del conocimiento que se genere como consecuencia de esta inversión también debe ser una prioridad, así como la retención de los expertos en biotecnología que se formen en el Valle del Cauca.

7. Conclusiones

La gran variedad de factores de éxito para el establecimiento de un clúster da cuenta de la complejidad del problema. La competitividad en un sistema regional de innovación –para que sea permanente– requiere de la presencia de un conjunto de factores del entorno en sus distintas dimensiones, actuando de manera interrelacionada y dinámica, como un sistema. Esto favorece el incremento de la productividad mediante la innovación y un mejoramiento de las condiciones de vida de la población. Por tal motivo, es muy útil contar con enfoques flexibles de análisis que permitan adaptarse a esa complejidad.

Las aproximaciones de esta investigación al problema de los clústeres de innovación están basadas en tres enfoques distintos: análisis espacial, análisis estructural y análisis funcional.

El primero, permite identificar los elementos particulares de una región que afectan el desarrollo del campo de la biotecnología y que dificultan el establecimiento de clústeres de innovación; el análisis estructural, simplifica el reconocimiento de los elementos o aspectos más importantes del clúster de innovación y establece las bases del desarrollo de los procesos de innovación; y el análisis funcional, permite centrarse en las funciones de la innovación y en la forma en la que se generan.

De este modo, la literatura especializada en clústeres de innovación, las opiniones de expertos en el área y el potencial biotecnológico del Valle del Cauca pudieron ser considerados en toda su complejidad. El hecho de que el análisis fuera multilateral también permitió descubrir que algunos elementos aparecían una y otra vez, sin importar la arista desde la que se observara el problema. Esto da cuenta de la importancia de tales elementos y sugiere que deben priorizarse en las iniciativas de fomento para la biotecnología. Por ejemplo, los siguientes factores de éxito surgieron en los análisis de la literatura especializada y los de las opiniones de expertos sobre la región del Valle del Cauca: la existencia de un entorno empresarial favorable que atraiga inversiones; la importancia de los activos y las habilidades de las partes involucradas en un proyecto de

biotecnología; las relaciones intrarregionales e interregionales y la cultura de la colaboración; la necesidad de vincular una perspectiva estratégica que maximice los esfuerzos y resultados de las investigaciones sobre biotecnología; la necesidad de disponer de suficientes recursos financieros para la formulación y desarrollo de iniciativas de proyectos de innovación; y la creación de nuevas empresas.

Por último, para que los factores de éxito de los clústeres biotecnológicos en Colombia logren un nivel adecuado, deben implementarse instrumentos y políticas dirigidos a crear y desarrollar instituciones y organizaciones de bases tecnológicas con enfoque en la promoción de dichas actividades. En el logro de objetivos, el gobierno nacional y el local tienen un rol central y continuo para garantizar: un alto nivel de protección y seguridad de los derechos de propiedad intelectual; un sistema legal íntegro; regulaciones y políticas a favor; y procedimientos ágiles y dinámicos como base para las relaciones y actividades comerciales. Las inversiones del gobierno en infraestructura y otras áreas como educación, investigación tecnológica y empresarial en universidades, la financiación inicial para nuevas organizaciones, fondos operativos para empresas incubadoras y aceleradores de estas, son también aspectos esenciales del desarrollo de clústeres exitosos.

Referencias

- Aguilar, J., Terán, O. y Blanco, L. (2006). Sistema Regional de Innovación como mecanismo de gestión en Ciencia y Tecnología. Caso de estudio: Estado Mérida. *Revista de Ciencias Sociales*, 12(3), 39-453. <https://doi.org/10.31876/rcs.v12i3.25336>
- Asheim, B., Cooke, P. y Martin, R. (2006). The rise of the cluster concept in regional analysis and policy. En *Clusters and Regional Development: Critical Reflections and Explorations* (pp. 1-29). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203640890>
- Avnimelech, G. y Teubal, M. (2006). Creating venture capital industries that co-evolve with high tech: Insights from an extended industry life cycle perspective of the Israeli experience. *Research Policy*, 35(10), 1477-1498. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.09.017>
- Baptista, R. (1996). Research Round Up: Industrial clusters and technological innovation. *Business Strategy Review*, 7(2) 59-64. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8616.1996.tb00124.x>
- Bathelt, H. y Boggs, J. S. (2003). Towards a Reconceptualization of Regional Development Paths: Is Leipzig's Media Cluster a Continuation of or a Rupture with the Past? *Economic Geography*, 79(3), 265-293. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2003.tb00212.x>

- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S. y Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research policy*, 37(3), 407-429. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>
- Bilan, Y., Hussain, H., Haseeb, M. y Kot, S. (2020). Sustainability and Economic Performance: Role of Organizational Learning and Innovation. *Engineering Economics*, 31(1), 93-103. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.31.1.24045>
- Boynton, A. y Zmud, R. (1984). An assessment of critical success factors. *Sloan management review*, 25(4), 17-27.
- Brenner, T. (2004). *Local Industrial Clusters: Existence, emergence and evolution*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203417249>
- Bresnahan, T., Gambardella, A. y Saxenian, A. (2001). 'Old Economy' Inputs for 'New Economy' Outcomes: Cluster Formation in the New Silicon Valleys. *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 835-860. <https://doi.org/10.1093/icc/10.4.835>
- Bruszies, C. (2020). *Factores de éxito para el desarrollo de clústeres en el sector biotecnológico en Colombia que contribuyan a mejorar el desempeño en innovación de las PYMES del sector* (tesis de doctorado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79749>
- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M. y Rickne, A. (2002). Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research policy*, 31(2), 233-245. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00138-X](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00138-X)
- Cooke, P. (2001). Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy. *Industrial and corporate change*, 10(4), 945-974. <https://doi.org/10.1093/icc/10.4.945>
- Cooke, P. y Piccaluga, A. (2004). *Regional economies as knowledge laboratories*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781845423391>
- Craig, J., Zafar, A. y Junqian, X. (2014). *Research handbook on the globalization of Chinese firms*. Edward Elgar Publishing.
- Denzin, N. y Lincoln, Y. (Eds.). (2005). *The Sage handbook of qualitative research* (3rd Ed.). Sage Publications Ltd.
- DNP -Departamento Nacional de Planeación-. (2011). *Documento CONPES 3697 - Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad*. DNP.
- Edquist, C. (2001). *The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art*. <http://www.obs.ee/~siim/seminars/edquist2001.pdf>
- European Commission. (2016). *Smart Guide to Cluster Policy*. <https://data.europa.eu/doi/10.2873/729624>
- Feldman, M., Francis, J. y Bercovitz, J. (2005). Creating a cluster while building a firm: Entrepreneurs and the formation of industrial clusters. *Regional Studies*, 39(1), 129-141. <https://doi.org/10.1080/0034340052000320888>
- Feldman, M. y Braunerhjelm, P. (2006). The Genesis of Industrial Clusters. En P. Braunerhjelm y M. Feldman (Eds.), *Cluster Genesis: Technology-Based Industrial Development* (pp. 1-16). Oxford. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199207183.003.0001>
- Fiss, P. C., Marx, A. y Cambré, B. (2013). *Configurational theory and methods in organizational research: Introduction*. Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1108/S0733-558X\(2013\)0000038005](https://doi.org/10.1108/S0733-558X(2013)0000038005)
- Harrison, B., Kelly, M. y Gant, J. (1996). Innovative firm behavior and local milieu: Exploring the intersection of agglomeration, firm effects, and technological change. *Economic Geography*, 72(3), 233-258. <https://doi.org/10.2307/144400>

- Hekkert, M., Suurs, R., Negro, S., Kuhlmann, S. y Smits, R. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>
- Hernández, M. (2008). Propuesta de apoyo para una gestión eficiente de la biotecnología. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (62), 5-25. <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/427>
- Innpulsa. (2013). *Estudio sobre el potencial de la industria de la biotecnología en el país*. <https://www.unilibre.edu.co/pereira/images/biotecnologia/entregablec.pdf>
- Jenson, I., Leith, P., Doyle, R., West, J. y Miles, M. (2016). The root cause of innovation system problems: Formative measures and causal configurations. *Journal of Business Research*, 69(11), 5292-5298. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.127>
- Keane, C. y Costin, Y. (2019). Collaboration in an entrepreneurial cluster: a study of an urban coop. *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy*, 13(5), 605-624. <https://doi.org/10.1108/JEC-02-2019-0012>
- Kenney, M. y Von Burg, U. (1999). Technology, Entrepreneurship and Path Dependence: Industrial Clustering in Silicon Valley and Route 128. *Industrial and Corporate Change*, 8(1), 67-103. <https://doi.org/10.1093/icc/8.1.67>
- Ketels, C. y Protsiv, S. (2016). *European Cluster Panorama 2016*. Center for Strategy and Competitiveness Stockholm School of Economics. <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/20381>
- Klepper, S. (2001). *The Evolution of the U.S. Automobile Industry and Detroit as its Capital*. Carnegie Mellon University. <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/entrepreneurship/klepper.pdf>
- Kodama, M. (2017). Developing strategic innovation in large corporations—The dynamic capability view of the firm. *Knowledge and Process Management*, 24(4), 221-246. <https://doi.org/10.1002/kpm.1554>
- Krugman, P. (1991). *Geography and Trade*. The MIT Press.
- Kuhlmann, S. y Arnold, E. (2001). *RCN in the Norwegian research and innovation system*. https://ris.utwente.nl/ws/files/15070352/RCN_in_the_Norwegian_Research_and_Innovation_Syste_1_.pdf
- Legendijk, A. y Charles, D. (1999). Clustering as a new growth strategy for regional economies? A discussion of new forms of regional industrial policy in the United Kingdom. En *Boosting Innovation. The Cluster Approach* (pp. 127-153). OECD Proceedings. <https://cluster.hse.ru/mirror/pubs/share/212169923>
- Laperche, B., Sommers, P. y Uzunidis, D. (Eds.). (2010). *Innovation networks and clusters. The knowledge backbone*. Peter Lang. <https://doi.org/10.3726/978-3-0352-6011-3>
- Larsson, S. y Malmberg, A. (1999). Innovations, competitiveness and local embeddedness: a study of machinery producers in Sweden, *Geografiska Annaler Series B Human Geography*, 81(1), 1-18. <https://doi.org/10.1111/j.0435-3684.1999.00045.x>
- Lipsey, R., Carlaw, K. y Bekar, C. (2005). *Economic Transformations: General Purpose Technologies and Long-Term Economic Growth*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199285648.001.0001>
- Lorenzen, M. (2005). Why do clusters change? *European Urban and Regional Studies*, 12(3), 203-208. <https://doi.org/10.1177/0969776405059046>
- Lundequist, P. y Power, D. (2002). Putting Porter into practice? Practices of regional cluster building: evidence from Sweden. *European planning studies*, 10(6), 685-704. <https://doi.org/10.1080/0965431022000003762>
- Lundvall, B.-Å. (1992). User-Producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalisation. En B.-Å. Lundvall (Ed.), *Technology and the Wealth of Nations* (pp. 45-67). Pinter.

- Malmberg, A. y Maskell, P. (2002). The Elusive Concept of Localization Economies: Towards a Knowledge-Based Theory of Spatial Clustering. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 34(3), 429-449. <https://doi.org/10.1068/a3457>
- Martin, R. y Sunley, P. (2003). Deconstructing Clusters: Chaotic Concept or Policy Panacea? *Journal of Economic Geography*, 3(1), 5-35. <https://doi.org/10.1093/jeg/3.1.5>
- Maskell, P. (2001). Towards a Knowledge-based Theory of the Geographical Cluster. *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 921-943. <https://doi.org/10.1093/icc/10.4.921>
- Menzel, M. (2008). Zufälle und Agglomerationseffekte bei der Clusterentstehung: Ein Gegenüberstellung von Core-Periphery-Modell, window of locational opportunity und stochastischen Ansätzen. *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie*, 52(1), 114-128. <https://doi.org/10.1515/zfw.2008.0010>
- MinCiencias. (2019). *Propuestas de la Misión Internacional de Sabios 2019*. Gobierno de Colombia. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/propuesta-sabios-txt_y_portada-alta.pdf
- Misión Internacional de Sabios. (2019). *Informe de la Misión Internacional de Sabios 2019 por la Educación, la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Colombia Hacia una Sociedad del Conocimiento*. Minciencias. https://uniandes.edu.co/sites/default/files/asset/document/191205_informe_mision_de_sabios_2019_vpreliminar_1.pdf
- Morales, R. P. (2020). Business Architecture and Technological Innovation: Foundations for the Development of Dynamic Absorption Capacities. *TEM Journal*, 9(1), 227-232.
- ONU -Organización de las Naciones Unidas-. (2009). *Asia-Pacific Trade and Investment Review 2008*. <https://digitallibrary.un.org/record/671971?ln=en>
- OCDE -Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos-. (2009). *The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264056886-en>
- Pinto, H., Nogueira, C. y Domínguez-Gomez, J. (2019). Sistemas de innovación y resiliencia regional: un análisis de redes. *Revista Española de Sociología*, 28(3), 35-52. <https://doi.org/10.22325/fes/res.2019.27>
- Porter, M. (1998). Cluster and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 76(6), 77-90. http://backonline.apswiss.ch/6001/porter_clusters_and_the_new_economics_of_competition.pdf
- Porter, M. (1999). *Ser Competitivo: nuevas aportaciones y conclusiones*. Deusto.
- Procolombia. (2013, 1 de octubre). *Inversión en el sector Biotecnología*. <http://www.inviertaencolombia.com.co/sectores/servicios/biotecnologia.html>
- Romanelli, E. y Feldman, M. (2006). Anatomy of Cluster Development: Emergence and Convergence in the US Human Biotherapeutics, 1976-2003. En P. Braunerhjelm y M. Feldman (Eds.), *Cluster Genesis: Technology-Based Industrial Development* (pp. 87-112). OUP Oxford. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199207183.003.0005>
- Sánchez-Mejía, M. y Gutiérrez-Terán, A. (2013). Proceso de Construcción del Sistema Regional de Innovación de la Biotecnología para la Agricultura, la Agroindustria y la Bioindustria - SRIB en el Valle del Cauca - Colombia. *Journal of technology management & innovation*, 8(2), 260-270. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000300052>
- Scheel, C. (2012). El enfoque sistémico de la innovación: ventaja competitiva de las regiones. *Estudios Gerenciales*, (28), 27-39. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2012.1477>
- Scott, A. (1988). Flexible production systems and regional development: the rise of new industrial spaces in North America and western Europe. *International Journal of Urban and Regional Research*, 12(2), 171-186. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2427.1988.tb00448.x>

- Speldekamp, D., Saka-Helmhout, A. y Knobben, J. (2019). Reconciling Perspectives on Clusters: An Integrative Review and Research Agenda. *International Journal of Management Reviews*, 22(1), 75-98. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12216>
- Storper, M. y Walker, R. (1989). *The Capitalist Imperative: Territory, Technology, and Industrial Growth*. Basil Blackwell.
- Störriing, D. (2007). *Emergence and Growth of High Technology Clusters*. Aalborg University. http://www.business.aau.dk/~ds/publications/EmergenceAndGrowthOfHighTechnologyClusters_PhD_Stoerring.pdf
- Stouten, J., Rousseau, D. y De Cremer, D. (2018). Successful organizational change: Integrating the management practice and scholarly literatures. *Academy of Management Annals*, 12(2), 752-788. <https://doi.org/10.5465/annals.2016.0095>
- UNESCO -Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura-. (2012). *Results of the 2011 UIS pilot data collection of innovation statistics*. UNESCO. http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/results-of-the-2011-uis-pilot-data-collection-of-innovation-statistics-en_0.pdf
- Van Der Linde, C. (2005). Cluster und regionale Wettbewerbsfähigkeit: wie Cluster entstehen, wirken und aufgewertet werden. En O. Cernavin, M. Führ, M. Kaltenbach y F. Thießen (Eds.), *Cluster und Wettbewerbsfähigkeit von Regionen: Erfolgsfaktoren regionaler Wirtschaftsentwicklung* (pp. 15-43). Duncker & Humbold.
- Wieczorek, A. y Hekkert, M. (2012). Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars. *Science and Public Policy*, 39(1), 74-87. <https://doi.org/10.1093/scipol/scr008>
- Yin, R. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th Ed.). Sage.
- Zucker, L., Darby, M. y Brewer, M. (1998). Intellectual Human Capital and the Birth of US Biotechnology Enterprises. *The American Economic Review*, 88(1), 290-306. <https://www.jstor.org/stable/116831>
- Zuñiga-Collazos, A., Lozada, N. y Perdomo, G. (2020). Effect Of Absorption Capacity Acquired On Organisational Performance. *International Journal of Innovation Management*, 24(5). <https://doi.org/10.1142/S1363919620500486>