



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

**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**

**Christian Johannes Bruszies**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería, Doctorado en ingeniería – Industria y Organizaciones  
Bogotá D.C., Colombia

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**

**Christian Johannes Bruszies**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Doctor en Ingeniería-Industrias y Organizaciones**

Directora:

MSc. Dr. rer nat Dolly Montoya Castaño

Línea de Investigación:

Sistemas y Gestión de la Tecnología, la Información, el Conocimiento y la Innovación

Tecnológica en la Industria y las Organizaciones

Grupo de Investigación:

Bionegocios

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Doctorado en ingeniería – Industria y Organizaciones

Bogotá D.C., Colombia

2020



*Mira profundamente en la naturaleza y  
entonces comprenderás todo mejor.*

*Albert Einstein*



## **Agradecimientos**

El autor expresa su profundo agradecimiento a quienes, con su experiencia, consejos y apoyo, contribuyeron a la realización de esta investigación.

A MSc. Dr. rer nat **Dolly Montoya Castaño**, rectora de la Universidad Nacional de Colombia y directora de la esta tesis, por su apoyo, consejos y experiencia que fueron fundamentales para el óptimo desarrollo de la investigación.

A Profesor Emeritus Dr. **Carlos Scheel-Mayenberger**, Tecnológico de Monterrey y **Carlos Alberto Restrepo**, Director de Investigaciones de la Universidad Externado de Colombia, por su apoyo, orientación y acompañamiento en esta investigación.

A los docentes e investigadores de la **Universidad Externado de Colombia**, que participaron como encuestados en la validación del instrumento de encuesta con escala Likert.

A los investigadores y profesionales de la **Corporación Biotec**, **FLAR**, la **Gobernación del Valle del Cauca**, la **Universidad Javeriana de Cali** y **BIOS Manizales**, quienes brindaron un valioso aporte sobre los factores de éxito del sector biotecnológico en Colombia.

A los investigadores y profesionales de **BioLAGO e.V.**, **Hafen Straubing-Sand**, **Medical Valley**, **BMD GmbH Life Sciences Agentur**, **Biopark Regensburg GmbH** y **Bio Biotech Cluster Development GmbH**, quienes compartieron sus experiencias y opiniones sobre los factores de éxito de los clústeres de biotecnología en Alemania.

A **Diana Katherine Triana**, exestudiante y colega, por su ayuda invaluable en la realización de esta investigación.

A todos y cada uno de mis compañeros, antiguos y actuales, del grupo de investigación Bionegocios.

Finalmente, a la **Universidad Nacional de Colombia**, por su valiosa contribución al proceso de formación y como facilitadora en el acceso al conocimiento.



## Resumen

El entorno de negocios global presenta una demanda creciente de productos naturales sostenibles, un mercado en el que Colombia puede tener un posicionamiento interesante, dada la diversidad de recursos biológicos y genéticos que posee y que le confieren ventajas comparativas especiales. A pesar de las iniciativas y los esfuerzos realizados, los clústeres de innovación en biotecnología no han logrado consolidarse en el país.

La presente investigación tiene en cuenta la incidencia de los clústeres en el sector biotecnológico en el aumento de las capacidades de innovación dentro de las empresas, y en ese contexto, propone un Macro Modelo Conceptual de Factores de Éxito para un sistema de clúster de innovación en biotecnología, que se compone de tres dimensiones de análisis: Espacial, que reúne a las particularidades del espacio geográfico en el que se ubica el clúster (políticas, sociedad, economía, territorio); Estructural, que alude a los componentes del sector y; Funcional, que da cuenta de las funciones necesarias para la innovación. Estas dimensiones permiten categorizar los factores de éxito identificados y analizar dos casos: uno en el Valle del Cauca, Colombia; y otro en Gatersleben, Sajonia-Anhalt, Alemania.

Estas dos regiones tienen semejanzas y diferencias que permiten entender su grado de avance en la formación de estructuras de red, como lo son los clústeres. Aunque, los dos territorios han decidido transformar su historia en periodos similares, Gatersleben ha tomado la ventaja con una importante fortaleza científica y tecnológica (Ej. Banco de Genes y el Centro de Bioinformática), acompañada por una infraestructura de apoyo especializada para cada etapa de desarrollo de las empresas (Ej. financiación, gestión, etc.), la concentración geográfica de los actores claves facilita la interacción y la transferencia de conocimiento y tecnología, junto con unas condiciones marco claras y específicas que dirigen las acciones de sus actores, entre otros factores.

**Palabras clave:** Clúster de innovación, biotecnología agrícola, bioeconomía, factores de éxito, sistemas regionales de innovación.

## Abstract

The global business environment presents an increasing demand for sustainable natural products, a market in which Colombia can have an interesting position, given the diversity of biological and genetic resources that it possesses and that give it special comparative advantages. Despite the initiatives and efforts made, the biotechnology innovation clusters have not managed to consolidate in the country.

This research takes into account the incidence of clusters in the biotechnology sector in increasing innovation capacities within companies, and in this context, proposes a Conceptual Macro Model of Success Factors for an innovation cluster system in biotechnology, which is made up of three dimensions of analysis: Spatial, which brings together the particularities of the geographical space in which the cluster is located (politics, society, economy, territory); Structural, which refers to the components of the sector and; Functional, which accounts for the functions necessary for innovation. These dimensions allow us to categorize the identified success factors and analyze two cases: one in Valle del Cauca, Colombia; and another in Gatersleben, Saxony-Anhalt, Germany.

These two regions have similarities and differences that allow us to understand their degree of progress in the formation of network structures, such as clusters. Although, the two territories have decided to transform their history into similar periods, Gatersleben has taken the advantage with an important scientific and technological strength (Eg. Genebank and the Bioinformatics Center), accompanied by a specialized support infrastructure for each stage of business development (Eg. financing, management, etc.), the geographical concentration of key actors facilitates the interaction and the transfer of knowledge and technology, together with clear and specific framework conditions that direct the actions of its actors, among other factors.

**Key words:** Innovation cluster, agricultural biotechnology, bioeconomy, success factors, regional innovation systems.

Esta tesis de doctorado se sustentó el 4 de diciembre de 2020 a las 9:00 a.m., y fue evaluada por los siguientes jurados:

*Oscar Fernando Castellanos Domínguez (Phd.)*  
Profesor Titular  
Universidad Nacional de Colombia

*Luis Antonio Orozco Castro (Phd.)*  
Profesor  
Universidad Externado de Colombia

*William Ariel Sarache Castro (Phd.)*  
Profesor Asociado  
Universidad Nacional de Colombia

*Carlos Scheel Mayenberger (Phd.)*  
Profesor Emérito  
Monterrey Institute of Technology, ITESM



## Contenido

	Pág.
<b>Resumen .....</b>	<b>IX</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>X</b>
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>XVI</b>
<b>Lista de tablas .....</b>	<b>XVIII</b>
<b>Lista abreviaturas .....</b>	<b>XIX</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>22</b>
<b>1. Marco teórico y conceptual .....</b>	<b>45</b>
1.1 Los diferentes conceptos del sistema de innovación .....	46
1.1.1 Sistemas Nacional y Regional de Innovación (SNI-SRI) .....	48
1.1.2 Clúster.....	53
1.1.3 <i>Innovacities</i> .....	60
1.1.4 Otras configuraciones organizacionales para la innovación .....	63
1.2 Función, Estructura, Dinámica y Crecimiento del Cluster de Innovación .....	67
1.2.1 Configuración de Cluster de Innovación .....	67
1.2.2 Impacto de los Clústeres de Innovación .....	70
1.2.3 Las capacidades de las empresas dentro de Cluster de Innovación .....	76
1.2.4 Dimensiones y configuraciones del Cluster de Innovación .....	78
1.2.5 El desarrollo y limitaciones del Cluster de Innovación .....	83
1.3 Modelo del Desempeño de sistema de Innovación .....	87
1.3.1 Desempeño de sistema de Innovación y el impacto a la innovación en las PYMES .....	87
1.3.2 Dimensiones del sistema de innovación .....	90
1.4 Factores de éxito .....	99
1.4.1 Fuentes de Factores de Éxito Críticos .....	104
1.4.2 Métodos para la identificación de los Factores de Éxito Críticos .....	105
1.4.3 Beneficios y factores de éxito de los clústeres .....	106
1.5 Los clústeres de innovación en el contexto de la Competitividad Sistémica ...	110
1.5.1 Aproximación al concepto de Competitividad Sistémica .....	111
1.5.2 La Competitividad Sistémica y los clústeres de innovación .....	117
<b>2. Marco contextual .....</b>	<b>123</b>
2.1 Biotecnología .....	123
2.1.1 Biotecnología en el mundo.....	124
2.1.2 Biotecnología en Colombia .....	129
2.2 Agrobiotecnología .....	136
2.2.1 Estructura de la biotecnología agrícola.....	136
2.2.2 Agrobiotecnología en Colombia .....	139
2.3 Cluster de Biotecnología en Colombia.....	146
2.4 <i>Benchmarking</i> .....	150
2.4.1 Clúster de San Diego .....	150
2.4.2 Sistema de innovación vegetal en Holanda .....	152

2.4.3	Sector de biotecnología agrícola de Malasia .....	155
2.4.4	Relaciones entre actores .....	159
2.4.5	Éxito y fracaso en el desarrollo de cluster biotecnológicos el caso de Lombardia .....	163
2.5	Tendencias .....	168
2.5.1	Oportunidades para Colombia .....	171
2.5.2	Capacidades .....	172
2.5.3	Desafíos desde la perspectiva de la Competitividad Sistémica .....	176
<b>3.</b>	<b>Marco metodológico.....</b>	<b>180</b>
3.1	Metodología de revisión documental .....	184
3.2	Diseño de modelos conceptuales.....	189
3.2.1	Definición de modelo conceptual .....	189
3.2.2	Factores para determinar los modelos conceptuales .....	190
3.2.3	Modelo Clúster de Innovación .....	203
3.2.4	Modelo de Impacto del Clúster a la Innovación .....	205
3.2.5	Modelo de Competitividad Sistémica como marco de actuación del clúster de biotecnología .....	207
3.2.6	Macro Modelo de Factores de Éxito .....	210
3.3	Metodología de estudio de casos .....	218
3.3.1	Inicio.....	222
3.3.2	Selección de casos y participantes.....	223
3.3.3	Creación de instrumentos y protocolos.....	230
3.3.4	Análisis de los resultados .....	237
<b>4.</b>	<b>Análisis de casos.....</b>	<b>241</b>
4.1	Caso Valle del Cauca, Colombia.....	241
4.1.1	Descripción de los eventos .....	242
4.1.2	Análisis Espacial .....	245
4.1.3	Análisis Estructural .....	254
4.1.4	Análisis Funcional .....	268
4.1.5	Encuestas a los expertos .....	276
4.1.6	Triangulación de los datos .....	282
4.2	Caso Gatersleben, Alemania.....	287
4.2.1	Descripción de los eventos .....	288
4.2.2	Análisis Espacial .....	289
4.2.3	Análisis Estructural .....	303
4.2.4	Análisis Funcional .....	322
4.2.5	Encuestas a los expertos .....	327
4.2.6	Triangulación de los datos .....	332
<b>5.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>338</b>
5.1	Conclusiones y contribuciones sobre el marco teórico y conceptual .....	338
5.2	Conclusiones y contribuciones acerca del sector biotecnológico.....	342
5.3	Conclusiones y contribuciones acerca de la metodología.....	344
5.4	Conclusiones y contribuciones acerca de los resultados obtenidos.....	347
5.4.1	Enfoque espacial .....	347
5.4.2	Enfoque estructural.....	350
5.4.3	Enfoque funcional .....	355
5.4.4	Configuraciones asociativas .....	358
5.5	Contribuciones e impacto de la investigación .....	362

---

5.6	Recomendaciones .....	365
5.6.1	Recomendaciones para el desarrollo de la bioeconomía en Colombia .....	365
5.6.2	Recomendaciones para futuras investigaciones.....	369
<b>Anexo A:</b>	<b>Validación de jueces .....</b>	<b>371</b>
<b>Anexo B:</b>	<b>Encuesta con Escala Likert.....</b>	<b>374</b>
<b>Referencias</b> .....		<b>379</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 0.1: Biopolo.....	28
Figura 0.2: Evolución de los sistemas de innovación en la literatura .....	32
Figura 0.3: Niveles de estudio abordados en la investigación.....	42
Figura 1.1: Sistema regional de innovación.....	50
Figura 1.2: Factores determinantes del éxito de los SRI .....	52
Figura 1.3: Desarrollo de la ciudad en términos de innovaciones revolucionarias .....	61
Figura 1.4: Estructura de un sistema clúster de innovación .....	68
Figura 1.5: Desempeño del sistema de innovación .....	91
Figura 1.6: Dimensiones de los factores de éxito .....	102
Figura 1.7: Procedimiento para la identificación de FEC.....	106
Figura 1.8: Factores de éxito del clúster.....	108
Figura 1.9: Determinantes de la Competitividad Sistémica .....	113
Figura 1.10: Modelo de Competitividad Sistémica genérico.....	116
Figura 2.1: Mapa de cultivos genéticamente modificados en Colombia .....	142
Figura 2.2: Cadena de valor agro-biotecnológica del laboratorio al mercado .....	143
Figura 2.3: Ejes estratégicos agricultura y salud .....	148
Figura 2.4: Situación del clúster de biotecnología en Lombardía.....	168
Figura 2.5: Colombia líder en Química Verde: creando valor a partir de Biodiversidad, Biocombustibles y Biotecnología .....	173
Figura 3.1: Proceso de revisión bibliográfica .....	185
Figura 3.2: Análisis documental (Modelos de Innovación Sistémica).....	187
Figura 3.3: Construcción de un modelo conceptual.....	189
Figura 3.4: Modelo Clúster de Innovación .....	205
Figura 3.5: Modelo de impacto a la innovación .....	207
Figura 3.6: Modelo basado en la Competitividad Sistémica .....	208
Figura 3.7: Articulación de las dimensiones, análisis integrado .....	211
Figura 3.8: Macro Modelo de Factores de Éxito .....	212
Figura 3.9: Diseño de investigación.....	220
Figura 3.10: Perfil de expertos.....	227
Figura 4.1: Caso Valle del Cauca Colombia .....	241
Figura 4.2: Sistema Regional de Innovación de la Biotecnología para la Reconversión Agrícola, Agroindustrial y Bioindustrial del Occidente Colombiano – SRIB (Punto de Partida) .....	262
Figura 4.3: Tendencias BIO Valle del Cauca.....	269
Figura 4.4: SRIB, Proyectos articuladores.....	270
Figura 4.5: Cadena productiva y sectores productivos beneficiarios del SRIB .....	274
Figura 4.6: Frecuencia relativa consolidada (Colombia).....	281
Figura 4.7: Caso Gatersleben Alemania.....	287
Figura 4.8: Green Gate Gatersleben .....	316

---

Figura 4.9: Frecuencia relativa consolidada (Alemania) .....	330
Figura 5.1: Resumen de comparación en los factores de éxito coincidentes .....	358
Figura 5.2: Hacia la construcción de un clúster de biotecnología.....	360
Figura 5.3: Dimensiones de análisis y sus constructos .....	369

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1.1: Delimitación de los sistemas de innovación (SI).....	47
Tabla 1.2: Configuraciones de clúster.....	81
Tabla 1.3: Factores de éxito para la innovación en los clústeres .....	109
Tabla 1.4: Algunos determinantes de la Competitividad Sistémica en diferentes niveles de agregación política.....	120
Tabla 2.1: Debilidades del entorno para el desarrollo de la biotecnología en Colombia	134
Tabla 2.2: Patrones de desarrollo del proceso de innovación en biotecnología agrícola	138
Tabla 2.3: Propuesta de prioridades para el sector agrícola, pecuario e industria de alimentos.....	139
Tabla 2.4: Benchmarking sistemas biotecnología-agrobiotecnología.....	157
Tabla 3.1: Diseños de la investigación cualitativa .....	218
Tabla 3.2: Metodología de estudio de casos .....	221
Tabla 3.3: Factores para la identificación de expertos en los casos seleccionados.....	230
Tabla 3.4: Conexión entre dimensiones, constructos y factores de éxito .....	232
Tabla 3.5: Vinculación de los factores de éxito con sus correspondientes proposiciones.....	234
Tabla 4.1: Perfil de los expertos de Colombia .....	277
Tabla 4.2: Respuestas de los expertos (Colombia).....	279
Tabla 4.3: Perfil de los expertos de Alemania .....	327
Tabla 4.4: Respuestas de los expertos.....	328
Tabla 4.5: Resultados – Factores de éxito coincidentes.....	337
Tabla 5.1: Resumen de Comparación análisis espacial.....	349
Tabla 5.2: Resumen de Comparación análisis estructural.....	353
Tabla 5.3: Resumen de Comparación análisis funcional.....	357
Tabla 5.4: Configuraciones de clúster.....	359

## Lista abreviaturas

Abreviatura	Término
A*STAR	Agencia para la Ciencia, la Tecnología y la Investigación
ACGT	<i>Asiatic Centre for Genome Technology Sdn Bhd</i>
AESFRUT	Agricultura Específica por Sitio Aplicado en Frutales
Agro-Bio	Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola
ANDI	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia
ANVISA	Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria
BMBF	<i>Bundesministerium für Bildung und Forschung</i>
BMVg	<i>Bundesministerium der Verteidigung</i>
BMWi	<i>Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie</i>
BVL	<i>Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit</i>
C+CTel	Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación
CANAPEP	Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña
CB	Corporación Biotec
CBOC	Clúster Bioindustrial del Occidente Colombiano
CCC	Cámara de Comercio de Cali
CENI	Centro Nacional de Investigaciones
CENIBiot	Centro Nacional de Investigaciones Biotecnológicas
CENICAFÉ	Centro Nacional de Investigaciones de Café
CENICAÑA	Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia
CENIUVA	Centro de Investigación Vitivinícola Tropical de Ginebra
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIB	Centro de Investigaciones Biológicas
CIPAV	Centro para la Investigación en Sistema Sostenibles de Producción Agropecuaria
CoBI	Consejo de la Estrategia Bioregión
CODECYT	Consejo Departamental de Ciencia y Tecnología
COLCIENCIAS	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
COMFANDI	Caja de Compensación Familiar del Valle del Cauca
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
CRC	Comisión Regional de Competitividad
CTI	Ciencia Tecnología e Innovación
CVI	<i>Content Validity Index</i>
CVR	<i>Content Validity Ratio</i>
CySAS	Cultura y Sello Agricultura Saludable
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
ADN	Ácido Desoxirribonucleico

Abreviatura	Término
EB	Empresa de Biotecnología
EDB	Comité de Desarrollo Económico
Ej.	Ejemplo
EMBATE	Emprendimiento de Base Tecnológica
EMBRAPA	Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria
ESA	<i>Patentverwertungsagentur Sachsen-Anhalt GmbH</i>
etc.	Etcétera
FE	Factores de Éxito
FEC	Factores de Éxito Críticos
FEM	Foro Económico Mundial
FLAR	Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego
FRUTIBIOTEC	<i>Fruit Specific Traits Identification Applying Biotechnology</i>
GGG	<i>Green Gate Gatersleben</i>
GM	Genéticamente Modificado
GmbH	<i>Gesellschaft mit beschränkter Haftung</i>
I+D	Investigación y Desarrollo
I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación
IB	<i>Investitionsbank Sachsen-Anhalt</i>
IBG	<i>Beteiligungsgesellschaft Sachsen-Anhalt mbH</i>
Icontec	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
IFAN	Industria Frutícola Agrópolis del Norte
IFI	Instituto de Fomento Industrial
ILAC	<i>International Laboratory Accreditation Cooperation</i>
IMD	Instituto de Gestión para el Desarrollo
IMG	<i>Investment and Marketing Corporation</i>
IN	Ingredientes Naturales
Inc.	<i>Incorporated</i>
INVIMA	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamento
IoT	<i>Internet of Things</i>
IPK	<i>Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung</i>
ISTA	<i>International Seed Testing Association</i>
JCVI	<i>J. Craig Venter Institute</i>
KAT	<i>Kompetenznetzwerk für Angewandte und Transferorientierte Forschung</i>
Km	Kilómetro
Labs	Laboratorios
Ltda	Limitada
M	Multinacionales
Minciencias	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
MinCIT	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
MinTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
MiPYME	Micro, pequeña y mediana empresa

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OGM	Organismo Genéticamente Modificado
ONG	Organización No Gubernamental
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
OSC	organizaciones de la sociedad civil
OTRI	Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación
PERCTI	Plan Estratégico Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Valle Del Cauca
PIB	Producto Interno Bruto
PPP	<i>Public Private Partnership</i>
PTP	Programa de Transformación Productiva
PYME	Pequeña y mediana empresa
QCA	<i>Qualitative Comparative Analysis</i>
QTL	<i>Quantitative Trait Locus</i>
RIS	<i>Regional Innovation Strategy</i>
ROI	<i>Return On Investment</i>
RTDI	<i>Research, Technology Development and Innovation</i>
RUPIV	Red de Universidades para la Innovación del Valle del Cauca
S.A.	Sociedad Anónima
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SGR	Sistema General de Regalías
SI	Sistema de Innovación
SIAT	Sistema Integral de Ajuste y Transferencia de Tecnología
SIN	Sistema Nacional de Innovación
SIS	Sistema de Innovación Sectorial
SNCTI	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia
SPRU	<i>Science Policy Research Unit</i>
SRI	Sistema Regional de Innovación
SRIB	Sistema Regional de Innovación de la Biotecnología para la Agricultura, la Agroindustria y la Bioindustria
TCT	Transferencia de Conocimiento Tecnológico
TICs	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
U	Universidad
UE	Unión Europea
UEA	Unidad Estratégica de Análisis
USI	Unidad de servicios de Información
Vs.	Versus
WZW	<i>Wissenschaftszentrum Sachsen-Anhalt Lutherstadt Wittenberg</i>
ZKBS	<i>Zentrale Kommission für die Biologische Sicherheit</i>

## Introducción

En las últimas décadas ha aumentado el interés por entender las dinámicas interempresariales e institucionales que se desarrollan dentro de sistemas productivos o de mercado y que conducen, entre otras cosas, a encadenamientos verticales y a formas de organización más complejas como los sistemas regionales de innovación o los clústeres (Asheim, Cooke, & Martin, 2006; Cooke, 2001). Tal interés se relaciona con el fomento de la innovación y la competitividad regional mediante la alineación de intereses y la movilización de recursos y capacidades de agentes del sector empresarial, la academia y el Estado (Lundquist & Power, 2002). Una competitividad regional que resulta del desarrollo y consolidación de competencias medulares que se traducen en ventaja competitiva. La innovación y su adecuada gestión son algunas de estas competencias y que contribuyen a desarrollar una propuesta de valor diferenciada (Porter, 1990)<sup>1</sup>.

Partiendo de estos conceptos, los ambientes intensivos en la innovación se han reconocido como tema útil en la economía a causa de su capacidad para contribuir en la celeridad de innovación, la evolución de los mercados y su poder para influir en la competitividad regional. En la bibliografía se ha mencionado que es posible concebir el planeta tecnológicamente industrializado a manera de una sucesión de diferentes distritos, divisiones

---

<sup>1</sup> Según el Foro Económico Mundial, en 2019 la economía colombiana se ubicó la posición 57 del ranking de competitividad de 141 economías evaluadas. En actitudes hacia el riesgo empresarial ocupa el puesto 81, en crecimiento de empresas innovadoras el 87 y en empresas que acogen ideas innovadoras el 72. La capacidad innovadora de Colombia se sitúa en la posición 77 perdiendo siete posiciones respecto a 2018; aunque hubo una mejora en la diversidad de la fuerza laboral y en la colaboración con múltiples *stakeholders* (grupos de interés), el estado de desarrollo clúster (concentraciones geográficas de empresas, proveedores, industrias relacionadas e instituciones especializadas; en esta definición no se tienen en cuenta que estos actores se encuentren interconectados) y las co-inversiones internacionales decrecieron. El número de publicaciones científicas, los gastos en investigación y desarrollo (respecto al PIB), la prominencia de las instituciones de investigación, la sofisticación de los compradores y las solicitudes de marca registrada crecieron; sin embargo, las aplicaciones para patentes descendieron.

tecnológicas o islas de innovación creadas en torno de significativos activos de conocimiento e innovación (Larsson y Malmberg, 1999). Esta concentración geográfica está normalmente ligada al desarrollo de las empresas y su éxito innovador, específicamente en las producciones de alta tecnología (Baptista, 1996).

Los clústeres han sido un tema ampliamente descrito durante las últimas tres décadas, inspirados por el éxito de Silicon Valley y otros clústeres de innovación. Si bien los investigadores se han centrado en analizar el proceso de autodesarrollo de la agrupación de clústeres en pleno funcionamiento, los responsables de la formulación de políticas, atraídos por la descripción de casos exitosos, han utilizado el concepto de clúster como un instrumento de política destinado a apoyar la aparición de clústeres o incluso a crearlos. Esto ha dado lugar a cierto malentendido ya que el fenómeno de los clústeres aún no se comprende completamente y existen casos de falla de los clústeres.

Además, los clústeres no son sinónimo de iniciativas de clústeres; mientras que el primero se refiere al concepto que describe el fenómeno económico real de concentraciones de actividades económicas como Silicon Valley o la City, el distrito financiero de Londres, el segundo describe una iniciativa o esfuerzo político para crear, mantener o mejorar un bastión o aglomeración económica. Las iniciativas de clústeres pueden ayudar a un clúster emergente a alcanzar niveles más altos de desempeño, por ejemplo, fortaleciendo los vínculos o facilitando la acción colectiva para mejorar el entorno empresarial específico del clúster. Las iniciativas de clústeres son uno de los canales principales a través de los cuales la política de clústeres puede interactuar con un clúster (Meier Zu Koecker et al. 2016). Es importante destacar que también hay evidencia emergente significativa de que es mucho más probable que las iniciativas de clústeres generen un impacto económico si el distrito industrial, la aglomeración o el clúster subyacente es fuerte (Ketels & Protsiv 2013). El creciente reconocimiento del papel de las iniciativas de clúster en la mejora del desempeño de un clúster emergente y la

importancia de apoyar la transformación industrial mediante vínculos intersectoriales trae consigo el nuevo desafío de catalizar el papel de las iniciativas de clúster para el desarrollo y la implementación de nuevas oportunidades de crecimiento en las regiones.

El objetivo de esta tesis es contribuir a la discusión sobre el desarrollo de conglomerados y, en particular, estudiar la aparición y el desarrollo temprano de las iniciativas de clústeres de alta tecnología e impacto a la innovación en las empresas centrándose en regiones que tienen algunas “semillas” para un clúster. Se aplica un enfoque de clústeres y sistemas de innovación para analizar los mecanismos y factores de éxito que pueden desencadenar la aparición y el crecimiento de los clústeres. El emerger de un clúster se estudia en el ejemplo de una iniciativa de clúster de biotecnología, el Sistema Regional de Innovación de la Biotecnología para la agricultura, la agroindustria y la bioindustria (SRIB), en el Valle del Cauca, Colombia. Se adopta un enfoque comparativo comparando SRIB con Gatersleben, un clúster de innovación existente en agrobiotecnología en Sajonia-Anhalt, Alemania.

## **Sector de Biotecnología en Colombia**

De acuerdo con Minciencias (2019), la Misión Internacional de Sabios para el avance de la ciencia la tecnología y la innovación se compone por 47 expertos nacionales e internacionales, quienes realizan aportes para la adecuada construcción e implementación de la política pública en temas de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación. También ofrecen recomendaciones a las estrategias de largo plazo del país, para dar respuesta a los desafíos productivos y sociales cumpliendo con criterios de escala, replicación y sostenibilidad. La Misión tiene ocho focos temáticos entre los cuales se encuentra el foco Biotecnología, Bioeconomía y Medio Ambiente, Tecnologías Convergentes –Nano, Info y Cogno- Industrias,

entre otros. Las propuestas de la Misión Internacional de Sabios son tomadas como hoja de ruta para Minciencias.

Uno de los sectores de desarrollo que merece especial atención es el biotecnológico debido a que es un campo de acción de alto impacto para el desarrollo competitivo de sectores como el agropecuario y la industria de alimentos, los tratamientos médicos y la industria farmacéutica y cosmética, el manejo medioambiental y la generación de energía; y Colombia posee ventajas comparativas propias de sus recursos naturales que brindan oportunidades para crear un portafolio amplio de investigación, desarrollo sostenible e innovación de un sector basado en conocimiento como el biotecnológico.

Para la Misión Internacional de Sabios (2019):

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 hidrobiológicos, 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)

También la Misión Internacional de Sabios (2019) crítica la situación actual en Colombia, “en biotecnología, el país tiene una capacidad media de acción considerando que cuenta con mejores recursos potenciales para su uso, así como con marcos institucionales y regulatorios sólidos. Sin embargo, evidencia una participación incipiente, aunque activa del sector privado y requiere desarrollar aún más de sus capacidades tecnológicas.” (p. 37).

Actualmente, Colombia cuenta con cinco polos de desarrollo en biotecnología y se han promovido algunas mejoras en el entorno para impulsar la biotecnología en Colombia a través del CONPES 3697 de 2011. Hasta el momento los resultados alcanzados no son suficientes, aún persisten limitaciones de orden político-regulatorios, institucionales, sociales, de ciencia y

su transferencia, económico-financieros y empresariales que obstaculizan la consolidación de un clúster de biotecnología en el país (Innpulsa, 2013).

En el mundo se pueden encontrar experiencias exitosas de clústeres y redes de innovación en el sector biotecnológico que sirven de referente para Colombia, entre ellos se encuentra:

**Clúster de San Diego:** emergió en un territorio planeado para la investigación y el desarrollo. Fomenta continuamente la cooperación y proximidad entre los actores. Allí se han instalado actores claves fuertes que trabajan sinérgicamente; los empresarios cuentan con experticia en negocios, los empleados son altamente cualificados, las universidades son reconocidas (Ej. Universidad de California), el entorno fomenta el emprendimiento de base tecnológica, existen inversionistas de capital de riesgo que brindan apoyo financiero a las nuevas empresas y a las universidades para la comercialización de sus tecnologías, y también se encuentran proveedores de bienes y servicios especializados en biotecnología. La consolidación de un grupo de empresas líderes atrae a más empresas del sector a la región, adicionalmente, el Clúster se beneficia de su cercanía a la ciudad de Los Ángeles en temas de acceso a infraestructura de transporte e instalaciones para los visitantes de negocios. (Fikes, 2015; Kim, 2010)

**Sistema de Innovación Vegetal de Holanda:** la proximidad geográfica que ofrece el territorio al Sistema facilita el flujo intensivo de conocimientos y la fuerte colaboración entre los actores (existe una cultura de colaboración, también asociaciones público-privadas, estrechos vínculos entre empresas y centros de investigación y educación, y las empresas de la cadena de valor cooperan para obtener ideas innovadoras y conocimiento del mercado). El gobierno apoya fuertemente al Sistema a través de inversiones en educación e investigación agrícola y existe un sistema de protección intelectual eficiente. Las empresas están orientadas a la innovación, han implementado procesos de innovación en sus organizaciones, se enfocan en

las necesidades del mercado (monitoreo constante) y en la superioridad de sus productos y/o procesos, y los empresarios se caracterizan por sus habilidades de comunicación y su compromiso con la innovación. (Liu et al. 2015; Pannekoek et al. 2005)

**Sector de Biotecnología Agrícola de Malasia:** se realizan esfuerzos continuos para atraer inversión extranjera, existe una oferta importante de mano de obra calificada en biotecnología agropecuaria, el sector se ha enfocado en el desarrollo de áreas claves de biotecnología agropecuaria y se beneficia de la colaboración de centros de investigación externos para la aplicación de tecnologías. El sistema legal y la infraestructura están bien desarrollados. (Frost & Sullivan, 2009)

En este contexto, cabe preguntarse ¿Esos son los factores de éxito que Colombia necesita desarrollar para consolidar clústeres en el sector biotecnológico? Los tres ejemplos de los clústeres de biotecnología tienen una característica diferente de la situación de los cinco polos de biotecnología en Colombia. Son factores de éxito de clústeres bien establecidos y en crecimiento en países desarrollados (EE.UU, Países Bajos) o con un soporte fuerte por una política de innovación y recursos del estado (Ej. Malasia).

Por ejemplo, en Bogotá se tiene la estrategia de especialización inteligente que es el nuevo plan que tiene la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB) para lograr que la capital incremente su productividad y sofisticación, al tiempo que explota las ventajas comparativas que tiene como región frente a los departamentos. El *Bio-Polo* es una de las cinco grandes áreas estratégicas en las que enfocarán los esfuerzos de todos los actores del sistema de competitividad. En Bio-Polo la idea es relacionar los clústeres y sectores de las ciencias de la vida, y así incluir sectores tanto del ámbito agropecuario como agroindustrial (Cámara de Comercio de Bogotá, 2013). La Figura 0.1 ilustra las cuatro áreas descritas. La visión de la CCB es parte de una estrategia de Industria Emergente (*Emerging Industries*) con el objetivo de que los nuevos sectores industriales o los sectores industriales existentes estén

evolucionando o fusionándose en nuevas industrias impulsadas por una idea disruptiva (o convergencia de ideas), que lleva a convertir estas ideas y oportunidades en nuevos productos y servicios con mayor valor agregado (Heffernan and Phaal 2009). En el caso del Bio-Polo, están impulsados por las necesidades del cliente a través de nuevos desafíos sociales (por ejemplo, importancia en la seguridad alimentaria y nutricional sostenible, salud pública y el envejecimiento de la sociedad), tecnologías habilitadoras clave como la biotecnología y nanotecnología y nuevos modelos de negocio como conceptos de servicio innovadores. El reto es identificar los factores de éxito en esta fase de emergente de los clústeres e industrias para liberar el potencial creativo y empresarial de Colombia para desarrollar la competitividad y la prosperidad futuras de las regiones.

**Figura 0.1**

*Áreas potenciales de desarrollo en biotecnología, Bio-Polo de Camera de Comercio de Bogotá*



Tomado de: CCB. [http://recursos.ccb.org.co/ccb/flipbook/2016/Especializacion\\_Inteligente/#3/z](http://recursos.ccb.org.co/ccb/flipbook/2016/Especializacion_Inteligente/#3/z)

## Las empresas PYMEs en Colombia

Para establecer el porqué de la conformación e iniciativas de clústeres, es necesario comprender el concepto de PYME (pequeñas y medianas empresas) y su relación de necesidad de impacto en la estructura y funcionamiento económico con el concepto de clúster.

El concepto de PYME, puede definirse de manera general como las micro, pequeñas y medianas empresas de naturaleza, industrial, comercial o de servicios, que pueden caracterizarse a través de diversas variables que aplicaran según el país al que se adapte, las cuales varían entre número de trabajadores, valor de ingresos brutos anuales, ventas, monto de activos y patrimonio neto; En el caso específico de Colombia, la clasificación se basa en el número de trabajadores y el monto de activos. (Cardozo et al., 2012)

La importancia económica de las PYMES en América latina radica en que al generarse coadyuva en la generación de empleos e impacto socioeconómico, en el 2008, en promedio, las PYMES generaban un 64,26% del empleo total en Latinoamérica (Saavedra et al., 2008); en Colombia para el 2019 las cifras del DANE arrojan que las Pymes representan más del 90% del sector productivo nacional, y generan el 35% del PIB y 80% del total de empleo del país. (Mintrabajo, 2019)

En un entorno de negocios altamente competitivo y cambiante se pone a prueba la capacidad de adaptación y respuesta de las empresas (Lukas, 1999). De acuerdo con los resultados del estudio estadístico de innovación realizado por UNESCO (2012) algunos de los factores que obstaculizan la innovación, en las empresas colombianas encuestadas, son de orden: financiero (falta de fondos propios 42,1%, falta de financiación de fuentes externas 33,8%), de conocimiento (falta de personal calificado 41,5%, falta de información sobre tecnología 42,3% y falta de información sobre mercados 41,3%), por dificultad para encontrar

socios para la innovación (31,2%), por incertidumbre de la demanda para bienes y servicios innovadores (44,5%), “la innovación es fácil de imitar” (34,7%) y la insuficiencia de flexibilidad en las regulaciones y la normatividad (35,2%).

Adicionalmente, UNESCO (2017) identificó que las empresas colombianas activas en innovación (24,7% de las empresas manufactureras) se concentran en la adquisición de maquinaria, equipo y software (70,7%) y tan solo un 23,6% de estas empresas realiza actividades de investigación y desarrollo (I+D). La principal fuente de información para la innovación surge dentro de la misma empresa (98,6%<sup>2</sup>); otras fuentes de ideas son los clientes (50,4%) y las publicaciones técnicas y científicas (54,3%). Respecto a la cooperación para la innovación un 23,2% de las empresas trabaja conjuntamente con sus proveedores, un 2,8% se une a sus competidores y un 8,7% realiza proyectos con instituciones de educación superior.

Las anteriores cifras describen brevemente el panorama actual de la innovación en el entorno empresarial colombiano y permiten entender algunas de las dificultades para la construcción y consolidación de redes de cooperación. Los lineamientos conceptuales caracterizan a estas redes como mecanismos favorables para la innovación en las empresas debido a que promueven los procesos de transferencia de información y conocimiento tecnológico entre organizaciones, lo que implica, especialmente para las PYMEs, acceder a recursos especializados que amplían sus capacidades empresariales para generar procesos de innovación, y mejoras en la efectividad de dichos procesos.

Cuando las PYME intentan formar a ser parte de una economía basada en conocimiento, como en el caso de las dirigidas a la innovación, se enfrentan a la necesidad de tres factores a nivel microeconómico: “un aumento de las capacidades de las empresas, para

---

<sup>2</sup> Este es el porcentaje más alto de los 65 países estudiados, Corea obtuvo un 52,4%, Alemania un 51,7% y Japón un 33,7%.

adaptación tecnológica y de innovación, colaboración entre empresas mediante el establecimiento de redes y/o clústeres; y la competición como generadora de procesos de innovación en las empresas.” (Capó-Vicedo et al., 2007)

Porter (1998, como se citó en Capó-Vicedo et al., 2007) afirma que los clústeres pueden funcionar como proveedores importantes de una ventaja competitiva sostenible, de las empresas pertenecientes, dentro de la economía de alcance; por medio de la especialización de cada empresas y compra conjunta de materias primas, la aglomeración localizada también provoca que se maximicen los recursos de conocimiento organizacional e interacción social que promueve el mismo conocimiento colectivo necesario dentro de las condiciones del desarrollo de la innovación. (Capó-Vicedo et al. 2007)

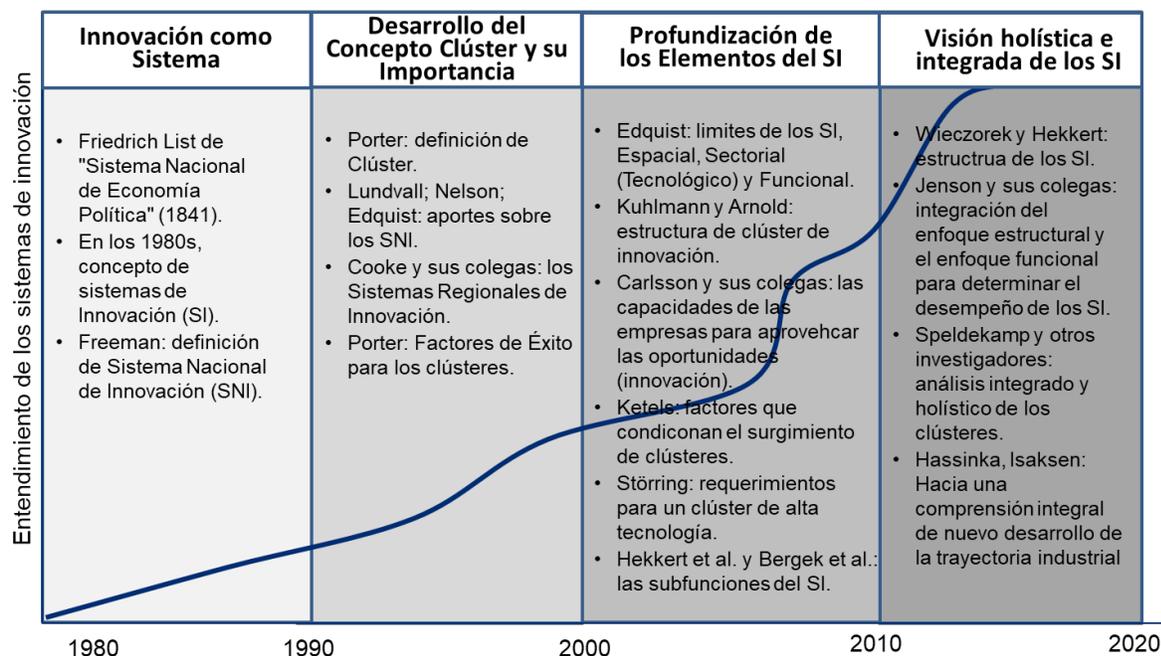
Para la PYME, Montoya et al. (2010), afirma que la cooperación interempresarial que logra la eficiencia colectiva se ve reflejada en una reducción de costes elevando la competitividad, las ganancias, las condiciones de trabajo, y la flexibilidad de una empresa en las dinámicas del mercado. “La competitividad en el nivel micro está basada en la interacción”, especialmente en el proceso de innovación y creación, donde otros factores a nivel de reglamento y estructuración se ven apoyados para surgir de manera adecuada y completa.

### **Identificación del problema**

Las investigaciones científicas sobre los Sistemas de Innovación (SI) y específico de concepto Clúster se han evolucionado en cuatro fases a partir de los 1980 como se muestra en la figura 0.2.

Figura 0.2

*Evolución de los sistemas de innovación en la literatura*



*Elaboración propia*

**1. Innovación como sistema.** En esta 1ª etapa empezó a tomar forma el concepto de los Sistemas de Innovación. Se dio una importancia especial a los Sistemas Nacionales de Innovación.

**2. Desarrollo del concepto clúster y su importancia.** El enfoque es regional y sectorial. En esta 2ª etapa, Porter ofrece una definición de Clúster y determina algunos de sus factores de éxito. También se hacen aportes sobre los Sistemas Nacionales de Innovación y los Sistemas Regionales de Innovación.

**3. Profundización de los elementos del SI.** En la 3ª etapa Edquist (2001) reconoce los límites de los SI, Kuhlmann y Arnold (2001) establecen una estructura de un clúster. Carlsson (2002) y otros investigadores definen las capacidades que deben tener las empresas a fin de aprovechar las oportunidades de negocio (Innovación). Ketels (2003) identifica los factores de

éxito para el surgimiento de los clústeres. Störriing (2007) señala cuáles son los requisitos para los clústeres de alta tecnología. Hekkert (2007), Bergek (2008) y sus colegas definen las subfunciones de los SI y Wieczorek y Hekkert (2012) estudian en más detalle la estructura de los SI.

**4. Visión holística de los SI.** Una percepción más integral y completa. En esta etapa final, Jenson et al. (2019) integran los elementos de análisis de la teoría estructural y funcional de los SI con el propósito de determinar el desempeño de los SI. Y Speldekamp et al. (2019) tras una revisión sistemática de los artículos publicados de 1990 a 2017 en la base de datos Thomson Reuters Web of Science identifican la necesidad de realizar análisis integrados y holísticos de los clústeres.

Se han realizado muchos intentos para copiar las propiedades de clústeres exitosos como el de Silicon Valley y transferirlos a otras regiones. Sin embargo, esto sucedió a menudo sin el éxito deseado (Feldman & Braunerhjelm 2006; Van Der Linde 2005), concluyendo que la forma en que funcionan los clústeres tiene poco que ver con su formación (Bresnahan, et al. 2001; Feldman y Braunerhjelm 2006), por esta razón, la fase de desarrollo de los clústeres ha recibido una consideración especial en los últimos años (Feldman & Braunerhjelm 2006). Si bien las razones del funcionamiento de un clúster son conocidas y a menudo se han investigado, sus procesos de desarrollo frecuentemente no están claros (Lorenzen 2005).

La creación de empresas generalmente se considera una parte esencial de esto (Klepper 2001; Feldmann et al. 2005); las universidades y las instituciones de investigación gubernamentales y la disponibilidad de capital de riesgo a menudo se mencionan como beneficiosas para la creación de empresas (Klepper 2001; Feldmann et al. 2005), sin embargo, especialmente en el mejor ejemplo de Silicon Valley, estas infraestructuras no surgieron hasta que el clúster ya se había establecido (Kenney y Von Burg 1999). Tampoco está claro en qué medida los nuevos clústeres se verán influenciados por las vías de desarrollo regional

existentes. Los estudios muestran que los nuevos clústeres se basan en caminos antiguos y los vinculan con nuevas tecnologías, como el clúster de medios en Leipzig (Bathelt y Boggs 2003), un enfoque que merece ser investigado para el desarrollo de clústeres biotecnológicos en Colombia.

Los casos de clústeres emergentes se describen principalmente en la corriente normativa de la literatura que proporciona más listas de instrumentos de política que resultan del análisis de conglomerados maduros existentes. Estas listas se aplican posteriormente a aquellas regiones que afirman tener clústeres emergentes sin tener en cuenta características regionales específicas como el perfil de la industria regional, el capital social, las instituciones nacionales, etc., lo cual conduce a un malentendido de políticas que muchos académicos critican (Martin y Sunley, 2003; Maskell, 2001). Solo se ubican dos puntos de coincidencia: existen diferencias significativas entre los procesos y factores que conducen a la formación de un clúster y los que son sintomáticos de su funcionamiento; y cuando surge una nueva industria, se establecen empresas en muchas regiones, pero un clúster solo surge en algunas de estas regiones (Romanelli y Feldman, 2006; Storper y Walker, 1989). Estas ambigüedades han llevado a la descripción del proceso de formación de clústeres regionales en función de eventos aleatorios. Uno de los enfoques principales que respaldan este argumento es la “ventana de oportunidad de ubicación” (Scott 1988; Storper & Walker, 1989), se fundan empresas en muchas regiones, sin embargo, debido a “accidentes históricos aparentemente triviales” (Krugman 1991), se fundan más empresas en algunas regiones que en otras. En la región en la que se establecen la mayoría de las empresas debido a estos *eventos aleatorios*, primero comienzan a actuar los efectos de aglomeración, con lo cual se forma el clúster en esta región.

Brenner (2004) propone un modelo más metodológico de emergencia de conglomerados que clasifica los mecanismos que afectan el momento y la ubicación de la emergencia de clústeres, los principales elementos y factores de su modelo son:

**Condiciones de la localidad.** El atractivo de la región (en combinación con una situación de mercado) tiene que ser lo suficientemente alto como para superar un cierto valor crítico (la primera masa crítica), ejemplos: la ubicación geográfica, la política regional y nacional, el sistema educativo, incluida la existencia de universidades, investigación, cultura.

**Condiciones para la aglomeración.** La población de empresas locales debe superar un valor crítico (la segunda masa crítica) durante la fase inicial. Ejemplos: densidad institucional, 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.

**Condiciones de asociatividad.** Los procesos locales de auto-aumento deben estar presentes. Ejemplos: la actitud hacia la cooperación, la estructura de gobernanza en la región y la actitud de la población hacia el desarrollo tecnológico.

Las condiciones exógenas tienen un papel importante en su modelo. Tienen que superar un cierto nivel para desencadenar el desarrollo hacia un clúster industrial local, además, para el surgimiento del clúster de innovación, la infraestructura tecnológica (por ejemplo, empresas relacionadas con las industrias manufactureras, las empresas y la I + D universitaria, los institutos tecnológicos) como fuente geográfica de innovación es esencial. La presencia de industrias relacionadas es particularmente importante para el conocimiento tácito: estas empresas proporcionan un conjunto de conocimientos técnicos y una base potencial de proveedores y usuarios de innovaciones. La aglomeración de habilidades, conocimientos, instituciones y recursos especializados conforman una infraestructura tecnológica subyacente que es necesaria para los procesos de auto-aumento de los clústeres de innovación.

En síntesis, se identificaron varios aspectos percibidos como problemáticos: en primer lugar, la experiencia vivida en países en vías de desarrollo también como en países desarrollados han tenido resultados poco alentadores en sus esfuerzos, en diferentes partes del mundo han tratado de construir un nuevo Silicon Valley, aproximándose a obtener fuentes de tecnología, trabajo y capital libre. De alguna forma, la primera enseñanza de Silicon Valley es que se necesita más que la sola presencia de los actores económicos, de esta manera se requiere de las relaciones entre las empresas, de su conocimiento y la apropiación de la región teniendo en cuenta la historia, la cultura, y el contexto sociológico. Requiriendo para ello la construcción de un marco interdisciplinario que contenga análisis de los procesos económicos como competencias, competitividad y desarrollo de la economía; la tecnología como el traspaso de tecnología, teoría de redes; ciencia política con acción social, cooperación, relación y negociación, así como el estudio sociocultural incluida cultura empresarial y cultura regional.

En segundo lugar, se identifica información amplia en la literatura, así como la realización de estudios teóricos y prácticos de los clústeres de alta tecnología enfocados en su importancia como impulsador del progreso económico para las regiones, estudios realizados ante el interés implícito en las políticas de los estados para crear zonas de desarrollo económico acelerado. La existencia de esta información y estudios de clúster plantea un debate sobre las razones por las cuales las regiones no han logrado alojar un clúster aun cumpliendo los diferentes requerimientos de tipo económico y estructural.

En tercer lugar, como escribe (Feldman et al. 2005), necesitamos más estudios sobre los clústeres emergentes para comprender cómo se inician estos procesos; asimismo, la mayoría de los estudios de conglomerados describen clústeres ya existentes y en funcionamiento. Además, no se ha encontrado ningún marco general de los factores de éxito de clúster de innovación en la fase emergente en la literatura publicada. Brenner (2004) señala que su enfoque teórico no puede ofrecer más información sobre estos factores (por un instante

con respecto a la fuerza de estos factores) a pesar de su importancia relativa para que surja un grupo en una región determinada, hay muy pocos ejemplos de estudios de caso que analicen clústeres emergentes o potenciales durante su fase en la que emergen. Como se describió anteriormente, los procesos de emergencia de los clústeres no son claros y esto implica que no existe una metodología suficiente para estudiar los conglomerados emergentes mientras aún están surgiendo.

En cuarto lugar, de acuerdo de Menzel (2008), parecen tener dos aspectos de especial relevancia para la formación de clústeres, a saber, el establecimiento de las primeras empresas y la aparición de los efectos de aglomeración. Además de los efectos de aglomeración estática en forma de ventajas de costos y especialización en la cadena de valor, los efectos de aglomeración dinámica en forma de procesos de aprendizaje colectivo han atraído cada vez más atención (Harrison et al. 1996; Malmberg & Maskell. 2002). Para un mayor establecimiento de empresas de tecnología, deben darse ciertas condiciones, por ejemplo, una base científica sólida y habilidades de gestión de la innovación o apoyo político, que le dan al clúster emergente el potencial para alcanzar una masa crítica. Zucker et al. (1998) muestran que en los Estados Unidos las empresas de biotecnología surgieron principalmente en los lugares donde los *científicos estrella* trabajaban en las universidades locales y difundían conocimientos sobre la nueva tecnología. En su modelo de ciclo de clústeres, Avnimelech & Teubal (2006) señalan la importancia de una fase de condición de fondo (*background condition phase*) que tiene lugar antes de las primeras puestas en marcha; en esta fase se realizan desarrollos tecnológicos y se capacita a estudiantes y doctorandos en las nuevas tecnologías en las instalaciones de investigación.

Para que las nuevas empresas PYMEs de tecnología (por ejemplo, las empresas derivadas de universidades, *spin-offs*) desarrollen y comercialicen con éxito productos y procesos innovadores, necesitan desarrollar una gama de habilidades de gestión, por ejemplo,

para la aplicación de procesos de aprendizaje colectivo en la empresa, se debe desarrollar la capacidad de absorción en el marco de la gestión del conocimiento; estos factores de éxito endógenos para el desarrollo de innovaciones exitosas para PYMEs en sectores de alta tecnología como la biotecnología, deben definirse como un requisito previo para el desarrollo de clústeres emergentes.

En quinto lugar, el estudio bibliométrico sobre clústeres realizado por Speldekamp et al. (2019) identificó que a pesar de que el concepto se ha convertido en un tema central de investigación de múltiples disciplinas, la literatura se encuentra fragmentada y es confusa, debido a que las afirmaciones teóricas y los resultados empíricos, en ocasiones, son contradictorios respecto a su descripción sobre cómo los clústeres generan innovación e impactan el crecimiento económico. Según Speldekamp et al. (2019), los desacuerdos en la literatura se explican por una limitada atención a la complementariedad entre las dimensiones del clúster y por lo tanto, los autores adoptan un enfoque de configuración que logra capturar las diferentes perspectivas, encontrando puntos en común de acuerdo con los tres elementos principales que constituyen el concepto de Porter (1998): geografía, redes e instituciones.

En sexto lugar, el comportamiento de las publicaciones sobre los clústeres y el sector biotecnológico ha decrecido en los últimos años (base SCOPUS), pasando de 27 documentos en 2012 a 8 en 2018, tan solo se identificaron 8 documentos para clústeres de innovación relacionados con biotecnología a partir de 2006, en 2019 se publicaron 3 documentos, el mayor número alcanzado en respecto a los documentos sobre investigaciones de clústeres en Colombia se identificaron 159, presentando una tendencia creciente con 26 publicaciones en 2018. No se identificaron documentos sobre clústeres de biotecnología en Colombia, tan solo un artículo sobre la propuesta de un Sistema Regional de Innovación en Biotecnología (SRIB) de 2013. Estas investigaciones son relevantes desde el punto de vista del conocimiento general sobre los clústeres de innovación. Mover el foco de los estudios analíticos a las cuestiones

metodológicas este trabajo establece que la creación y consolidación de un clúster biotecnológico depende de la visión holística e integrada del sistema de innovación regional tener en cuenta las condiciones del modelo de Brenner (2004).

Finalmente, en el contexto específico de los cinco polos de la biotecnología en Colombia, esta visión es importante para la discusión regional sobre el apoyo al desarrollo de estas iniciativas de clúster, es importante que las regiones puedan beneficiarse económicamente de las competencias aquí presentes, se necesita una política enfocada y reconocer cuáles son los factores de éxito para desarrollar clústeres de innovación emergentes.

Los argumentos anteriores permitieron identificar varias brechas de investigación:

**Brecha 1.** Speldekamp et al. (2019), señalan que la mayoría de estudios sobre clústeres se centra en una o dos dimensiones del concepto de clúster de Porter (1998): redes, instituciones y geografía; lo que crea desacuerdos y confusión en los resultados. La investigación adoptara un **enfoque holístico** que permita contener de forma completa las dimensiones de un clúster emergente.

**Brecha 2.** Speldekamp et al. (2019), sostienen que las dimensiones del clúster se unen de formas complejas; sin embargo, en la literatura el tema se encuentra poco desarrollado. Poco se conoce sobre cómo sus dimensiones pueden complementarse y tampoco es claro qué factores son necesarios o suficientes o si existen múltiples caminos (configuraciones) para llegar a un resultado como un clúster de innovación exitoso. La falta de atención teórica a la complejidad del clúster también significa que las relaciones entre las dimensiones del clúster se han dado por sentado en lugar de agruparlas. La investigación articulará las **dimensiones de análisis clúster e identificará los factores de éxito relacionados** (elementos exógenos y endógenos).

**Brecha 3.** Speldekamp et al. (2019), indican que no siempre se tiene en cuenta los efectos de nivel superior de los clústeres debido a los diferentes niveles de análisis empleados.

Algunos estudios empíricos se concentran en los efectos del clúster a nivel local o de empresa. Estos enfoques no tienen en cuenta los posibles vínculos indirectos con asuntos de orden superior, también identifican que en algunos estudios empíricos se da poca atención a las instituciones de nivel superior (ej. leyes y regulaciones). Por consiguiente, la investigación tendrá en cuenta que el clúster es un sistema que se encuentra inmerso dentro de un **sistema de competitividad de orden superior** con el que interactúa. Igualmente, se tendrá en cuenta las relaciones externas de los actores del clúster y el entorno en el que este se desarrolla (condiciones políticas, sociales, económicas, entre otras).

En este sentido, el problema concreto consiste en el desconocimiento de los factores de éxito para el desarrollo de clústeres en el sector biotecnológico en Colombia, como caso particular.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Determinar los 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 con actividades relacionadas con el sector.

### ***Objetivos específicos***

**Objetivo 1.** Reconocer conceptualmente las nociones sobre clúster (implementación), redes de cooperación (innovación), sistemas regionales de innovación.

**Objetivo 2.** Reconocer los elementos que tienen impacto en el desempeño en la innovación de las PYMEs en Colombia (Ej. Especialización, emprendimiento, redes empresariales, ruta de la innovación (incremental-radical), coopectencia (competencia y cooperación), rol del gobierno nacional y regional, políticas, entre otros).

**Objetivo 3.** Conocer el perfil de desarrollo de las configuraciones asociativas en biotecnología de Colombia para incentivar la innovación en las PYMEs con negocios relacionados con el sector.

**Objetivo 4.** Proponer un modelo conceptual para un sistema de clúster de innovación en biotecnología basado en factores claves de éxito.

### **Contribuciones e impactos de la investigación**

Adicionalmente, la investigación tendrá impactos en tres enfoques:

1. En conceptos sobre la innovación en clústeres, por ejemplo, en el concepto propuesto por Porter (1998) en el que determina tres dimensiones de los clústeres: la geografía, las redes y las instituciones, necesarias para la innovación.
2. En conceptos sobre emprendimiento relacionado con los procesos de transferencia tecnológica y *spill-offs*, la importancia de las capacidades de las empresas en los procesos de absorción y adopción de nuevas tecnologías especialmente de los clústeres emergentes.
3. En conceptos que analizan a los clústeres desde la perspectiva de desarrollo de la economía regional. Eso significa conocer la naturaleza de la relación entre el clúster local y otros marcos analíticos de referencia, como los propuestos en el modelo de Competitividad Sistémica.

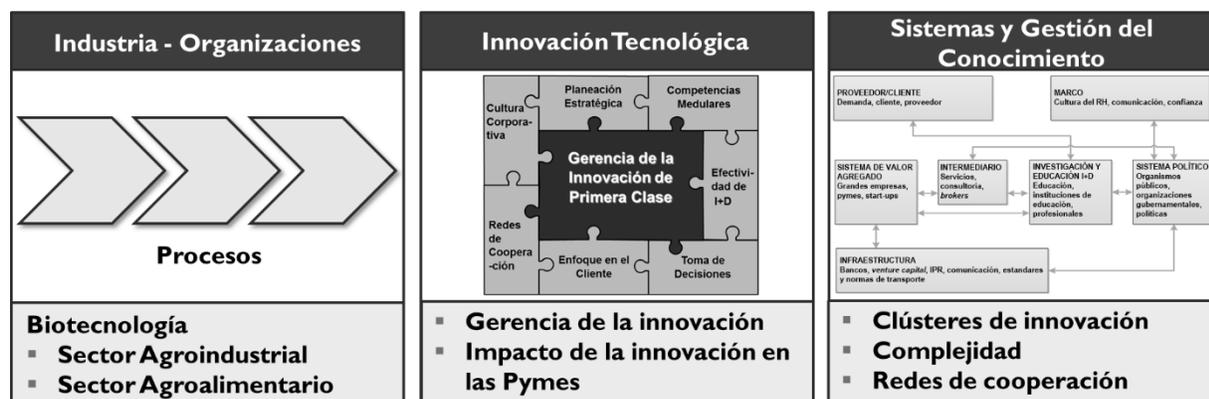
### **Alcances**

La investigación se enmarca en la línea de investigación del Doctorado de Ingeniería – Industria y Organizaciones: Sistemas y Gestión de la Tecnología, la Información, el Conocimiento y la Innovación Tecnológica en la Industria y las Organizaciones. En el nivel de

Industria-Organizaciones se pretende identificar y reconocer los avances biotecnológicos del sector agroindustrial-agroalimentario de Colombia. En el nivel de Innovación Tecnológica se tendrá en cuenta la investigación básica, el desarrollo tecnológico, los procesos de transferencia tecnológica y su impacto de la innovación en las PYMEs, finalmente, en el nivel de Sistemas y Gestión del Conocimiento se analizarán las relaciones entre los actores, teniendo en cuenta la complejidad en las redes de cooperación para la generación de la innovación. La Figura 0.3 ilustra los tres niveles descritos.

**Figura 0.3**

*Niveles de estudio abordados en la investigación*



*Elaboración propia*

De acuerdo con lo expuesto, la presente investigación ofrecerá nuevos elementos para el análisis del potencial desarrollo de los clústeres de biotecnología en Colombia su relación con la innovación en las PYMEs (biotecnología agrícola) y propone un Macro Modelo Conceptual basado en los factores de éxito que se convierte en una importante base de análisis.

## Estructura de la tesis

Este documento se encuentra organizado en seis capítulos. El **capítulo 1**, tiene en cuenta la teoría estructural y la teoría funcional para realizar un acercamiento a los conceptos modelos de innovación regional y sectorial, profundizar el concepto de clúster de innovación y el impacto de estas estructuras organizacionales a la innovación empresarial y especialmente en las PYMEs. Luego, se expone el concepto de factores claves de éxito, sus fuentes e identificación. El Capítulo concluye con el modelo de Competitividad Sistémica que ofrece un marco de análisis amplio basado en cuatro niveles de interacción, Nivel Meta, Nivel Macro, Nivel Meso y Nivel Micro; en el que se inscriben los sistemas de innovación.

El **capítulo 2**, expone las características principales del contexto del sector biotecnológico en el mundo y en Colombia; luego se centra en el subsector de la agrobiotecnología y presenta un *benchmarking* de factores de éxito del sector y finaliza con algunas de las tendencias de desarrollo actuales.

El **capítulo 3**, presenta el marco metodológico. Define el enfoque epistemológico y metodológico de la investigación. También muestra la metodología para la revisión documental y determina los factores que son importantes para la definición de los modelos conceptuales tener en cuenta las condiciones del sector de biotecnología en Colombia. Define el diseño de los modelos de factores de éxito que se sintetizan en un Macro Modelo Conceptual de tres dimensiones. El capítulo concluye con la Metodología de Estudio de Casos, el diseño de los instrumentos de recolección de información y el tratamiento de los datos.

El **capítulo 4**, presenta el reporte de los casos estudiados. La descripción de cada uno de los casos de acuerdo con la estructura del Macro Modelo de Factores de Éxito, los resultados de las encuestas a los expertos consultados y los análisis realizados.

En el **capítulo 5**, se concluye y se presentan las contribuciones realizadas desde la revisión de la literatura, el contexto de la investigación, la metodología y los resultados obtenidos.

También, se realizan las recomendaciones correspondientes para el desarrollo de la bioeconomía en Colombia y para la realización de futuras investigación.

## 1. Marco teórico y conceptual

En los años 1940s, Joseph Schumpeter inició la conceptualización de la innovación en el entorno económico asociándola a la novedad y el cambio en productos, procesos, mercados, el desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento de materias primas y modificaciones en la organización industrial. En su teoría de desenvolvimiento económico en la cual la innovación se explica como un proceso de "destrucción creadora", donde las nuevas combinaciones de ideas y recursos dan como resultado aplicaciones innovadoras, que reemplazan a las técnicas o rutinas, así como los métodos de producción, productos y organizaciones existentes.

Posteriormente, en los años 1970s, Zaltman, Duncan, y Holbek (1973) definen la innovación como "cualquier idea, práctica, objeto material percibido como nuevo por la unidad relevante de adopción" (p. 10); en los 1990s, Damanpour (1991), señala que la innovación se relaciona con la generación, el desarrollo y la adaptación de nuevas ideas nuevas dentro de las empresas y la *European Commission* (1995), la define como "la producción, asimilación y explotación exitosa de la novedad en las esferas económicas y sociales" (p.1).

Los anteriores planteamientos enmarcan a la innovación dentro del ambiente de la empresa; sin embargo, las fuentes u orígenes de la innovación son tanto internos como externos a las empresas. Internas, cuando son el resultado de procesos de investigación y desarrollo de tecnología básica (pionera) de la empresa y externas cuando es el mercado el que jalona los nuevos desarrollos (Camisón et al. 2003; Choi, 2018; Di Stefano et al. 2012). Indistintamente del origen de la innovación, esta exige la generación y consolidación de capacidades tecnológicas y de gestión en las empresas que les permitan ser sostenibles en el tiempo, bajo condiciones de incertidumbre (Cai, et al. 2019; Gertler et al. 2002; Teece & Leih, 2016).

Este capítulo, toma en consideración que las empresas no son sistemas cerrados en los que se desarrollan procesos de la innovación aislados, sino que las empresas son en sí mismas partes de sistemas más robustos, compuestos de múltiples actores con los que debe interactuar dentro de unas condiciones marco y haciendo uso de una infraestructura de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) y de los recursos y las capacidades presentes en un territorio en particular. En este contexto, resulta pertinente iniciar la revisión documental sobre algunos modelos de innovación sistémica.

### **1.1 Los diferentes conceptos del sistema de innovación**

En las últimas décadas se han realizado investigaciones sobre el rol de la innovación en el éxito económico de territorios particulares, regiones y naciones, estas investigaciones han señalado dos dimensiones de la innovación: (a) el rol de la interacción sistémica entre los diferentes agentes de la cadena de innovación, en particular entre los productores y usuarios de bienes intermedios (Abhari et al. 2019; Lundvall, 1992) y entre el sector de negocios y la comunidad académica-investigación (Cheng et al. 2018); y (b) la formación institucional de los procesos de innovación, es decir, las diferentes configuraciones de instituciones que establecen entre ellas procesos particulares de *networking*, con el propósito de desarrollar diferentes tipos de capacidades para el avance del desarrollo tecnológico y su comercialización (Eggers et al 2020; Legendijk & Charles, 1999). Para que se produzca la innovación y esta tenga impacto en las regiones se debe tener en cuenta la compleja dependencia de la innovación con la estructura política y social de las regiones en las que se implantará (Papaioannou & Srinivas, 2019; Scheel, 2012). En este sentido, “el enfoque del sistema de innovación reconoce que la innovación adopta múltiples formas y es resultado de las interdependencias entre una variedad de actores” (Asheim et al. 2019, p. 6).

Dada la naturaleza sistémica de la innovación, resulta pertinente conocer la clasificación de los sistemas de innovación de acuerdo con sus límites. Edquist (2001), indica que los límites de los sistemas de innovación pueden definirse por criterios espaciales, sectoriales y/o funcionales, un mismo sistema de innovación puede tener una configuración espacial y sectorial o funcional y espacial, etc. Los límites se identifican a través de las causas o determinantes de las innovaciones. En el estudio bibliométrico de Souzanchi Kashani y Roshani (2019) sobre sistemas de innovación para el periodo 1975 a 2016, indica que ha habido muchos enfoque respecto al alcance y la aplicación de los sistemas de innovación estos se clasifican normalmente como sistemas nacionales o regionales de innovación, dando énfasis a su desarrollo geográfico, y en sistemas tecnológicos o sectoriales de innovación indicando su campo de aplicación. También señalan que la literatura temprana no hace alusión a la perspectiva funcional de los sistemas de innovación, sino que son autores como Bergek y Hekkert (2015) quienes empiezan a hacer aportes a esta visión, la Tabla 1.1 presenta los criterios de delimitación de los sistemas de innovación.

**Tabla 1.1**

*Delimitación de los sistemas de innovación (SI)*

<b>Espacial</b>	<b>Sectorial</b>	<b>Funcional</b>
Los límites del SI no se eligen de forma mecánica. Consiste en la elección de áreas geográficas en las que el grado de “coherencia” u “orientación interna” a los procesos de innovación es alto.	Los límites del SI por campos tecnológicos (tecnologías genéricas) o áreas de productos que pueden tener alcance local, regional, nacional, internacional o global. La delimitación en términos geográficos depende de las circunstancias.	El SI es delimitado por todos los factores importantes del ámbito económico, social, político, organizacional, institucional, entre otros; que influyen en el desarrollo, difusión y uso de la innovación
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistemas de innovación supranacionales (internacionales)</li> <li>▪ Sistemas de innovación nacionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistemas tecnológicos de innovación</li> <li>▪ Clústeres de innovación</li> <li>▪ Sistemas sectoriales de innovación.</li> <li>▪ Polos tecnológicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Economías de la creatividad</li> <li>▪ Regiones de aprendizaje</li> <li>▪ Polos de desarrollo o crecimiento</li> </ul>

- 
- Sistema de innovación subnacionales (regionales, locales)
  - *Innovacities*
- 

Adaptado de Edquist (2001)

A continuación, se presentan algunos modelos de innovación sistémica.

### **1.1.1 Sistemas Nacional y Regional de Innovación (SNI-SRI)**

El concepto de Sistemas de Innovación se desarrolló en los 1980s de forma simultánea en diferentes partes de Europa y Estados Unidos. De acuerdo con Freeman (1987), un Sistema Nacional de Innovación es básicamente una red de instituciones en el sector público y privado, cuyas actividades e interacciones dan inicio, modifican, importan y transfieren nuevas tecnologías. Este concepto fue enriquecido posteriormente, en los años 1990s con los aportes de: Lundvall (1992), quien estudió las características del proceso de aprendizaje en estos sistemas y destacó que el conocimiento es el recurso más fundamental de la economía moderna, y por consiguiente, el proceso de aprendizaje es el más importante; por otro lado, Nelson (1993), realizó una comparación de las experiencias de diferentes Sistemas Nacionales de Innovación, en estudios de casos complejos y heterogéneos; y Edquist (1997), identificó factores sociales y económicos que son determinantes para el desarrollo de los Sistemas Nacionales de Innovación.

El concepto de SNI se fundamenta en el entendimiento de la naturaleza compleja de los procesos de innovación, que promueve en los agentes económicos de producción el establecimiento de interacciones con otras entidades con el propósito de crear, desarrollar e intercambiar recursos y capacidades. Los factores que tienen una mayor influencia en la generación de innovaciones son: la infraestructura, el talento humano capacitado, las interacciones empresa-empresa y empresa-institución para la creación de conocimiento

conjunto y el apoyo del gobierno al avance tecnológico (Singh, 2004), para los países cuyo ingreso no es alto el factor para la innovación más importante es la gestión eficiente del capital institucional (Gogodze, 2016). A su vez, los factores con mayor influencia en la creación de nuevas empresas dentro de algunos SNI son económicos y de infraestructura (Alnafrah & Mouselli, 2018) .

En investigaciones posteriores se ha cuestionado la relevancia de la dimensión nacional los sistemas de innovación y se han concentrado en el análisis de sistemas regionales, delimitando un espacio geográfico más pequeño, pero que cuenta con suficientes capacidades de gobernanza sobre territorios locales, asimismo, con un nivel de cohesión que le permite distinguirse de otras regiones (Cooke et al. 1997).

En este sentido, resulta oportuno conceptualizar que los **Sistemas Regionales de Innovación**<sup>3</sup> (Figura 1.1) son estructuras organizacionales que se generan por la convergencia de los intereses de diferentes actores regionales y tienen como fin el desarrollo, uso y difusión de tecnologías e innovaciones para potenciar el desarrollo endógeno de la región. “El enfoque SRI hace hincapié en la importancia de la proximidad geográfica para la transferencia de conocimientos y para el aprendizaje y, por tanto, legitima la perspectiva regional sobre los sistemas de innovación” (Asheim et al., 2019, p. 7). Los SRI se componen de tres elementos

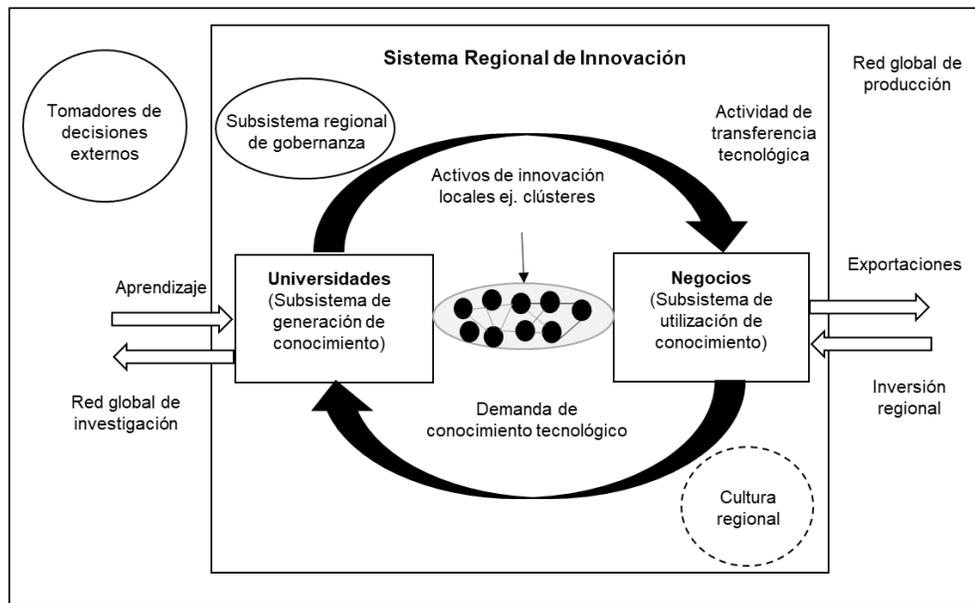
---

<sup>3</sup> El concepto de Sistema Regional de Innovación no debe confundirse con el de Regiones de Aprendizaje debido a que el concepto de Regiones de Aprendizaje se aplica a las “áreas donde existe industria con bajo nivel de innovación y competitividad y por lo tanto comienza su movimiento hacia una región que fomenta la innovación a través del aprendizaje. Asimismo, las regiones de aprendizaje trabajan en aprender de las experiencias institucionales, los errores y buenas prácticas que pueden mejorar la eficiencia de otras organizaciones, más que en los procesos de innovación tecnológica. En general el concepto de regiones de aprendizaje es el más adecuado para el desarrollo de regiones subdesarrolladas del país” (Nuño-Ayala, 2012, p. 18).

principales: Las redes de aliados, las redes de innovación productiva (Pierrakis & Saridakis, 2019) y la gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación (Aguilar et al. 2006).

**Figura 1.1**

*Sistema regional de innovación*



Tomado de: Cooke & Piccaluga (2004).

Las redes de aliados son construidas por la concertación de objetivos y expectativas comunes; su función principal es llevar a cabo una gestión pública y privada de una forma más concertada y democrática, para ello se concentran en: el mejoramiento de los procesos de transferencia e innovación científico-tecnológica (Pinto et al. 2019), la estructuración de relaciones con diversos actores regionales para el desarrollo *networking*, la promoción de un elevado nivel de organización y cohesión social - como parte del capital social y servir como proceso de evaluación, intercambio y acumulación conjunta de *know-how* (Asheim et al., 2019; Martínez, 2001).

Las redes de innovación productiva integran intereses individuales tanto de instituciones públicas como privadas para apoyar a las empresas productoras de bienes y servicios en lo relacionado con el mejoramiento de las capacidades tecnológicas, de producción y mercadeo, de organización y de capacitación, para contribuir con el incremento de su competitividad (Farinha et al. 2018). Para la conformación de las redes de innovación productiva se requiere, entre otras cosas de: la existencia de grupos organizados, vinculados en torno a una problemática común, mecanismos que faciliten y promuevan la integración de los actores de la localidad, entendimiento por parte de los miembros de la red de la importancia de las capacidades de concertación, una adecuada capacidad tecnológica de los miembros de la red (Benneworth & Fitjar, 2019), la existencia de un líder comunitario o una institución que promueva la conformación de la red, la integración grupos de investigación con capacidades para atender las problemáticas del entorno socioeconómico local (Gjelsvik, 2018) y la creación de empresas con capacidades de agregación de valor a la oferta (Aguilar et al., 2006).

Los procesos de gestión en ciencia, tecnología e innovación tienen un importante impacto regional debido a que favorecen la expansión, flexibilidad y sostenibilidad en el tiempo del SRI. Estos procesos se enfocan en ejecutar: (a) acciones que promuevan el desarrollo y aplicación, tanto regional como local, de la ciencia, la tecnología y la innovación; (b) acciones específicas que den solución a las necesidades y oportunidades regionales, bajo esquemas de concertación, vinculación y participación entre los 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).

La Figura 1.2, presenta los factores determinantes para el éxito de los SRI.

Figura 1.2



Tomado de: Aguilar, J., Terán, O., & 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).

La Figura 1.2, reconoce dentro de los factores de éxito del SRI, la presencia y articulación de cuatro grupos de actores claves que inciden directa o indirectamente en el proceso de innovación: las universidades, los emprendedores, el gobierno local y la comunidad. La innovación se gesta y desarrolla en un ambiente apto para innovar en el que existan recursos y capacidades suficientes y apropiados, entre los que encuentran los recursos financieros, la infraestructura y el capital humano capacitado. Además, este ambiente para la innovación debe contar con una estructura económica atractiva para los inversionistas y emprendedores.

Otras configuraciones espaciales para la innovación son los clústeres a continuación se les describe en más detalle.

### 1.1.2 Clúster

Según 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 normativización. 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. 199).

También es definido “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” (Craig et al. 2014, p. 56).

Dentro de la literatura y la formulación de políticas, el término "clúster" se utiliza para describir una variedad de fenómenos. El término *clúster regional* se ha utilizado para describir

distritos industriales de pequeñas empresas artesanales, centros de alta tecnología, aglomeración de empresas de servicios financieros y comerciales en ciudades, localidades empresariales y grandes sucursales y sus cadenas de suministro. Press (2006) afirma que todos comparten un denominador común al referirse a los clústeres como “concentraciones espaciales no aleatorias de actividad económica que existen debido a los efectos de las externalidades de aglomeración”. Las externalidades de aglomeración se definen aquí como “las externalidades de especialización y concentración y las externalidades de diversidad económica y social que surgen de la concentración espacial de agentes económicos” (Press, 2006, p.59). Por lo tanto, la aparición de agrupaciones suele ser el resultado de una combinación de *accidentes históricos* y *factores específicos de la industria*, lo que facilita la posibilidad de obtener *beneficios de proximidad de primer orden*.

Los clústeres surgen naturalmente en los procesos del mercado, porque los efectos de derrame locales entre tales actividades mejoran el desempeño a nivel empresarial y regional. Ejemplos de tales efectos positivos, que generalmente crecen con la masa crítica en un lugar determinado, son un mercado laboral con habilidades especializadas, redes de proveedores locales con capacidades, y un acervo de conocimiento local impulsado por las actividades de investigación e innovación de empresas locales e instituciones del conocimiento. La evolución de los clústeres está impulsada por los beneficios de la aglomeración, algunos de estos son el resultado automático de las fuerzas del mercado, como las empresas que crecen más rápido o eligen ubicarse en clústeres, mientras que otros dependen de una acción determinada, p. ej. Colaboración entre empresas que mejora los efectos de derrame o la acción del gobierno que mejora el entorno empresarial específico del clúster.

A su vez, la evolución de los clústeres también se ve afectada por fuerzas económicas que fomentan la dispersión: a medida que los conglomerados se hacen más grandes,

aumentan los *costos de congestión* que surgen como desventajas del efecto de aglomeración. Por ejemplo, las empresas suben los precios de los insumos escasos en grupos, como los salarios de los trabajadores especializados, también existe el riesgo potencial de un efecto de *bloqueo* frente al cambio tecnológico, es decir, todas las empresas de un clúster optan por una tecnología que podría verse interrumpida por la innovación en otros lugares; la interacción entre estas fuerzas de aglomeración y dispersión da forma a la evolución de los conglomerados a lo largo del tiempo.

Los clústeres se diferencian de las organizaciones de clústeres, que son las organizaciones que gestionan las redes de empresas y otras entidades dentro de un clúster determinado. Las organizaciones de clúster pueden ayudar a las empresas a interactuar mejor con otros actores locales dentro de su clúster y a organizar acciones colectivas para fortalecer el contexto local, además, pueden reducir los costos de transacción para las empresas, especialmente las PYME, al establecer vínculos con empresas y socios de colaboración en otros lugares; cuanto más fuerte sea el clúster local, mayor será el potencial para construir vínculos internacionales exitosos.

Los clústeres también son diferentes tanto de la especialización limitada en industrias individuales como de la amplia aglomeración de la actividad económica en las ciudades: los conglomerados reflejan los efectos indirectos positivos entre un conjunto de industrias relacionadas, ni impulsados solo por economías de escala en una industria ni por la economía en general. Los clústeres tienen una dimensión geográfica distinta, que refleja la dinámica de los efectos de derrames locales, están profundamente arraigados en un contexto geográfico más amplio: sirven a mercados en otros lugares y están conectados a otros clústeres con fortalezas complementarias en cadenas de valor regionales, interregionales o globales; esto refleja el papel de la ubicación para las empresas: si bien las condiciones locales proporcionan

el contexto único para desarrollar capacidades distintas y posiciones estratégicas, los vínculos nacionales e internacionales son fundamentales para acceder a otros mercados, proveedores y socios de colaboración (Ketels & Protsiv, 2016, p. 3).

Aunque el concepto de clúster está conectado a Michael Porter, hay otros miembros de la familia del concepto de clúster. Maskell y Kebir tratan tres teorías de conglomerados diferentes: El **Clúster Porter** con foco en competitividad; el **Distrito Industrial** con aglomeración y se centra en la difusión del conocimiento local (Marshall, 1930); y el enfoque de **Ambiente Innovador** con foco en la región y su desarrollo (Maskell & Kebir, 2005). A pesar de que el enfoque de la tesis se inspira principalmente en Porter, el desbordamiento entre los diferentes conceptos hace que sea necesario abordar los otros dos conceptos de clúster.

**Concepto Clúster de M. Porter.** Algunos investigadores están de acuerdo en que la popularización del concepto de clúster puede atribuirse a la venta inteligente del concepto como herramienta política por parte de Porter (Lundequist y Power 2002). Porter reconoce que su concepto tiene sus raíces en Schumpeter (emprendimiento e innovación) y Dahmen (bloques de desarrollo de Dahmen), y finalmente en la noción de innovación e interdependencias tecnológicas de Lundvall, Rosenberg, Abernathy. Aunque Porter enfatiza su perspectiva schumpeteriana, su concepto aún conserva la perspectiva neoclásica ya que la dimensión social es más una *caja negra*, pues sus sujetos de análisis son más empresas e individuos, no redes o instituciones (Cooke, 2006); señalan como una debilidad del modelo de Porter el enfoque en el mercado y la competencia y el descuido de las interacciones sociales y de redes como factores de éxito para los clústeres de innovación.

**Distritos Industriales.** El concepto de clúster del tipo Distrito Industrial tiene su origen en la obra de A. Marshall *Principles of Economics* (Marshall, 1930). Maskell y Kebir la definen como “la tendencia de ciertas empresas a ubicarse en ciertos lugares durante un período prolongado de tiempo” (Maskell & Kebir, 2005, p. 34). Asheim (2006) amplió la definición de Marshall:

...su caracterización de estos distritos industriales especializados se formuló en términos de una simple tríada de economías externas: la disponibilidad inmediata de mano de obra calificada, el crecimiento de oficios auxiliares de apoyo y el desarrollo de la división local entre empresas del trabajo en diferentes etapas y ramas de producción, todo apuntalado y mantenido unido por lo que él llamó la 'atmósfera industrial local', con lo que se refería al conocimiento compartido sobre 'cómo hacer las cosas', prácticas comerciales comunes, conocimiento tácito y un entorno social e institucional de apoyo. (p. 5-6)

La teoría de los distritos industriales destaca la capacidad innovadora de las pequeñas y medianas empresas (PYME) pertenecientes a una industria en particular en la misma región. El concepto de distritos industriales se profundizó en la década de 1980, inspirado en las observaciones sobre la llamada *tercera Italia*; el concepto describía las prósperas estructuras de empresas observadas en el noreste y el centro de Italia, que contrastaban con el estancamiento en el sur pobre (*segunda Italia*) y una recesión en el noroeste tradicionalmente rico (*primera Italia*), el desempeño del noreste y centro de Italia despertó el interés por el tejido económico y social de la región, marcado por la concentración de empresas agrupadas en localidades específicas según sectores industriales. Estos clústeres pudieron establecer posiciones sólidas en los mercados mundiales en una serie de categorías de productos tradicionales, incluidos zapatos, muebles, azulejos, instrumentos musicales, etc., el progreso

parecía impulsado por la capacidad de los clústeres para innovar en términos de procesos de producción y de cualidades del producto (Brusco, 1990; Becattini, 1979).

Un distrito industrial a menudo se define como un grupo o aglomeración de empresas, pero con una relación e interacción peculiar entre empresas que se basa en un equilibrio entre la cooperación y la competencia (Dahl, 2003). La cooperación se encuentra principalmente en el nivel vertical entre los miembros de una cadena de suministro y se caracteriza por una fuerte división del trabajo en el distrito, la competencia es entre empresas que producen los mismos bienes (nivel horizontal). La innovación es un proceso socialmente coordinado, donde se desarrollan nuevas ideas y una mayor comprensión de la tecnología a partir de la interacción social (Dahl, 2003), las interacciones personales informales son los canales de este desarrollo cuando las personas se encuentran en bares, cafés y otros contextos sociales (Piore y Sabel, 1984). Los antecedentes culturales comunes juegan un papel importante, tanto el capital social como la confianza y la reciprocidad son una parte importante de los patrones de comportamiento (Dei Ottati, 1994). Es evidente que la reconfiguración de la gobernanza territorial puede tener un impacto significativo en la suerte de los distritos industriales dentro de diferentes contextos nacionales, por lo tanto, las perspectivas para el surgimiento y la sostenibilidad de distritos industriales y clústeres dinámicos parecen haber mejorado por la tendencia generalizada hacia la descentralización y la devolución de autoridad del estado nacional a los gobiernos locales y regionales visibles también en políticas históricamente unitarias como en Francia y el Reino Unido, al igual que en sistemas federales como Canadá y Bélgica (Zeitlin, 2008).

Las recomendaciones de política pública para apoyar el desarrollo de Distritos Industriales dependen de la madurez del Distrito, en la fase de crecimiento inicial, la política debe apoyar al Distrito con infraestructura adecuada, educación, estimular el capital de riesgo

para las empresas y crear iniciativas para mejorar la creatividad y la colaboración. En la siguiente fase de madurez, todo se resuelve más o menos por sí solo, si el Distrito Industrial decayera, la política pública debería ser apoyar el desmantelamiento y cambio necesario. El concepto se basa completamente en los mecanismos del mercado y las empresas individuales como actores importantes y, como tales, no necesitan una organización facilitadora independiente. La configuración organizativa normal de la región debería ser suficiente. Asheim ha trabajado en el concepto de distrito industrial, pero en su artículo *Distritos industriales: las contribuciones de Marshall y más allá*, su conclusión es que los distritos industriales son regiones de aprendizaje entendidas como coaliciones en desarrollo (Asheim, 2000) y, por lo tanto, se describirán más adelante en concepto de Región de Aprendizaje.

**Ambiente Innovador.** El concepto de Ambiente Innovador se origina en la geografía económica<sup>4</sup> y se diferencia del Distrito Industrial, “porque no se basa en la economía de mercado y las empresas no son los únicos actores importantes” (Maskell & Kebir, 2005, p. 40). El Ambiente Innovador se basa en la creencia de que el territorio: “es la matriz del desarrollo económico y que los mecanismos económicos transforman el espacio. El territorio se entiende como un espacio compuesto por un conjunto de relaciones entre los jugadores (individuales o colectivos) y entre los jugadores y su entorno” (Crevoisier, 2004, p. 367). El concepto se basa en tres paradigmas: el tecnológico (innovación, aprendizaje y saber hacer); el organizativo

---

<sup>4</sup> La geografía económica es una rama de la geografía humana que centra su estudio en la relación entre las dinámicas de producción y consumo propias de la economía, y los lugares geográficos en los que éstas tienen lugar. La geografía económica persigue una perspectiva multidisciplinaria, que aspira a encarar fenómenos complejos de la economía y las sociedades, siempre desde la perspectiva espacial. Su preocupación fundamental es la distribución de las actividades económicas en la superficie terrestre, y el modo en que ésta influye a otras áreas humanas (<https://concepto.de/geografia-economica/>).

(redes, competencia, reglas de cooperación y capital relacional); y el territorial (proximidad, distancia y competencia entre regiones). Así, el concepto en realidad se centra en la región como unidad de innovación y parece que todo y todos en la región tienen un papel en esto, de tal manera que conduce a recomendaciones de política pública que se centran en dos aspectos: Primero, mejorar las sinergias locales entre las empresas y otros actores a través de “la creación de un agente de animación local o un organizador entre empresas” (Crevoisier, 2004, p. 40). Y, en segundo lugar, ampliar el horizonte y ampliar el alcance de los actores locales al confrontarlos con otras formas igualmente competitivas o superiores de organizar y desarrollar productos y servicios locales reconocidos (Crevoisier, 2004, p.41).

Los diferentes conceptos de clúster ilustran en la práctica la construcción de relaciones sinérgicas entre actores de un mismo sistema de valor, que les permiten generar beneficios mutuos. Aunque uno de los objetivos principales de los clústeres es la innovación, existen clústeres especializados en innovación. Un sistema de innovación de menor tamaño espacial a los clústeres que ha sido objeto de estudio reciente, son las *innovacities*.

### **1.1.3 Innovacities**

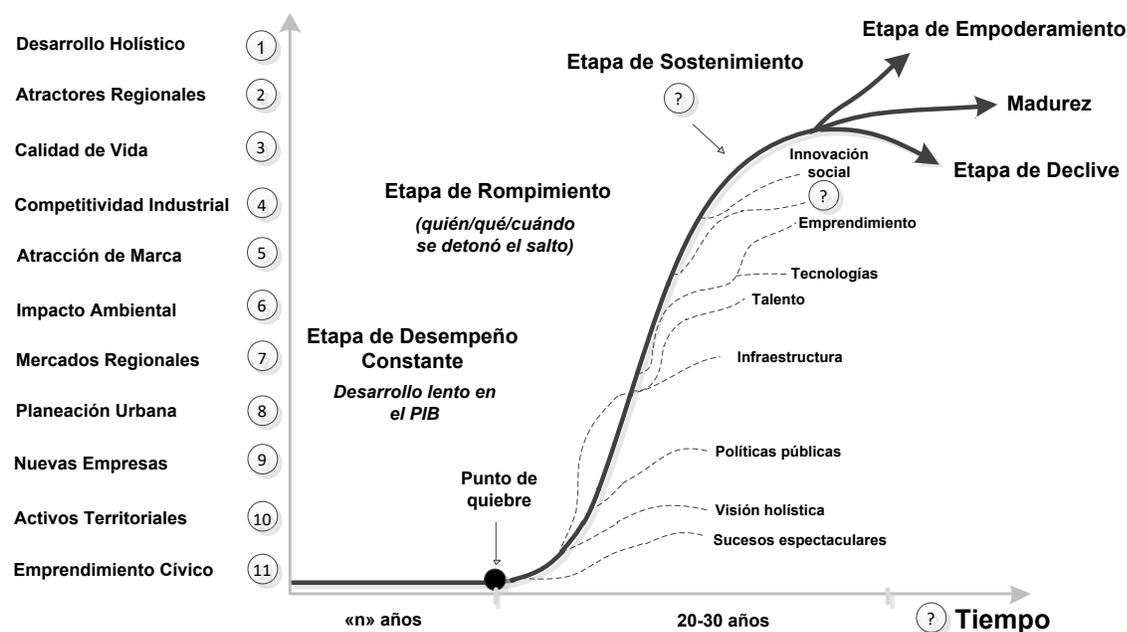
En el periodo comprendido entre 2007 a 2010, Scheel (2011) y posteriormente Scheel y Rivera (2013) estudiaron algunas ciudades (Austin [USA ], Auckland [Nueva Zelanda], Barcelona [España], Bangalore [India], Curitiba [Brasil], Medellín [Colombia], Metz [Francia], y Stavanger [Noruega]) que han cambiado el paradigma tradicional de crecimiento constante, haciendo transiciones significativas en cortos periodos de tiempo, mediante el uso de prácticas innovadoras para entregar un desempeño sobresaliente y se encuentran en la actualidad bien posicionadas en el mundo como polos prósperos de creación de valor. Estas ‘*innovacities*’ han

generado resultados significativos que pueden ser replicados con políticas estratégicas planeadas, la disposición de innovación regional específica y condiciones facilitadoras propicias.

El estudio se desarrolló para alcanzar dos objetivos fundamentales: (a) observar los puntos de inflexión en los que las ciudades hacen grandes transformaciones en términos de desempeño superlativo; y (b) identificar los *mecanismos facilitadores* que generan características sobresalientes. Se observó un comportamiento con forma de S entre la implementación de *enabling drivers* y las etapas de desarrollo de estas ciudades (Figura 1.3).

**Figura 1.3**

*Desarrollo de la ciudad en términos de innovaciones revolucionarias*



Nota: Adaptado y traducido de Scheel, (2011).

De este estudio se identificó que la capacidad de *asociatividad* (valiosa interconexión de los recursos, las personas influyentes y los grupos de interés) fue uno de los factores más

importantes para lograr cierta disposición para el establecimiento de clústeres industriales, clústeres de conocimiento, las redes de emprendimiento social, y/o sistemas regionales de innovación. Lo que es más interesante es que cada región ha mostrado diferentes tipos de *asociatividad*, así como diferentes niveles de aprendizaje a través de cada asociación, lo que añade un componente adicional al sistema de valores de cada *innovacity* (Scheel, 2014).

En conclusión, se deja claro que en los países en vías de desarrollo hay un enfoque de dos etapas para la implementación del Sistema Regional de Innovación (SRI):

... la actividad básica para implementar estrategias SRI debe estar centrada en la creación de las condiciones adecuadas que permitan apoyar los ecosistemas de innovación. Las regiones con condiciones locales hostiles, recursos insuficientes, y la mala conectividad, debe construir ecosistemas de innovación eficaces, la superación de las barreras presentes en esas regiones para lograr un estado de derecho transparente, lo que permite infraestructuras, la disposición entornos empresariales de innovación, asociatividad efectiva de todos los miembros de la cadena de innovación y un gobierno incluyente, en el que se vincule a todos para apoyar a visionarios y provocadores de la creación de riqueza sostenible, antes de comenzar cualquier estrategia de agrupamiento. (Scheel, 2014, p. 278).

Una vez que las regiones están listas con la mayoría de las condiciones estructurales obtenidas, el siguiente factor crítico de éxito es la forma cómo las partes interesadas (empresarios, administradores, financieros, académicos, instituciones sociales y políticas) captan eficazmente la interconexión sistémica de factores sociales, económicos, geopolíticos y contextos ambientales. Esto exige un fuerte enlace entre los individuos, las cadenas de innovación, las estructuras empresariales, las necesidades sociales y la gobernabilidad

armónica hacia un objetivo común, la creación y el intercambio de riqueza sostenible para toda la región. (Scheel, 2014).

### **1.1.4 Otras configuraciones organizacionales para la innovación**

A continuación, se presenta de forma sucinta otras configuraciones de innovación sistémica.

**Regiones de aprendizaje.** De acuerdo con Morgan (1997) las *learning regions* son políticas regionales que se enfocan en estructurar información y conocimiento en lugar de infraestructura y en el establecimiento de cadenas de apoyo a las pequeñas y medianas empresas en lugar de simplemente diseñar políticas para estas empresas. Estas redes promueven el aprendizaje y el desaprendizaje tanto al interior de la región como al exterior de ella. Igualmente, Asheim (2018) señala que las regiones de aprendizaje son coaliciones de desarrollo regional y hacen parte de las estrategias para el desarrollo económico en las regiones menos desarrolladas, promoviendo los procesos de innovación y cambio basados en el aprendizaje.

Hassink (2005, p. 525), menciona los *principios de políticas* que son cruciales para la estrategia de las regiones de aprendizaje:

- Coordinación cuidadosa de la oferta y demanda de personas calificadas.
- Desarrollo de un marco para mejorar el aprendizaje organizacional, que no solamente se centre en sectores de alta tecnología, sino en todos los sectores que tienen el potencial de desarrollar altos niveles de capacidad innovadora.
- Identificación cuidadosa de los recursos en la región que pueden impedir el desarrollo económico.

- Respuesta positiva a los cambios del exterior, particularmente donde esto incluye desaprender.
- Desarrollar mecanismos para coordinar responsabilidades a nivel regional, nacional y supranacional.
- Desarrollar estrategias para fomentar formas apropiadas de capital social y conocimiento tácito que sean positivos para el aprendizaje y la innovación
- Evaluar continuamente las relaciones entre la participación del aprendizaje individual, la innovación y el mercado laboral.
- Desarrollar la infraestructura de educación e investigación para crear una sociedad del conocimiento.
- Fomentar la apertura a los impulsos del exterior.
- Fomentar la redundancia y la variedad.
- Asegurar la participación de grandes grupos de la sociedad en el diseño y la implementación de estrategias.

El concepto de región de aprendizaje se ha vuelto popular debido a que permite retratar y analizar entidades geográficas subnacionales que se orientan hacia el crecimiento y el bienestar futuros basados en el conocimiento; por lo tanto, la cultura resulta ser fundamental para su desarrollo y consolidación (Knudsen, 2020).

**Polos tecnológicos-*Technopoles*.** Los polos tecnológicos de acuerdo con Castells y Hall (1994) son desarrollos planeados. Son centros de manufactura y desarrollo de alta tecnología. Las autoridades locales o regionales promueven los *tecnopolos*, trabajando conjuntamente con universidades y empresas privadas. Según Pelkonen (2019) “los *tecnopolos* generalmente apuntan a reunir espacialmente empresas de alta tecnología y organizaciones de

I+D y, por lo tanto, crear sinergias y colaboración, especialmente entre universidades e industria". (p. 1)

Castells y Hall (1994), explican algunas manifestaciones de los tecnopolos en la práctica:

**Complejos tecno-industriales.** Se componen por empresas de alta tecnología. Estos complejos unen la I+D con la manufactura, se les considera como centros de comando del nuevo espacio industrial (Ej. Silicon Valley).

**Ciudades de ciencia.** Son complejos de investigación científica sin vínculo con el sector industrial. Su objetivo es la investigación de alto nivel de excelencia científica (Ej. región de Kansai en Japón).

**Parques tecnológicos.** La innovación está definida en términos de desarrollo económico. Consisten en el establecimiento deliberado de un área de negocios de alta tecnología, relacionada con una iniciativa del gobierno o de las universidades (Ej. Sophia-Antipolis en Francia).

**Zonas industriales superiores.** Son instrumentos de desarrollo regional y descentralización industrial (Ej. programa Technopolis en Japón).

Particularmente, los *tecnopolos* de innovación social fomentan el desempeño empresarial basado en el desarrollo social, ambiental y económico. En este sentido, los factores de éxito de estos *tecnopolos* se relacionan con el nivel de participación de los grupos de interés, la efectividad de la gobernanza implementada, la alineación con la visión y los objetivos nacionales y el nivel de atractivo internacional del *tecnopolo*. (Znagui & Rahmouni, 2019)

Aunque el concepto y enfoque de los *tecnopolos* fueron muy populares en los años 1980s y 1990s en los Estados Unidos, Europa y Asia, entre los formuladores de políticas,

todavía se les considera importantes en las políticas regionales de tecnología e innovación (Pelkonen, 2019).

**Polos de desarrollo o crecimiento.** El concepto de polos de desarrollo fue planteado por François Perroux en 1955. “Los polos de crecimiento son áreas de actividad económica concentrada y altamente interdependiente que han ejercido una influencia decisiva en el carácter y ritmo del desarrollo económico del sistema o subsistemas en cuestión” (Friedmann, 1973, p. 3). Se les considera como centros para la generación y transferencia espacial de innovaciones.

De acuerdo con Friedmann (1973, p. 6), una región tiene un polo de crecimiento si:

- El volumen de producción del polo es de por lo menos un cinco por ciento del rendimiento correspondiente del sistema económico en el espacio geográfico.
- El polo tendría que haber mostrado un coeficiente de crecimiento permanentemente superior al resto del sistema económico en el espacio geográfico.
- La economía del polo de crecimiento debería ser geográficamente concentrada y sumamente interdependiente.

De acuerdo con Goiher et al. (2017), los componentes fundamentales de los polos de crecimiento que impulsan la innovación son: la disponibilidad de infraestructura, las instituciones (metas y objetivos estratégicos, reglas y regulaciones, ambiente institucional apropiado, etc.), coordinación a través de planes estratégicos, un sistema que funcione bien para conectar todas las empresas innovadoras de la región, recursos (humanos, financieros, de información, técnicos, organizacionales) y servicios de *outsourcing* (gestión y consultoría).

Para conocer si realmente los sistemas de innovación tienen la capacidad para idear y materializar innovaciones, resulta importante identificar las dimensiones en que esta se

desarrolla. En este sentido, se presenta un modelo para definir el desempeño de estos sistemas.

## **1.2 Función, Estructura, Dinámica y Crecimiento del Clúster de Innovación**

### **1.2.1 Configuración del clúster de innovación**

De acuerdo con Ablaev (2018), la creación de clústeres de innovación tiene una de las mejores perspectivas para el desarrollo de la economía regional, dadas las características del entorno competitivo actual. Los clústeres de innovación se diferencian en que son más específicos y generan impactos económicos y científico-tecnológicos al promover el avance tecnológico. En este contexto, 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 movilizadas 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).

Dentro del “modelo de clúster de innovación los principales elementos de interacción son el conocimiento, el dinero y las personas. Las 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”. (Naciones Unidas, 2009, p. 119)

Bajo el concepto de innovación y la necesidad de establecer vínculos entre miembros del clúster, se requiere observar tanto las relaciones que se generan entre las empresas y los

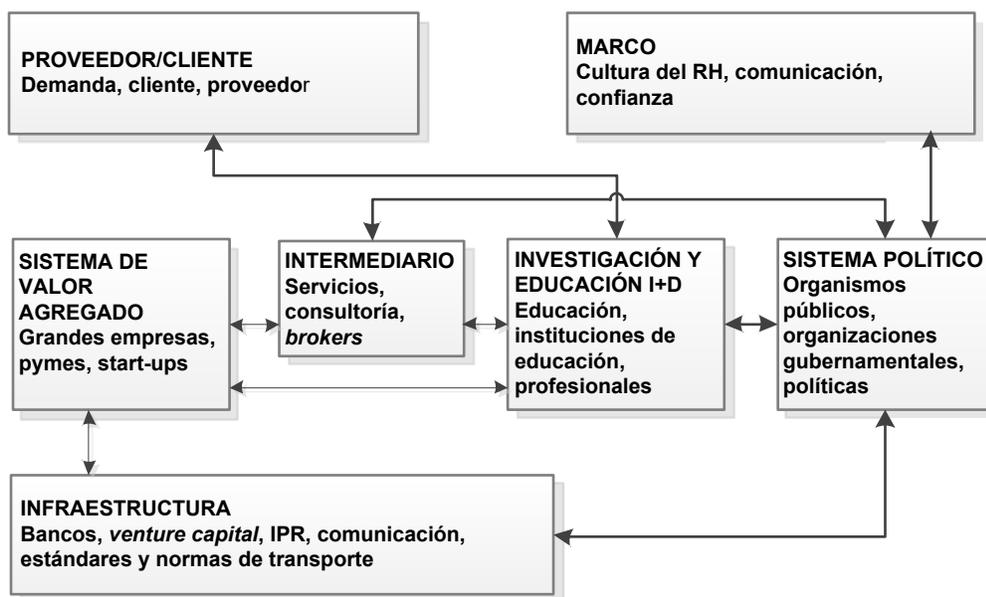
centros de investigación (universidades, centros de desarrollo tecnológico, CENIs, etc.) como el rol que desempeñan dentro del clúster en la promoción de la innovación empresarial (modernización tecnológica, efectividad de los ciclos productivos, desarrollo de productos/servicios, propiedad intelectual, gestión de patentes y licencias, y publicación del conocimiento generado) (Ferrás-Hernández & Nylund, 2019).

Al evaluar la eficacia de las redes (relaciones) del clúster dirigido a la innovación se requiere conocer la respuesta a estas dos preguntas: 1) ¿Cómo está construido el sistema de clúster, miembros, socios y accionistas con sus relaciones e influencias? y 2) ¿Cuáles son los factores que impactan el rendimiento de cada elemento del sistema?

La Figura 1.4 ilustra la estructura de un sistema de clúster de innovación.

**Figura 1.4**

*Estructura de un sistema clúster de innovación*



Tomado de: Kuhlmann & Arnold (2001).

El conocimiento de los miembros y la estructura de cooperación permiten tener una visión general del estado de desarrollo del clúster y el potencial de mejora adicional de la red del clúster. En los clústeres de alta tecnología se intercambia conocimiento tecnológico para el desarrollo de las innovaciones y conocimiento sobre el mercado y la administración. La fortaleza de la red tiene impactos positivos en la adquisición, adopción y explotación de tecnología (Pan et al. 2019); por consiguiente, influye en las capacidades de innovación (Tseng et al. 2016). Xue (2018), señala que la comunicación de diferentes tipos de conocimiento entre organizaciones, a través de lazos formales e informales, crea diferentes flujos de conocimiento que producen diferentes tipos de redes.

De acuerdo con Störring (2007) los siguientes mecanismos son cruciales para que un clúster de alta tecnología emerja:

- **Conocimiento básico local:** representado en investigación universitaria o como una competencia básica industrial en las empresas.
- **Capital social:** que facilita la cooperación entre empresas, así como acciones concertadas entre diferentes actores regionales.
- **Estructura industrial regional:** caracterizada por la presencia de sectores/industrias relacionadas u otros clústeres.
- **Política local de apoyo a los negocios:** para el mejoramiento de la calidad de vida, demanda pública de apoyo al desarrollo de nuevas industrias, construcción de parques tecnológicos o de ciencia, creación de conciencia sobre los clústeres.
- **Enfoque *bottom-up*:** las iniciativas deben venir de la industria no de actores políticos.

### **1.2.2 Impacto de los clústeres de innovación**

Los actores de los clústeres de innovación se relacionan para generar dinámicas de crecimiento y desarrollo, que tiene por objetivo el incremento de la competitividad del sector en el que actúan y de la región en la que se establecen (Saldarriaga & Aguirre, 2014; Shivakumar, 2020).

Wixted (2009), señala que los gobiernos se han enfocado en el potencial económico de las nuevas tecnologías (Ej. ciencias de la computación, internet, biotecnología, nanotecnología) y la innovación, debido al efecto positivo que tienen en el éxito empresarial, lo que permite que algunos países migren hacia el desarrollo de economías basadas en la innovación (Williams & Tsiteladze, 2019). Fagerberg (2001), menciona que existe evidencia que respalda la importancia de la difusión tecnológica, *knowledge spillovers* y la localización del conocimiento en el crecimiento económico. De manera similar, Qian (2018) argumenta que el emprendimiento puede servir como un mecanismo para *knowledge spillovers* y, en consecuencia, contribuir a la innovación regional, la formación de clústeres e impulsar el desarrollo económico.

Los clústeres de innovación son catalizadores para el desarrollo de nuevas tecnologías, son dinamizadores de la innovación e impulsan la implementación de la modernización tecnológica, se caracterizan por: tener suficiente *masa crítica* de empresas, de investigadores y de entidades de apoyo aglomeradas espacialmente, lo que facilita su interacción; y un sistema empresarial que genera dinamismo económico que promueve el nacimiento de nuevas empresas, la transferencia de conocimiento, los procesos de aprendizaje social y la resolución conjunta de problemas. (Kim, 2010; Mazur et al. 2016)

***Acumulación tecnológica y capacidad de absorción.*** Las capacidades de aprendizaje que tienen las regiones (empresas y población), y por extensión los países, las oportunidades de acceso a conocimiento actualizado y el entendimiento del proceso de transformación de la información en nuevo conocimiento son elementos vitales para el impulso del avance social y económico (Wixted, 2009; Zhu & Wang, 2018).

Los clústeres de innovación contribuyen al desarrollo de conocimiento y la creación de nuevas tecnologías que, como se mencionó, son factores importantes para el desarrollo sostenido a largo plazo. El conocimiento se acumula de diferentes formas, en donde la historia regional (nacional) de los recursos de conocimiento desempeña un papel importante. Las inversiones en I+D de una generación son por lo general consistentes con inversiones realizadas previamente. Esto explica que la producción de conocimiento se sustenta en mecanismos de auto reforzamiento que incluyen infraestructura física (expresada en laboratorios y equipamiento para la investigación) y capital humano entrenado. (Wixted, 2009)

En los clústeres de innovación y otros sistemas de innovación tecnológica las universidades funcionan como centros de difusión tecnológica en los que se entrelaza la teoría con la práctica. La estructura y los contenidos de los sistemas de educación involucrados tienen una incidencia significativa en la competitividad de las regiones (naciones). En este sentido, resulta fundamental la priorización de la inversión en la universidades y centros de investigación públicos, en el desarrollo de capital humano más que en la inversión la nueva tecnología, debido a que los beneficios incluyen la acumulación de conocimiento aplicable, una mayor cualificación del capital humano y la creación de instrumentos y metodologías para el desarrollo de nuevo conocimiento (Salter et al., 2000).

El nuevo conocimiento generado en las universidades y los centros de investigación podrá llevarse a la practica en la medida en que las empresas y el capital humano sean

capaces de absorberlo. La ventaja de las empresas en el clúster consiste en que este las ayuda a acumular capacidades tecnológicas y mejorar sus capacidad de absorción (Lis & Rozkwitalska, 2020). De acuerdo con Cohen y Levinthal (1990), la habilidad para explotar el conocimiento externo es un asunto crucial de las capacidades de innovación, implica tener la destreza para “reconocer el valor de la información nueva, asimilarla y aplicarla con fines comerciales” (p. 128), en esto consiste la capacidad de absorción. Las estructuras cognitivas permiten entender el proceso de asimilación y uso de conocimiento nuevo basado en el conocimiento relacionado preexistente en las organizaciones (empresas), y en ello está involucrado el desarrollo de memoria. En este sentido, las empresas que realizan procesos de I+D y transferencia de conocimientos internos están en mejor posición para absorber el conocimiento de origen externo (Allen, 1977), también aquellas con capacidades y métodos para resolver problemas (procesos creativos) y que hacen esfuerzos continuos de aprendizaje. Las fuentes de capacidad de absorción de la empresa se concentran en la estructura de comunicación interna y externa, y en el carácter y distribución de experticia dentro de la organización (Cohen & Levinthal, 1990).

Dowrick y DeLong (2001), señalan que las personas con mayores niveles de educación y con más conocimientos aprenden más rápido y desarrollan nuevas ideas con más facilidad. Esto es especialmente importante debido a que la capacidad de absorción de las organizaciones depende de la capacidad de absorción de los miembros individuales que las componen. Finalmente, la organización como un todo debe estar en la capacidad de explotar los nuevos conocimientos adquiridos (Cohen & Levinthal, 1990).

**Especialización de los sistemas de creación de valor.** La especialización del conocimiento se acumula en trayectorias tecnológicas, a su vez, esta especialización co-

evoluciona con la especialización de los sistemas productivos. Una de las características de los clústeres de innovación es el trabajo sinérgico entre los actores del sistema, lo que promueve el incremento de las capacidades tecnológicas de las empresas a través de procesos de colaboración (Lis & Rozkwitalska, 2020). El avance de un campo tecnológico en una región se relaciona principalmente a la alineación del sistema de educación e investigación con las necesidades de desarrollo productivo del sistema empresarial y por la participación de diferentes actores con diferentes conocimientos (DellaPosta & Nee, 2020). Por consiguiente, los clústeres de innovación contribuyen a una mayor especialización del sistema productivo al desarrollarse en torno a un campo de conocimiento y tecnologías particulares. Wixted (2009), señala que los procesos de acumulación de conocimiento influyen la evolución conjunta de la especialización científica e industria.

En este contexto, los clústeres contribuyen a lograr los objetivos de *especialización inteligente* de las regiones como son: el establecimiento de prioridades de interacción interregional, de acuerdo con las direcciones de transformación de la estructura sectorial de la región; involucrar en el proceso a diferentes actores; y crear estructuras especiales para la implementación de la interacción (Kostygova, 2019).

**Generación de capital social.** Los clústeres de innovación fomentan la generación de capital social. Según Cohen y Fields (1999), el capital social actúa como facilitador de colaboraciones e interacciones solidas entre actores regionales, contribuyendo a la construcción de redes de innovación, lo anterior no implica necesariamente la inexistencia de

rivalidad e individualismo. La cooperación y la rivalidad, la confianza y la responsabilidad (contratos legales) pueden coexistir en un mismo espacio<sup>5</sup>.

La generación de redes inter-organizacionales dentro de los clústeres es especialmente importante por los efectos en la difusión de información, el intercambio de recursos, el acceso a activos especializados (infraestructura y personal calificado) y las oportunidades de aprendizaje inter-organizacional mediante el desarrollo conjunto de nuevas ideas y habilidades. Estas ventajas son fundamentales en los clústeres de alta tecnología que requieren acceder a múltiples fuentes de conocimiento y recursos de I+D. La estructura de las redes y la fortaleza de los vínculos es un factor crítico para la difusión del conocimiento (Zhu & Wang, 2018). Otro factor es la heterogeneidad de los actores que intervienen, lo que permite a las empresas aprender de un amplio *stock* de conocimiento; estar expuestas a más experiencias, a diferentes competencias y a oportunidades de innovación potenciales. Estas redes pueden ser informales o formales mediadas por relaciones contractuales como las alianzas estratégicas, participación en consorcios para la investigación y relaciones de subcontratación. (Powell & Grodal, 2005)

**Emprendimiento.** Para Breschi y Malerba (2001) "una característica clave de los clústeres de alta tecnología exitosos se relaciona con el alto nivel de integración de las

---

<sup>5</sup> Lo mencionado se ejemplifica con el sistema de capital social de *Silicon Valley* en donde las principales redes de capital social se caracterizan por su enfoque en interacciones productivas entre actores sociales (universidades de investigación, el mercado laboral), instrumentos (políticas del gobierno, adquisición de acciones empleados-dueños) y entidades (firmas de abogados, firmas de capital de riesgo, redes de negocios –los principales representantes de los departamentos de ingeniería de la universidad, las empresas de riesgo, las firmas de abogados y las empresas operativas se conocen entre sí a través de contactos comerciales y profesionales frecuentes-). (Cohen & Fields, 1999).

empresas locales en una red muy amplia de intercambio de conocimientos" (p. 819-820), con empresas capaces de aprovechar un *cuerpo de conocimiento y capacidades localizadas*.

Las universidades orientadas a la investigación y el emprendimiento que existen en los clústeres de innovación cumplen una doble función en sectores de alta tecnología; por un lado, actúan como ancla de recursos, y por el otro, son un agente de construcción y configuración de estructuras sociales. Las universidades son fuente de recursos para las empresas y la región debido a los procesos de transferencia tecnológica que desarrollan y el impulso que dan al emprendimiento de base tecnológico (Barra et al. 2020; Cooke, 2001; Zucker et al. 2002). Las empresas se benefician del acceso a talento altamente calificado y a tecnologías (Immerstein et al. 2019). Por otro lado, las universidades con enfoque en investigación y en emprendimiento se involucran activamente en la creación de redes de innovación y negocios, el aprendizaje mutuo, la colaboración y la creación de una cultura de la innovación, lo que tiene un impacto positivo en el crecimiento económico del territorio (Wang et al. 2020). Adicionalmente, las universidades locales con reconocimiento contribuyen a la creación de identidad en la comunidad y al establecimiento de normas para la colaboración. (Kim, 2010)

Igualmente, los clústeres de innovación fomentan la cercanía en las relaciones productor-usuario, como factor fundamental para el desarrollo de productos y servicios innovadores ajustados a las necesidades y requerimientos del mercado objetivo. De esta manera, se genera un entorno favorable para que la innovación emerja. Según Wixted (2009), "las necesidades de comunicación de los usuarios y las posibilidades del productor abren el camino para los procesos creativos e incentiva la investigación y/o el desarrollo del producto"(p.23).

**Catalizadores de la innovación empresarial.** Los clústeres promueven la innovación al facilitar el aprendizaje y la difusión de conocimientos. De acuerdo con Terstriep y Lüthje

(2018), la frecuencia y calidad de las interacciones internas y externas del clúster tiene un efecto positivo en la innovación empresarial; mientras más frecuentemente interactúe la empresa local con los socios en el clúster, es más probable que participe en procesos de cooperación para la innovación, también existe una relación positiva entre las interacciones externas del clúster y la cooperación en innovación con socios externos, aunque a un nivel ligeramente inferior. Los actores externos más importantes para la innovación son los competidores y organizaciones de investigación, junto con productores complementarios y organismos públicos. Además, el grado de formalización de las interacciones tiene impactos menos pronunciados sobre la cooperación interna del clúster que la cooperación externa del mismo. Los clústeres ofrecen la oportunidad de explotar su potencial sinérgico inherente y el intercambio estratégico de conocimiento entre actores, en otras palabras, la disponibilidad de conocimiento, otros recursos y socios de cooperación dentro de los clústeres favorecen el desempeño de la innovación empresarial; igualmente, las empresas se benefician de la proximidad social e institucional dentro de los clústeres, ya que se manifiestan valores de grupo como lo son la confianza y la reciprocidad. Según Ferras-Hernández y Nylund (2019), las cinco fortalezas que impulsan el cambio tecnológico o la innovación en los clústeres de innovación la atracción de actores, la disponibilidad de información, la interacción, la anticipación y la rivalidad.

Para que las empresas se beneficien de las ventajas que ofrece ser parte del clúster de innovación deben desarrollar un conjunto de capacidades y competencias particulares.

### ***1.2.3 Las capacidades de las empresas dentro del clúster de innovación***

Carlsson et al. (2002), señalan que la competencia económica o tecno-económica consiste en la identificación y aprovechamiento de las oportunidades de negocio, esto requiere

el despliegue de cuatro capacidades o habilidades fundamentales: capacidad selectiva (estratégica), capacidad organizacional, capacidad funcional y capacidad de aprendizaje.

**Capacidad selectiva (estratégica).** Capacidad para hacer **elecciones estratégicas** de mercados (identificación de clientes objetivo), productos, tecnologías y de diseño de modelos de negocio innovadores (Carlsson et al., 2002; Kodama, 2017). Selección y adquisición de recursos claves para el desarrollo de competencias medulares (Carlsson et al., 2002).

**Capacidad de absorción** de conocimientos, información y habilidades para el desarrollo de tecnologías. Las capacidades dinámicas de absorción de conocimiento se fortalecen a través de procesos de aprendizaje interactivos que contribuyen a la identificación de oportunidades en el entorno, promueven la innovación y a mantener las ventajas competitivas (Morales, 2020). Las empresas que han desarrollado su capacidad de absorción tienen mayores probabilidades de mejorar su desempeño organizacional (Zuñiga-Collazos, Lozada, & Perdomo-Charry, 2020).

**Capacidad organizacional (integrativa o de coordinación).** Movilización de recursos y coordinación de actividades para generar y mejorar las tecnologías a través de nuevas combinaciones de conocimiento y habilidades existentes. En el ámbito organizacional, las empresas deben ser estratégicamente flexibles para responder con rapidez a los cambios en las condiciones competitivas (requerimientos de innovación). Las capacidades organizacionales, el gobierno corporativo y los estilos de liderazgo, tienen una influencia significativa en el aprendizaje organizacional, lo que a su vez tiene un impacto sobresaliente en la sostenibilidad de las empresas (Bilan et al. 2020).

**Capacidad funcional.** Las empresas se esfuerzan por ejecutar con eficiencia sus funciones dentro del sistema de innovación: generación de conocimiento y tecnologías, difusión/transferencia de las tecnologías (interna y externa) y lanzamiento con efectividad de

las tecnologías y aplicaciones al mercado (formación de mercados para nuevos productos y tecnologías) (Carlsson et al., 2002).

**Capacidad de aprendizaje (o adaptativa).** Empresas que aprenden del éxito y el fracaso. Identifican y corrigen los errores. Leen e interpretan las señales del mercado y toman decisiones apropiadas (**gestión del cambio**). El aprendizaje desempeña un papel central en casi todos los procesos de cambio, requiriendo de entornos psicológicamente apropiados que refuercen el aprendizaje, la experimentación y el cambio de comportamiento (Stouten et al. 2018).

Adicionalmente, a las capacidades mencionadas, resulta fundamental que las empresas desarrollen una **cultura de la colaboración (asociatividad)**. La relación entre las empresas del clúster permite crear un ambiente de colaboración y competencia (rivalidad). De acuerdo con Keane y Costin (2019), la rivalidad entre empresas no influye negativamente en la motivación para la colaboración; el establecimiento de relaciones basadas en la confianza facilita el flujo de información, teniendo en cuenta la búsqueda de objetivos mutuamente beneficiosos. Las relaciones informales se basan en el respeto y en acuerdos tácitos, más que en contratos escritos.

Después de abordar en detalle los modelos de innovación sistémica, su tipología, las dimensiones de análisis de su desempeño, el impacto de los clústeres de innovación y las capacidades que requieren las empresas dentro de estos sistemas, resulta conveniente abordar la conceptualización y características de los factores de éxito.

#### **1.2.4 Dimensiones y configuraciones del clúster de innovación**

Con el fin de desarrollar diferentes configuraciones de clústeres de innovación, Enright (1998) caracteriza los clústeres en diferentes dimensiones:

- El **alcance geográfico** de un clúster se refiere a “la extensión territorial de las empresas, clientes, proveedores, servicios de apoyo e instituciones” que forman parte de las relaciones dentro del clúster. Los clústeres pueden estar localizados (“agrupaciones estrechas en un área geográfica pequeña”) o dispersos; “Repartidos por geografías más amplias”. (Enright,1998, pp.315-342)
- La **densidad** de un clúster se refiere al número y peso económico de las empresas en el clúster. Un clúster puede ser denso, formado por cientos o miles de empresas, o escaso, donde el peso económico del conglomerado no es tan alto, ya sea porque consta de menos empresas o menos empresas poderosas.
- En cuanto a la **amplitud** de los clústeres, un clúster puede ser estrecho o amplio. En un grupo reducido, la gama de industrias relacionadas horizontalmente dentro del clúster es baja, y contiene pocas industrias y su cadena de suministro. Los grupos amplios consisten en algunas industrias interconectadas.
- La **profundidad** de un clúster se refiere a la cantidad de industrias relacionadas verticalmente dentro del clúster. Un clúster profundo es un clúster que contiene una cadena de suministro casi completa con alta especialización de las empresas, desde la materia prima hasta el producto final, mientras que un clúster poco profundo consiste en una o unas pocas industrias relacionadas que dependen de los insumos de empresas fuera del clúster.
- La **base de actividad** de un clúster puede ser rica o pobre. Los clústeres ricos en actividades, la mayoría de las actividades de valor agregado se llevan a cabo dentro del clúster. El establecimiento de la estrategia principal de la empresa, los planes de marketing y la I + D son ejemplos de estas actividades de valor añadido. Un clúster

contiene una base de actividades deficiente cuando contiene solo una o algunas actividades dentro de una industria.

- La demanda de productos y servicios suministrados por el clúster, combinada con la posición competitiva del clúster, delinea el **potencial de crecimiento** del clúster. La posición competitiva de un clúster debe clasificarse en relación con la de los competidores externos (Benchmarking) e incluye la capacidad del clúster para obtener los recursos necesarios para el crecimiento. Enright (1998) clasifica los clústeres en clústeres de amanecer, mediodía y atardecer combinados con la competitividad relativa de la empresa, lo que resulta, por ejemplo, en clústeres de amanecer / competitivo o amanecer / no competitivo.

La capacidad innovadora de un clúster se refiere a la capacidad del clúster para innovar en términos de productos, procesos, diseños, marketing, logística y gestión necesarios para obtener una ventaja competitiva en las industrias en particular. El conocimiento de estos factores, incluido el conocimiento de las estructuras de gobernanza, puede ser útil para determinar la política del clúster a fin de lograr el uso más eficiente de recursos escasos.

En línea con la investigación de Enright, Speldekamp et al. (2019), adoptan la Teoría de la Configuración para abordar la naturaleza compleja de las interrelaciones existentes dentro del concepto clúster, entendiéndolo como una “constelación multidimensional de características que ocurren juntas y son interdependientes”(p. 15). El enfoque de configuración permite encontrar varias formas o dimensiones de acuerdo con Enright para llegar a un resultado dado (ej. promover exitosamente la innovación), reconociendo que lo que es positivo en un contexto particular puede resultar negativo en otro contexto.

En este sentido, Speldekamp et al. (2019) hacen uso del *Qualitative Comparative Analysis* para generar configuraciones que les permitan entender la interacción compleja de los

factores de análisis de los clústeres para el desarrollo de innovaciones: geografía, redes, instituciones y capacidades internas de las empresas. Los resultados de soluciones de las configuraciones generadas se presentan en la Tabla 1.2.

**Tabla 1.2**

*Configuraciones de clúster*

Condiciones causales		1	2	3	4
		En red dentro de la ubicación	En red fuera de la ubicación	Están dentro de la ubicación, pero no están en red	En redes coordinadas informalmente
<b>Geografía</b>	Alta diversidad	e	●	●	
	Alta especialización	●	e	●	
<b>Redes (empresas)</b>	Fuertes locales	●	e	e	
	Fuertes no locales	e	●	e	
<b>Redes (estructura)</b>	Alta dispersión	e	●		e
	Alta densidad	●	e		●
<b>Instituciones</b>	Fuertemente formales				e
	Fuertemente informales				●
	Fuertemente formales o informales	●			
<b>Capacidades internas</b>	Base fuerte de conocimientos	e	●		

Nota: ●=condición presente; e=condición ausente; espacio en blanco=condición causal que puede estar presente o ausente. Tomado de: Speldekamp et al. (2019)

La Tabla 1.2 presenta cuatro configuraciones resultantes del análisis de Speldekamp et al. (2019).

La Configuración 1, **en red dentro de la ubicación**, hace referencia a empresas con redes vinculadas a su ubicación geográfica, en donde existen altos niveles de especialización sectorial regional. Las redes locales son fuertes y su estructura es altamente densa, lo que beneficia a las empresas que no tienen una base relativamente fuerte de conocimientos, gracias a procesos de transferencia tecnológica y movilización de recursos. En esta

configuración las empresas requieren de instituciones formales o informales fuertes para compensar su falta de recursos.

En la Configuración 2, **en red fuera de la ubicación**, se encuentran empresas que han desarrollado redes que se extienden más allá de su ubicación geográfica, lo que les permite beneficiarse de información y conocimientos sectoriales diversos y novedosos. Estas empresas tienen fuertes capacidades por lo que pueden interiorizar y utilizar el conocimiento externo global sin asistencia externa, no necesitando de fuertes vínculos con empresas locales ni de una institucionalidad fuerte.

En la Configuración 3, se encuentran las empresas que **están dentro de la ubicación, pero no están en red**. La diversidad y la especialización pueden coincidir y estar en el centro de la estrategia de innovación de una empresa, sustituyendo a las redes. Pueden existir empresas con fuertes capacidades internas que son innovadoras y/o empresas que no son relativamente fuertes en su base de conocimientos, pero pueden ser innovadoras al depender únicamente de las externalidades geográficas, si estas ofrecen acceso a aportes de conocimiento. La institucionalidad fuerte puede estar presente o ausente, para que se desarrolle la innovación.

Finalmente, en la Configuración 4, **en redes coordinadas informalmente**, muestra que las empresas en regiones con instituciones formales débiles pueden ser innovadoras si dependen de instituciones informales. Se requiere de una estructura de red densa, porque la familiaridad asociada con la densidad puede fortalecer los modos informales de gobernanza.

### **1.2.5 El desarrollo y limitaciones del clúster de innovación**

**Ciclo de vida y formación de clústeres de innovación.** Otro elemento de los clústeres de innovación es su carácter estructural como modo de organización con perspectiva de largo plazo. Los clústeres y las iniciativas de clústeres no representan soluciones temporales a problemas agudos, tienen sentido de dirección y estabilidad interior a lo largo del tiempo. Cualquier clúster pasará por una serie de etapas. Estos pueden no ser idénticos y el ritmo de su evolución puede variar, aun así, existe una lógica inherente a la forma en que se desarrollan los clústeres, lo que hace posible discernir ciertos patrones característicos. Aunque la forma y la dirección precisas dependerán de circunstancias específicas, se puede decir que el ciclo de vida de un clúster generalmente pasa por las siguientes etapas (Andersson, et al., 2004, pp. 29):

- **Aglomeración:** una región tiene varias empresas y otros actores.
- **Clúster emergente:** como embrión del clúster, varios de los actores de la aglomeración comienzan a cooperar en torno a una actividad central y se dan cuenta de oportunidades comunes a través de su vinculación.
- **Clúster en desarrollo:** a medida que surgen o se atraen a la región nuevos actores en las mismas actividades o actividades relacionadas, se desarrollan nuevos vínculos entre todos estos actores. Las instituciones públicas y privadas (por ejemplo, institutos de investigación) pueden ingresar al campo. A menudo comienza a aparecer una marca, un sitio web, una connotación común, ligada a la región y la actividad.
- **El clúster maduro:** un clúster maduro ha alcanzado una cierta masa crítica de actores. También ha desarrollado relaciones fuera del clúster, con otros clústeres, actividades,

regiones. Existe una dinámica interna de creación de nuevas empresas a través de *start-ups*, *joint Ventures* y *spin-offs*.

- **Transformación:** a medida que pasa el tiempo, los mercados, las tecnologías y los procesos cambian, al igual que los clústeres. Para que un clúster sobreviva, sea sostenible y evite el estancamiento y la decadencia, debe innovar y adaptarse a estos cambios. Esto puede tomar la forma de transformación en uno o varios clústeres nuevos que se centran en otras actividades o simplemente un cambio en las formas en que se entregan los productos y servicios.

Ex ante, la formación de clústeres está impulsada en parte por su potencial de fortaleza futura, por lo que su capacidad para evolucionar con el tiempo representa un elemento inherente en la formación de conglomerados. De esta forma, los conglomerados en etapas tempranas pueden ser más dinámicos pero también más vulnerables que los conglomerados maduros. Por otro lado, el éxito logrado por agrupaciones bien establecidas puede conducir a la satisfacción que inevitablemente pondrá en marcha procesos destructivos de decadencia. La formación de grupos se puede describir mediante tres procesos de agrupamiento alternativos (Andersson, et al., 2004, p. 29):

- **El proceso de agrupación en clústeres diseñado** es generalmente un enfoque de arriba hacia abajo para desarrollar clústeres. El catalizador inicial podría ser una oportunidad de inversión determinada, un líder dinámico o una crisis económica regional / nacional. Las instituciones gubernamentales y las organizaciones multilaterales (por ejemplo, la cámara de comercio) suelen liderar, y / o también los individuos privados son relativamente importantes.
- **El proceso orgánico de agrupación** es un enfoque de abajo hacia arriba. Entre los factores que pueden desencadenar la formación orgánica de clústeres se encuentran

múltiples actores en la colaboración entre empresas, el endurecimiento de las redes regionales o la introducción de condiciones marco de apoyo. Estos clústeres muestran inicialmente desarrollos espontáneos hacia el establecimiento de vínculos y estrategias conjuntas. A partir de esta plataforma de instancias continuas o recurrentes de cooperación, evoluciona la noción de una iniciativa de clúster o un proceso de desarrollo de clúster más estructurado, a medida que la intensificación de los vínculos entre los actores dentro del clúster crea un sentido de identidad.

- **La agrupación en clústeres rediseñada** es, en efecto, un híbrido de los dos anteriores. Se considera que un clúster existente tiene un significado o potencial competitivo específico, pero su progreso se ve obstaculizado por alguna razón crítica. Existen factores delimitadores cruciales dentro del propio clúster o sus alrededores que están bloqueando su dinamismo. Por tales razones, las fuerzas beneficiosas de la agrupación en clústeres ya no se aplican o se aplican de forma insuficiente. En este caso, el proceso se inicia (o se repite) mediante acciones correctivas de algún tipo, por ejemplo, actos de restablecimiento de vínculos clave, desmantelamiento o ruptura de rigideces adversas, o mediante la comunicación de una nueva visión y estrategia para el desarrollo del clúster.

El enfoque general en el desarrollo de clusters es el siguiente: formar o desarrollar el capital social existente para anclar la idea del clúster, mantener o establecer nuevos mecanismos para generar confianza, formular una visión y estrategia y luego emprender acciones.

***Obstáculos y riesgos en el desarrollo de clústeres de innovación.*** Si bien la agrupación puede fortalecer la competitividad y la innovación, no es inmune a las trampas y los

riesgos que pueden reducir la competitividad, *ceteris paribus*, y / o resultar en estancamiento o decadencia. Puede haber varios tipos (Andersson, et al., 2004, p. 43):

- *Vulnerabilidad*: la especialización puede invocar la vulnerabilidad de una región. Las discontinuidades tecnológicas pueden socavar las ventajas de un clúster específico, al igual que los cambios en la economía general, los patrones comerciales y las necesidades de los clientes.
- *Efectos de bloqueo (locked-in)*: la dependencia excesiva de los contactos locales y el conocimiento tácito en combinación con el descuido de los vínculos externos y la falta de previsión pueden explicar los efectos de bloqueo debido al dominio de prácticas establecidas.
- *Creación de rigideces*: las estructuras densas existentes corren el riesgo de retrasar una reorientación radical u obstaculizar el ajuste estructural necesario.
- *Disminución de las presiones competitivas*: la cooperación puede provocar una reducción de las presiones competitivas y, por tanto, de las fuerzas impulsoras de la innovación. Puede crear ineficiencias sociales a medida que grupos de actores muy unidos bloquean la entrada de recién llegados.
- *Síndrome de autosuficiencia*: al acostumbrarse a los éxitos pasados, un grupo puede no reconocer las tendencias cambiantes. En presencia de cambios significativos, los clústeres podrían dificultar el ajuste en desacuerdo con el aprendizaje acumulado colectivamente durante períodos de éxito anteriores.
- *Declive inherente*: así como el capital social puede ser esencial para dar forma a la base del desarrollo de los clústeres, este último puede socavar e incluso destruir el tejido social que lo sustentaba en primer lugar. Como un clúster exitoso generará costos de factores más

altos, el vecindario puede experimentar un aumento en los precios de las propiedades y la exclusión de personas externas.

### **1.3 Modelo del Desempeño del sistema de innovación**

#### ***1.3.1 Desempeño del sistema de innovación y el impacto a la innovación en las PYMEs***

Las PYMEs tienen unas características únicas que las diferencian de las grandes organizaciones; estas características pueden estar determinadas por el comportamiento inherente del propietario / gerente, por el tamaño y la etapa de desarrollo de la empresa. Son menos capaces que las grandes corporaciones para modelar e influir en su entorno externo, por ejemplo, en sus relaciones con clientes, proveedores, fuentes de financiación y el mercado laboral. Esto significa que la empresa más pequeña suele enfrentarse a un entorno externo más incierto que una empresa más grande. En este escenario de desafíos constantes, la innovación se ha vuelto cada vez más importante para la supervivencia de las PYMEs y para establecer una ventaja competitiva frente a sus competidores. Las PYMEs, según los investigadores de la innovación, no son necesariamente menos innovadoras que las grandes empresas, las pymes innovan de manera diferente a las grandes empresas, la diferencia radica en sus estructuras organizativas, recursos y capacidades tecnológicas y, a menudo, se enfrentan a más incertidumbre y barreras a la innovación. Las empresas más pequeñas tienen ciertas fortalezas relativas, como la facilidad de comunicación, la rapidez en la toma de decisiones y un mayor grado de compromiso y receptividad de los empleados a las novedades; esta es la razón por la que muchas veces no necesitan las estrategias formales que utilizan las

firmas más grandes para asegurar la comunicación y coordinación entre las diferentes unidades dentro de la empresa.

Las PYME son más innovadoras que las empresas más grandes, debido a su flexibilidad y su capacidad para integrar rápida y eficazmente las invenciones creadas por las actividades de desarrollo de las empresas (Verhees y Meulenbergh 2004). La investigación apoya la noción de que las PYME que participan en actividades de innovación tienen mejores resultados (Verhees y Meulenbergh 2004). Sin embargo, las empresas más pequeñas suelen tener una gama especializada de competencias tecnológicas y realizan una investigación de mercado o un seguimiento de la tecnología menos sistemáticos. La falta de recursos también limita sus inversiones en investigación y desarrollo.

Sin embargo, estas deficiencias pueden superarse parcialmente mediante su integración en los sistemas de innovación. Estudios recientes muestran que el entorno externo y los factores estructurales, así como las características específicas de la empresa, afectan la innovación en las PYMEs (Laforet, 2011). De acuerdo con Andersson & Löf (2012), las pequeñas empresas tienden a tener una ventaja en términos de innovación, especialmente en los sectores de alta tecnología y alta intensidad donde las oportunidades de tecnología e innovación son altas. Según Hottenrott & Lopes-Bento (2014), las PYMEs contribuyen considerablemente a la creación de conocimiento y al progreso tecnológico al involucrarse en proyectos de innovación más básicos y radicales, resultando en novedades en el mercado de productos. Las pequeñas empresas generalmente no pueden depender exclusivamente de sus conocimientos y habilidades internas en sus procesos de innovación, sino que se ven obligadas a buscar información adicional en su entorno operativo (Varis y Littunen, 2010); las PYMEs orientadas a la innovación deben esforzarse por desarrollar el aprendizaje organizacional y las habilidades relacionadas con el conocimiento orientadas hacia el exterior, utilizando así el

conocimiento externo para construir un cuerpo de conocimiento más amplio (Maes y Sels, 2014). El conocimiento requiere de circunstancias específicas para ser creadas, difundidas, compartidas, desarrolladas, etc., estas son de dimensión regional y local. Dado que las empresas necesitan conocimiento y, a su vez, el conocimiento necesita un entorno favorable, que es espacialmente limitado, esto implica que las empresas se sentirán atraídas por los sistemas de innovación regionales u otras entidades locales como los parques científicos. Al respecto, Verhees & Meulenbergh (2004) describen que las redes empresariales en los sistemas de innovación pueden establecer programas colectivos de Investigación y Desarrollo (I + D) como base para promover la innovación para sus miembros.

El concepto de Ambiente Innovador (capítulo 1.1.2) se centra en la innovación como motor clave del crecimiento de las economías locales y nacionales, sostiene que la innovación es fundamentalmente un proceso colectivo, complejo e interactivo. La innovación surge de una combinación creativa de *know-how* genérico y competencias específicas, y la organización territorial es un componente esencial de este proceso, enfatiza el papel de las relaciones entre empresas, el arraigo socio-económico territorial y los procesos de aprendizaje colectivo local dinámico, cuanto más tácito es el conocimiento, más importante es la proximidad espacial y los contactos directos, cara a cara. Los estudios sobre empresas canadienses de biotecnología realizados por B. Aharonson et al. (2004) confirmaron el impacto de la agrupación industrial en la innovación y los beneficios de las empresas. En particular, sus resultados indican que las empresas agrupadas son hasta ocho veces más innovadoras que las empresas geográficamente remotas.

A pesar del papel de los sistemas de innovación para las innovaciones en las PYME, que se presenta a partir de las peculiaridades de los procesos de conocimiento, existen muchos otros factores que presumiblemente influyen en la innovación, en particular, los gastos

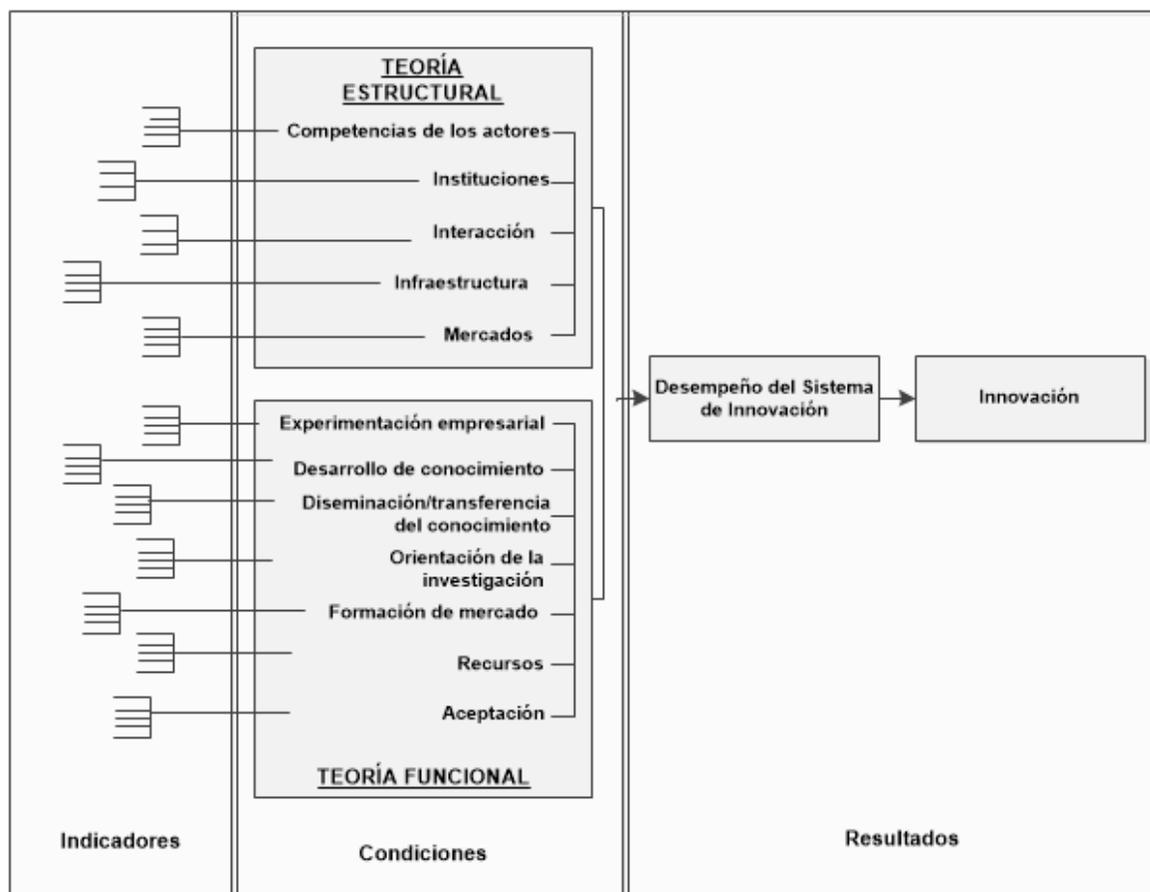
en I + D, el sistema educativo, los derechos de propiedad intelectual o la estructura de edad de la población. El próximo capítulo explica un modelo conceptual de desempeño de los sistemas de innovación.

### ***1.3.2 Dimensiones del sistema de innovación***

Jenson et al. (2016), señalan que existen dos enfoques para el entendimiento del desempeño de los sistemas de innovación: sectorial o estructural y tecnológico o funcional. La Figura 1.5, reúne los elementos de estos enfoques que son la base para la formulación de indicadores o variables para estudios cuantitativos o cualitativos, según sea el requerimiento de la investigación.

**Figura 1.5**

*Desempeño del sistema de innovación*



Tomado de: Jenson et al. (2016)

Jenson et al. (2016), reconocen que los indicadores para cada una de las condiciones se encuentran en construcción latente, lo que permite tener un amplio espacio para estudiar asuntos puntuales de cada condición para la innovación. A continuación, se describen las dimensiones estructurales y funcionales para el análisis del desempeño de los sistemas de innovación.

**Dimensiones estructurales del sistema.** La teoría estructural se enfoca en el estudio de los componentes del sector objeto de análisis. Los componentes estructurales son:

**Actores:** debido a que los roles de los actores del proceso de innovación (productores-usuarios) son cada vez más difusos y dificultan el análisis del desempeño del sistema Wieczorek y Hekkert (2012) proponen categorizar los actores de acuerdo con su papel en la actividad económica, quienes pueden desempeñar varios papeles simultáneamente dentro del proceso de innovación. Estas categorías son: sociedad civil, gobierno, organizaciones no gubernamentales, empresas (*start-ups*, *spin-off*, PYMEs, grandes empresas, multinacionales), institutos de conocimiento (universidades, centros de investigación, institutos de tecnología, escuelas) y otras partes (organizaciones legales, organizaciones financieras, intermediarios de conocimiento, consultores). Para Kao et al. (2019) “los actores representan a las partes interesadas de un sistema de innovación, que incluye actores públicos y privados, así como el personal de investigación de los adoptantes de tecnología” (p.4). De forma resumida, Jenson (2019) indica que los actores son grupos involucrados que tienen la competencia para participar en el sistema de innovación y capacidad para hacerlo.

**Instituciones o condiciones marco:** comprenden el conjunto de rutinas y conceptos compartidos, hábitos comunes utilizados de forma repetida (instituciones blandas) representan las reglas de juego entre los actores (Edquist, 2001), organizadas por reglas, normas y estrategias (instituciones duras) (Wieczorek & Hekkert, 2012). “La disponibilidad de leyes, finanzas, sistemas, cultura, ‘reglas del juego’ facilitan el proceso de innovación” (Jenson, 2019, p. 424). Según Lipsey et al. (2005), las configuraciones y capacidades institucionales están determinadas por la especificidad espacial, socio-cultural e histórica del territorio.

**Interacción:** las redes, además de describir las relaciones de cooperación entre actores, se las interpreta como formas más elevadas de organización de actores. Las

interacciones pueden ocurrir fuera de las redes a través de contactos individuales entre actores. (Wieczorek & Hekkert, 2012). Las conexiones entre actores deben ser lo suficientemente fuertes para traer las habilidades y los puntos de vista requeridos, pero no tan estrechas que impidan que se considere nuevos enfoques o ideas (Jenson, 2019).

**Infraestructura:** Wieczorek y Hekkert (2012) definen la infraestructura de los sistemas de innovación en tres categorías: física, financiera y de conocimiento. La infraestructura física comprende: instrumentos, edificios, máquinas, redes de telecomunicaciones, transporte (carreteras, aeropuertos, puertos, etc.). La infraestructura financiera incluye: subsidios, programas de financiación, ventajas tributarias, etc. Y la infraestructura de conocimiento incluye: conocimientos, experiencia, *know-how* e información estratégica. En resumen, la infraestructura comprende diversos elementos tangibles e intangibles que permiten la ejecución de las funciones de la innovación (TICs, conocimiento y habilidades científicas y aplicadas, instalaciones, patentes, etc.) (Jenson, 2019).

**Mercados:** Hace referencia a los clientes potenciales que pueden determinar el valor de la propuesta de valor de la innovación y entienden cómo los beneficiará implementar el cambio (Jenson, 2019).

**Dimensiones funcionales del sistema.** El análisis funcional se enfoca en el estudio de los procesos claves para que el sistema de innovación funcione correctamente. De acuerdo con Markard y Truffer (2008) las funciones son propiedades que emergen de la interacción de actores. Las funciones principales de los sistemas de innovación son la generación, difusión y uso de la innovación (Carlsson et al. 2002). Estas funciones principales se pueden dividir en sub-funciones tales como la generación y la difusión de conocimiento, la formación de mercado etc. Markard y Truffer (2008) señalan que la calidad de estas sub-funciones depende de las

actividades de uno o todos los componentes y las relaciones del sistema; a su vez, la calidad de la función general del sistema depende de la calidad y la interacción de las sub-funciones.

Hekkert et al. (2007) y Bergek et al. (2008) coinciden en la categorización de siete sub-funciones del sistema de innovación: (1) actividades de emprendimiento, (2) desarrollo de conocimiento, (3) difusión de conocimiento, (4) orientación de la investigación, (5) formación de mercado, (6) movilización de recursos y (7) creación de legitimidad. A continuación, se describe cada una de ellas.

**(1) Actividades de emprendimiento.** Los emprendedores son actores claves del sistema de innovación, debido a que su papel dentro del sistema de innovación consiste en convertir el potencial derivado de los conocimientos, las redes y los mercados en acciones enfocada en la generación y aprovechamiento de nuevas oportunidades de negocios (Hekkert et al., 2007; Jenson, 2019; Turner et al. 2016). Los sectores de alta tecnología se caracterizan por altos niveles de incertidumbre, una forma de reducir esta incertidumbre es la experimentación empresarial, que involucra la realización de sondeos o pruebas de nuevas tecnologías y aplicaciones, algunas de ellas fallan y otras tienen éxito, es en estos momentos en los que se producen procesos de aprendizaje social (Bergek et al., 2008). No solo se adquiere conocimiento sobre el funcionamiento de las tecnologías, sino que también se evalúan las reacciones de los clientes, las entidades gubernamentales, los competidores y los proveedores (Hekkert et al., 2007). En este sentido, un sistema de innovación que funciona bien promueve un ambiente favorable para el emprendimiento de base tecnológica.

**(2) Desarrollo de conocimiento.** Los “mecanismos de aprendizaje son el corazón de cualquier proceso de innovación” (Hekkert et al., 2007, p. 422). Esta sub-función comprende el “*learning by searching*” propio de los procesos de I+D y el “*learning by doing*” que proviene de la experiencia (Ej. experimentación con nuevos productos, nuevos procesos, por actividades de imitación, etc.), “en la etapa experimental de una nueva tecnología, es probable que el conocimiento se transforme en tecnologías exitosas” (Kao et al., 2019, p. 6). El desempeño del sistema de innovación se medirá en los esfuerzos que realice en el desarrollo de conocimiento y en el incremento del desempeño tecnológico (curvas de aprendizaje). (Hekkert et al., 2007). El conocimiento generado no solo es científico o tecnológico, puede ser de producción, de mercados, de logística, de diseño (Bergek et al., 2008; Jenson, 2019), e involucra estudios de viabilidad, investigación de mercados, desarrollo de redes tecnológicas complementarias, entre otros (Trianni et al. 2017).

**(3) Difusión de conocimiento.** La interacción entre actores facilita la difusión del conocimiento e información, esto es fundamental en los sistemas de innovación en donde se reúnen actores diversos. En esta sub-función se ubica el *learning by interaction*. (Hekkert et al., 2007). Comprende el “intercambio de información, especialmente entre proveedores de I+D, gobierno, competidores, y mercado que puede ser mediado a través de redes, cadenas de suministro y normas” (Jenson, 2019, p.424). Implica, el entrenamiento de los profesionales que difunden la información, la realización de campañas de promoción y la organización de conferencias y talleres (Kao et al., 2019).

**(4) Orientación de la investigación.** Selección estratégica de las opciones tecnológicas a desarrollar. Esta sub-función representa el proceso de selección dentro de una

amplia variedad de opciones tecnológicas; su objetivo consiste en facilitar la convergencia del desarrollo tecnológico (Hermans et al. 2019). El direccionamiento de la investigación es un proceso que puede ser influenciado por los cambios en las preferencias de la sociedad, lo que genera cambios en las prioridades de I+D, y, por lo tanto, en la dirección del cambio tecnológico. (Hekkert et al., 2007). Las elecciones son realizadas de varias opciones tecnológicas para futuras inversiones, lo que incluye al sector productivo, el gobierno y los mercados. Esta selección se efectúa a través de la articulación de visiones, expectativas, regulaciones, políticas, entre otras cuestiones (Jenson, 2019).

La dirección de la investigación no se limita a la búsqueda de diferentes tecnologías o aplicaciones, incluye la búsqueda de mercados, modelos de negocio y estructuras organizacionales (Bergek et al., 2008).

**(5) Formación de mercado.** En los sectores de alta tecnología, el mercado para las innovaciones ser inexistente o estar poco desarrollado (Carlsson & Stankiewicz, 1991), en especial si el proceso de innovación ha seguido una trayectoria *technology-push*. En mercados inexistentes los clientes potenciales no han articulado su demanda, existen altos niveles de incertidumbre y dificultades para la fijación del precio (Bergek et al., 2008).

Con frecuencia las nuevas tecnologías se encuentran en desventaja frente a las tecnologías posicionadas en el mercado; por lo tanto, en algunos sistemas de innovación se crean espacios de protección para las nuevas tecnologías. Algunos mecanismos de protección son: la formación de nichos de mercado temporales para la aplicación de la tecnología, creación de regímenes fiscales favorables (Ej. reducción del impuesto por uso de la nueva tecnología) o cuotas de consumo mínimo (Ej. porcentajes mínimos de mezcla de biocombustibles y combustibles convencionales) (Hekkert et al., 2007; Jenson, 2019).

Según Bergek et al. (2008), la formación de mercado consiste en tres etapas: (1) “*Nursing markets*” es una etapa temprana que abre espacios para el aprendizaje (pruebas de conceptos o productos y obtención de ingresos tempranos) y el tamaño del mercado con frecuencia es muy limitado; (2) los “*nursing markets*” cuando evolucionan dan lugar a los “*bridging markets*”, lo que permite aumentar los volúmenes y ampliar el número de actores involucrados; (3) finalmente, en un sistema de innovación exitoso se puede evolucionar a mercados masivos, en términos de volumen, “*mature markets*”.

**(6) Movilización de recursos.** Las actividades dentro del sistema de innovación requieren de un flujo constante y suficiente de recursos. Las tecnologías necesitan del suministro adecuado de recursos para los procesos de producción de conocimiento. (Hekkert et al., 2007). A medida que el sistema de innovación evoluciona se precisa de la movilización de una variedad de recursos. Se requiere la movilización de capital humano a través de programas de educación enfocados en campos científicos y tecnológicos específicos, en emprendimiento, en administración y finanzas; la movilización de capital financiero (capital semilla y de riesgo); y la movilización de activos complementarios (productos, servicios, infraestructura de red, etc.). (Bergek et al., 2015; Bergek et al., 2008; Jenson, 2019)

**(7) Creación de legitimidad.** Una nueva tecnología se establece en firme cuando se convierte en parte de un régimen (paradigma) tradicional (dominante), o cuando logra derrocarlo. Las partes con intereses creados con frecuencia se opondrán al proceso de destrucción creativa. Para ello se proponen la creación de coaliciones de defensa que pueden funcionar como catalizadores del cambio; ellos introducen la nueva tecnología en la agenda,

hacen *lobby* para recursos y para el establecimiento de regímenes fiscales favorables, de esta manera crean legitimidad para la nueva tecnología. (Hekkert et al., 2007; Jenson, 2019)

La legitimidad es un asunto de aceptación social, por lo tanto, las nuevas tecnologías y sus proponentes necesitan ser considerados apropiados y deseables por los actores relevantes a fin de dinamizar la movilización de recursos, la formación de demanda y la adquisición de fortaleza política para los actores de nuevo sistema tecnológico de innovación. En este sentido, la legitimidad se consigue a través de acciones conscientes de diversas organizaciones e individuos. (Bergek et al., 2008)

El éxito de las coaliciones defensoras permitirá que estas crezcan en tamaño e influencia y este éxito estará directamente influenciado por la disponibilidad de recursos y por las expectativas futuras asociadas a la nueva tecnología. (Hekkert et al., 2007)

**Interacción de la estructura y las funciones.** Wieczorek y Hekkert (2012) y Jenson et al. (2016) resaltan la importancia de tener en cuenta los elementos estructurales y funcionales de los sistemas de innovación al analizar su desempeño debido a que los elementos estructurales proveen una plataforma para la operación de los elementos funcionales; por lo tanto, no se puede influenciar una función sin alterar un elemento estructural. Por ejemplo, para la movilización de recursos se requiere de la presencia y la interacción de actores, la existencia de los recursos (infraestructura física, financiera y/o de conocimientos) y unas normas claras sobre el uso de los recursos (condiciones marco).

En este contexto, el grado de desempeño de cada una de las dimensiones del sistema de innovación afectará a los resultados e impacto de todo el sistema en aspectos como: la

acumulación tecnológica, la especialización de los sistemas de creación de valor, la generación de capital social, el fomento del emprendimiento y, en definitiva, a la innovación.

#### **1.4 Factores de éxito**

Los primeros aportes al concepto de factores de éxito se originan en Aristóteles, quien mencionaba que los líderes deben crear unas pocas metas para sus organizaciones, porque las organizaciones que lo hicieron así obtuvieron mejores resultados que las que no actuaron de esta manera (Rockart & Forster, 1989). Posteriormente, estas primeras ideas se retoman en el contexto empresarial con Daniel (1961), quien reconoció que el éxito de una organización se ve afectado por un pequeño número de factores; por lo tanto, existe la necesidad de eliminar temas que no estén directamente relacionados con el éxito de una organización y así conformar sistemas de información eficientes que ayuden a los directivos en la planificación y gestión de las organizaciones.

Este concepto se ha difundido y aplicado en diferentes ámbitos, por ejemplo, al campo estratégico o de realización de proyectos. En el ámbito de la estrategia, se define un factor de éxito estratégico como una variable que influye significativamente en el atractivo que tiene un mercado o en la fortaleza competitiva de la empresa. La identificación y toma de decisiones en torno a factores de éxito controlables por la construcción de los correspondientes potenciales de éxito, afectará el éxito a largo plazo de la organización. Existen dos clases de factores de éxito estratégicos: los generales y los específicos de un sector. Los factores generales se aplican a todos los sectores y empresas, y se les identifica por investigación empírica; por otro lado, los factores de éxito específicos de un sector son de aplicación particular y se les identifica por estudios científicos. (Grünig & Kühn, 2015).

Los factores de éxito se fundamentan en potenciales de éxito. Existen tres niveles para los potenciales de éxito: posición en el mercado (participación en el mercado o posición en el mercado), oferta (ventajas competitivas) y recursos (tecnologías superiores, recursos humanos, sistemas de información, recursos financieros, cultura corporativa, imagen de marca, capacidades de innovación, capacidades de cooperación, etc.). (Grünig & Kühn, 2015). De esta manera, “los factores de éxito críticos son puntos de apoyo para el apalancamiento de una organización hacia el logro de resultados exitosos. Son dinámicos en tanto dependen de la coyuntura de cada negocio y debe desdoblarse a distintos niveles de recursividad de manera armónica a fin de garantizar el equilibrio entre las exigencias internas y externas al sistema” (Villegas, 2012, p. 4).

Respecto al desarrollo de proyectos, Gil Osorio y Ibarra Lopesierra (2014), expresan que los Factores de Éxito Críticos (FEC), son variables que se deben tomar en cuenta antes y durante la realización de un proyecto, ya que aportan información valiosa para alcanzar las metas y objetivos de la empresa. No obstante, determinar que es o que no es un FEC se basa, por lo general, en un juicio subjetivo, ya que no existe una fórmula explícita para determinar los FEC con claridad. En este caso, específicamente en el ámbito de proyectos Söderlund (2011) presenta una recopilación de autores que hablan sobre FEC, y sobre la importancia de determinar qué es un proyecto exitoso y cuáles pueden ser las causas de dicho éxito.

El concepto inicial de FEC, nace y se desarrolla desde la disciplina de la dirección estratégica y la gerencia empresarial (Ferrerías, 2010). Rockart y Forster (1989), recopilan el desarrollo histórico del concepto desde la perspectiva de diferentes autores y temas, quienes identifican los FEC a través de la metodología de estudio de casos, lo que permite determinar que éstos varían de empresa a empresa o entre industrias, pero todos aportan al futuro de la

organización, ya que las empresas pueden concentrar sus esfuerzos en la construcción de capacidades claves en torno a los FEC.

De acuerdo con Villegas (2005, p. 4), los FEC pueden adoptar otros nombres como: factores claves de éxito, factores estratégicos, áreas clave de éxito, áreas clave de resultado o signos vitales del negocio. Son dinámicos en tanto dependen de la coyuntura de cada negocio y deben desdoblarse a distintos niveles de recursividad de manera armónica a fin de garantizar el equilibrio entre las exigencias internas y externas al sistema.

Los factores de éxito críticos son áreas de actividad clave, cuyos resultados favorables son definitivamente necesarios para lograr los objetivos de un gerente en particular (Bullen & Rockart, 1981). Por otro lado, desde el punto de vista organizacional los factores clave del éxito son calificaciones o recursos en los que una empresa puede invertir, y que en retorno se aprecia una diferencia observable en los costos relativos y el valor percibido con respecto a las empresas del mismo mercado (Grunert & Ellegaard, 1992).

Asimismo, Villegas (2005) plantea que los FEC desde la literatura administrativa retoma el concepto de factores de éxito críticos precisándolo y aplicándolo no sólo a la definición de requerimientos de información sino también en distintas actividades, algunos ejemplos son:

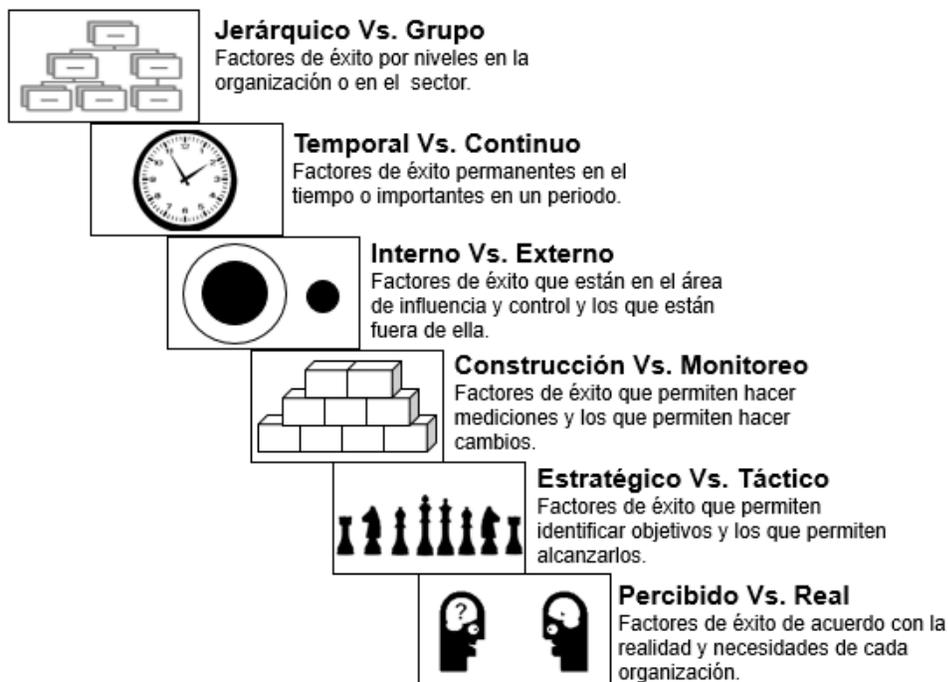
- A la valoración de empresas.
- Al proceso de *Benchmarking*.
- A la formulación de estrategias de desarrollo corporativo.
- Al apoyo del análisis ambiental.
- A la formulación de la estrategia del negocio en las fases de análisis de recursos y de elección de la estrategia.
- Como soporte al sistema de retroalimentación durante la ejecución de la estrategia.
- Como base para la comunicación de las prioridades gerenciales.

- Como herramienta para la evaluación de desempeño individual en el sistema de incentivos y recompensas.
- Para el diseño de sistemas de control.
- Al proceso de reingeniería y
- A la reflexión prospectiva.

Otro aspecto importante de los FEC son las diferentes dimensiones del concepto que permiten la realización de diferentes tipos de análisis; las dimensiones principales son las definidas por (Esteves De Sousa, 2004) se aprecian en la Figura 1.6.

**Figura 1.6**

*Dimensiones de los factores de éxito*



Nota: basado en (Amberg et al. 2005)

En la primera dimensión, Jerárquico Vs. Grupo, se encuentran los factores de éxito de nivel organizacional relacionados con asuntos estratégicos. Estos pueden abordarse a nivel sectorial, empresarial o por divisiones de la empresa, de esta manera se forma cierto tipo de jerarquía de factores de éxito dentro de la organización (Bullen & Rockart, 1981). Este enfoque jerárquico puede ser extendido según Esteves De Sousa (2004) para incluir grupos de FEC bien sea para grupos de organizaciones en el mismo sector o para un grupo de gerentes de diferentes empresas.

La dimensión Temporal Vs. Continuo, contrasta la naturaleza temporal y continua de los factores de éxito. En proyectos, por ejemplo, algunos factores de éxito tienen una importancia relativa según la fase el ciclo de vida de los proyectos, haciendo referencia a la temporalidad. En el caso de la naturaleza continua de un factor de éxito, hay algunos factores mantienen esta importancia durante todo el ciclo de vida (Pinto & Slevin, 1987). El foco de este estudio son los factores de éxito continuos que en teoría se mantienen en el tiempo.

En la dimensión Interno Vs. Externo, los FEC internos corresponden a asuntos dentro del área de influencia y control de un gerente o líder de la unidad de estudio. En contraste, los FEC externos hacen referencia a situaciones en las que el gerente tiene menos control (Bullen & Rockart, 1981). Dimensión Construcción Vs. Monitoreo, según Bullen y Rockart (1981), los FEC de monitoreo que son aquellos que permiten medir el estado actual de algunas situaciones (Ej. rotación de personal o ROI) y los FEC de desarrollo o construcción son aquellos que permiten la implementación de cambios en el desempeño de la organización (Ej. programas de desarrollo de nuevos productos).

En la dimensión Estratégico Vs. Táctico, se abordan los factores relativos al tipo de planificación de una organización. De acuerdo con Esteves de Sousa (2004), los factores estratégicos buscan identificar qué objetivos deberían ser postulados y los factores tácticos

describen las posibles alternativas del cómo obtener dichos objetivos. Finalmente, no todos los factores de éxito aplican a todas las organizaciones, en vez de eso las organizaciones deberían analizar sus necesidades y objetivos para poder alinear sus FEC (Amberg, Fischl, & Wiener, 2005). Es en este momento, cuando se debe diferenciar entre FEC reales y percibidos.

#### **1.4.1 Fuentes de Factores de Éxito Críticos**

Rockart (1981), González Bañales y Rodenes Adam (2007) y Caralli (2004) definen que las principales fuentes para la identificación de los factores de éxitos críticos son: 1) El sector, en el que la organización existe, 2) el entendimiento de sus competidores (la estrategia competitiva, la posición de la industria, y la ubicación geográfica), 3) el entorno, 4) sucesos temporales y 5) la gerencia. Estas líneas son también fundamentadas por Gil Osorio y Ibarra Lopesierra (2014) quien cita a Rockart (1979), determinando que los FEC provienen de cinco fuentes principales:

1. **La industria:** cada industria posee un conjunto de FEC que son definidos por las mismas características de la industria.
2. **Estrategia competitiva y posicional:** cada empresa se encuentra en una posición individual dentro de la industria en que se desenvuelve, que depende de su historia, su situación geográfica y su estrategia competitiva actual.
3. **Ambiente o Entorno:** son todos los factores del entorno exceptuando aquellos donde la organización posee poco o nada de control, como son las fluctuaciones económicas o las políticas nacionales

4. **Fuentes temporales:** son áreas dentro de la organización que se tornan críticas por algún periodo de tiempo y luego pierden importancia dentro de la empresa.  
Normalmente estas áreas no generan FEC.
5. **Gerencia:** dependiendo de la situación funcional de los administradores que lideran la empresa se generan diferentes FEC. Por ejemplo, los factores de éxito críticos del área de producción son diferentes a los factores del área de gestión humana. En este sentido, toda organización posee sus propios FEC, los mismos se definen según las características pertenecientes a cada mercado o industria.

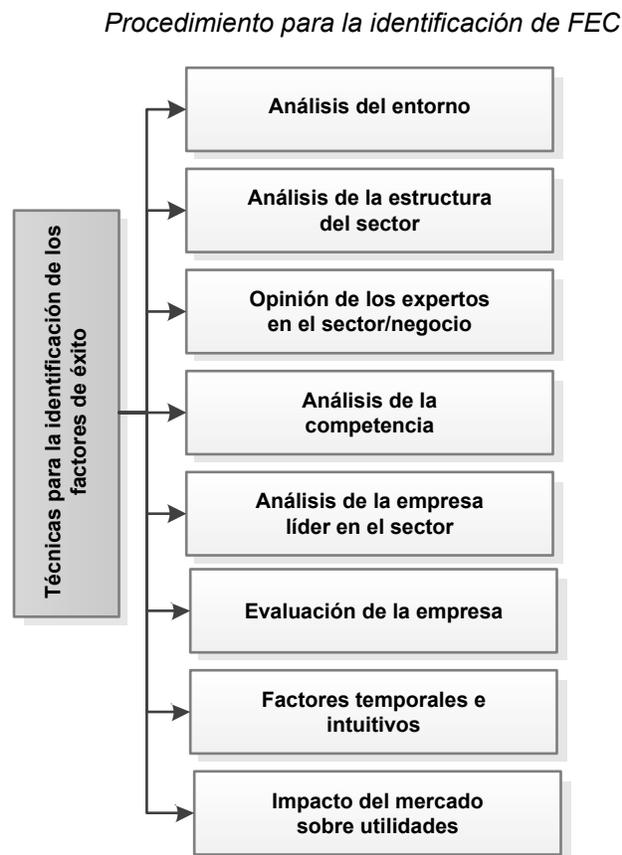
#### ***1.4.2 Métodos para la identificación de los Factores de Éxito Críticos***

De acuerdo con la práctica en general, es habitual identificar los FEC a partir del estudio de casos, de donde se extraen aquellos que se determinan más interesantes, y a partir de la propia experiencia. Por ende, lo apropiado es la realización de un cuidadoso análisis de los FEC según cada situación en particular (Ferrerías, 2010). El método de identificación de los factores de éxito críticos propuesto por Caralli (2004) propone cinco actividades básicas: 1. Definir el alcance, 2. Recopilar datos, 3. Analizar datos, 4. Obtener FEC y 5. Analizar los FEC. De manera general, este enfoque presenta la necesidad de efectuar la revisión de documentos y la realización de entrevistas, ya que estas proporcionan una fuente básica de datos a partir de la cual se pueden definir los FEC de una organización, e incluso de todo un sector (González Bañales & Rodenas Adam, 2007).

De acuerdo con lo que plantea Rockart (1979), en la mayoría de los sectores existen generalmente de tres a seis factores que determinan su éxito, estas actividades clave deben ser realizadas de la mejor manera para conseguir el éxito de la organización. Asimismo,

Leidecker y Bruno (1984), proponen que la identificación de los factores de éxito críticos puede realizarse mediante cualquiera de las ocho técnicas que se resumen en la Figura 1.7.

**Figura 1.7**



Tomado de: Leidecker y Bruno (1984)

### **1.4.3 Beneficios y factores de éxito de los clústeres**

Para las empresas el desarrollo en una economía de aglomeración significa: la construcción de capacidades específicas que permiten la sofisticación de las ventajas competitivas y oportunidades de penetración en nuevos mercados, resultado de una mayor especialización inducida por la fuerte competencia y el acceso a nuevos recursos (Porter,

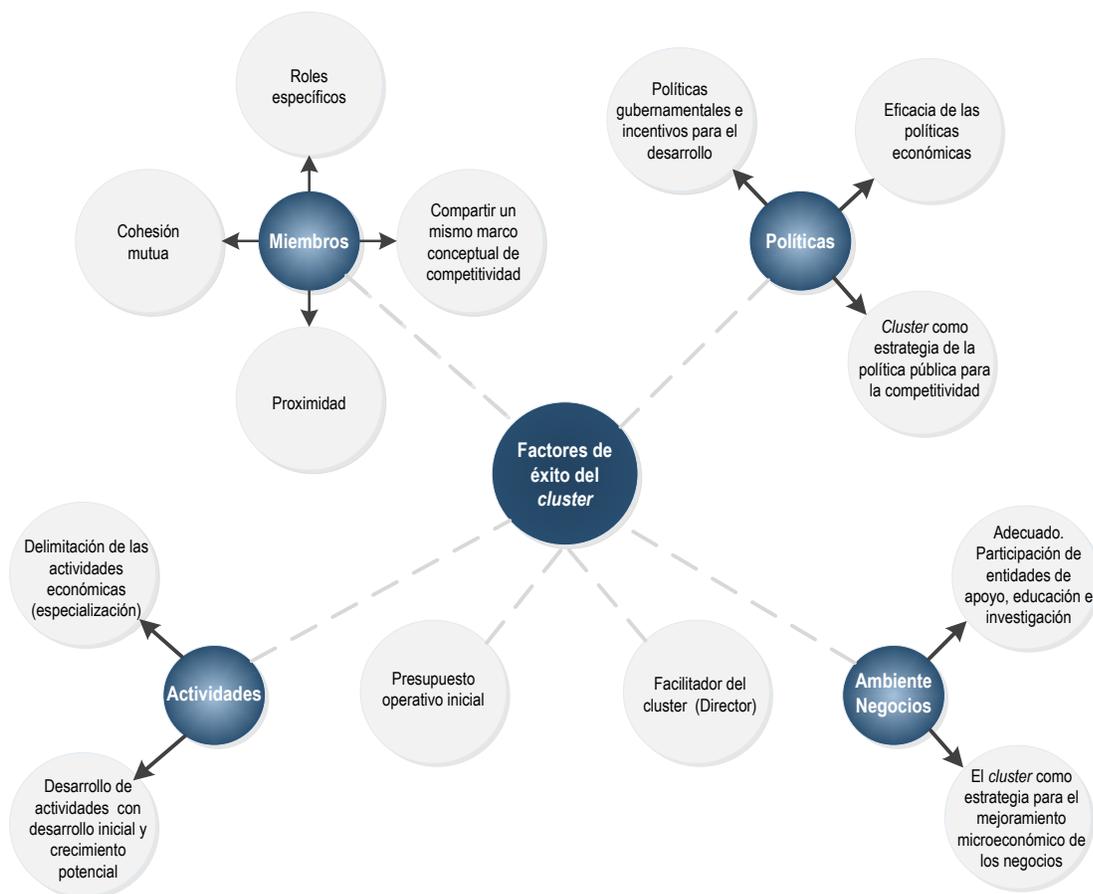
2003); el fortalecimiento de las relaciones interempresariales verticales con actores de la cadena productiva y, por consiguiente, la reducción de los costos de transacción; una mayor conciencia de la importancia de la acción colectiva para el logro de metas comunes; mejoras en los niveles de innovación por el intercambio de conocimiento, reducción de los costos de I+D y el desarrollo de relaciones más cercanas con clientes y otras empresas (Ketels, 2003); mejoramiento de la cultura de negocios por el establecimiento de relaciones de confianza; disminución del riesgo de las acciones de emprendimiento; entre otros beneficios.

Según Ketels (2003), los clústeres generan beneficios que impactan directamente a sus integrantes y a los gestores de política pública de acuerdo con sus intereses particulares; para los primeros, la maximización de las ganancias y, para los segundos, el aseguramiento de la sostenibilidad de las regiones a largo plazo.

Dada la importancia de los clústeres, Ketels (2003) identifica algunos factores que condicionan el éxito del clúster (ver Figura 1.8).

**Figura 1.8**

*Factores de éxito del clúster*



Nota: Basada en Ketels (2003).

Adicionalmente, a los factores que promueven el surgimiento de los clústeres en sectores de alta tecnología debe tenerse en cuenta los factores que contribuyen al desarrollo exitoso de la innovación. A este respecto, existen numerosos aportes de diferentes autores como se observa en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3

*Factores de éxito para la innovación en los clústeres*

<b>Factores de éxito</b>	<b>Autores</b>
Compradores sofisticados, proveedores especializados, apoyo entre empresas y rivalidad entre competidores.	Porter (1998, 1999)
Confianza, rivalidad, proximidad y acuerdos de <i>outsourcing</i> extensivo.	Khan y Ghani (2004)
<i>Spillovers</i> (efectos de la relación entre empresas extranjeras y empresas locales), mercado laboral local y cooperación.	Brenner y Greif (2006)
Proximidad (generación de confianza, lenguaje compartido y hábitos) contribuye a crear redes semiformalizadas. Especialización de las empresas	Muscio (2006)
Fuerte integración de personas y conocimientos de diferentes entidades.	Tracey y Clark (2003)
Intercambios frecuentes e intensivos de personal entre clientes y proveedores, y cooperación entre competidores.	Markusen (1996)
Procesos de aprendizaje facilitados por redes locales o intrarregionales.	Eraydin y Armattli-Köroğlu (2005)
Aprendizaje interactivo para promover la innovación sistémica (tutoría empresarial, procesos de transferencia de conocimiento tecnológico).	Cooke et al. (1997) Audretsch (1998)
El mercado laboral y la movilidad laboral (como canales de fuentes de conocimiento e ideas).	Power y Lundmark (2004)
Demanda de productos y servicios especializados (búsqueda de rutinas y capacidades nuevas o mejoradas) promueve el surgimiento de nuevas empresas o la reconversión de algunas empresas existentes.	Caniëls y Romijn (2003)
Categorías infraestructurales (financiación pública y privada, autoridades locales competentes (inversión en infraestructura) e integración universidad-industria) y supraestructurales (aspectos	Cooke (2001)

---

Factores de éxito	Autores
institucionales, aspectos organizacionales en la empresa y aspectos organizacionales en el ámbito de política).	

---

Nota: basado en Becerra Rodríguez & Serna Gómez, 2012

Después de reconocer el concepto de los factores de éxito, su tipología, las fuentes desde donde emergen, métodos de identificación y una introducción a algunos factores de éxito identificados específicamente para los clústeres y la innovación, resulta apropiado determinar un marco de análisis más amplio que contribuya a la identificación de los factores de éxito internos y externos al clúster de innovación. Para este caso, se seleccionó la estructura de análisis por niveles que ofrece la Competitividad Sistémica.

### **1.5 Los clústeres de innovación en el contexto de la Competitividad Sistémica**

Como se mencionó en la sección 1.3., los clústeres de innovación tienen una influencia significativa en la competitividad de la región, y por extensión en el país. Esto se debe a que las innovaciones generadas por las actividades del clúster producen cambios en las estructuras organizacionales, en los métodos de producción y en las estrategias de mercadeo y tienen un efecto positivo en la productividad; además, las innovaciones permiten introducir en el mercado productos/servicios nuevos o significativamente mejorados, lo que contribuye a elevar el nivel de sofisticación de la demanda y, consecuentemente, de la oferta (Golejewska, 2013).

Sin embargo, la innovación es uno de los factores de determinantes de la competitividad y se requiere tener un panorama completo de factores competitivos que influyen en la actividad

innovadora, entendiendo sus complementariedades y articulaciones en una relación sinérgica.

La Competitividad Sistémica ofrece un marco conceptual acertado para este análisis.

### ***1.5.1 Aproximación al concepto de Competitividad Sistémica***

De acuerdo con Feurer y Chaharbaghi (1994) no existe una definición exacta y universal para competitividad debido a esta significa diferentes cosas para diferentes organizaciones (empresas, sectores, naciones). De forma general, la competitividad se la asocia con la habilidad que tiene una organización para alcanzar sus objetivos. Esta habilidad se fundamenta en las capacidades y competencias medulares desarrolladas por la organización. Estas competencias medulares son la esencia de la competitividad debido a su capacidad para crear valor y establecer ventajas competitivas sostenibles (Porter, 1990; Prahalad & Hamel, 1990). Adicionalmente, las organizaciones competitivas tienen la habilidad de actuar y reaccionar contingentemente a los cambios de un entorno turbulento, a través de procesos adaptivos continuos.

Según Porter (1990), la competitividad de las naciones se encuentra directamente relacionada con la capacidad de innovación y actualización de su industria. A su vez, las empresas desarrollan ventajas como resultado de las presiones y desafíos de la presencia competidores fuertes, proveedores agresivos y clientes exigentes. Los valores, la cultura, la estructura económica, las instituciones y la historia, todo en conjunto contribuye al éxito competitivo de una nación, debido a que generan condiciones particulares para el florecimiento de sectores específicos de desarrollo. En esta línea de pensamiento Porter (1990), reconoce la existencia de diferencias significativas en los patrones de competencia de los países, que los conduce a ser exitosos en ciertos sectores para los que la nación ha creado un entorno que impulsa su desarrollo y que al mismo tiempo les resulta dinámico y desafiante.

Igualmente, Esser, Hillebrand, Messner, y Meyer-Stamer (1996), señalan que la competitividad no se explica exclusivamente a las acciones de las empresas individualmente, sino que las empresas se hacen competitivas al estar sometidas a una presión de competencia que las obligue a desplegar esfuerzos sostenidos por mejorar sus productos y su eficiencia productiva; y al estar insertas en redes articuladas dentro de las cuales los esfuerzos se vean apoyados por una serie de externalidades, servicios e instituciones. Posteriormente, Esser et al. (2013) reconocen que bajo el entorno competitivo global han emergido nuevos requerimientos, específicamente: nuevos patrones de competencia intensivos en conocimiento y ventajas competitivas basadas en tecnología, nuevas estructuras organizacionales empresariales, y las empresas están inmersas en densas redes tecnológicas y productivas (como los clústeres); el cambio tecnológico lleva a la reestructuración de viejas industrias y a la creación de nuevas y la sustitución de los procesos. Igualmente, Maoto (2019) señala que el desempeño de las PYMEs en países en desarrollo se encuentra vinculado con su participación en redes, sus competencias medulares y la innovación.

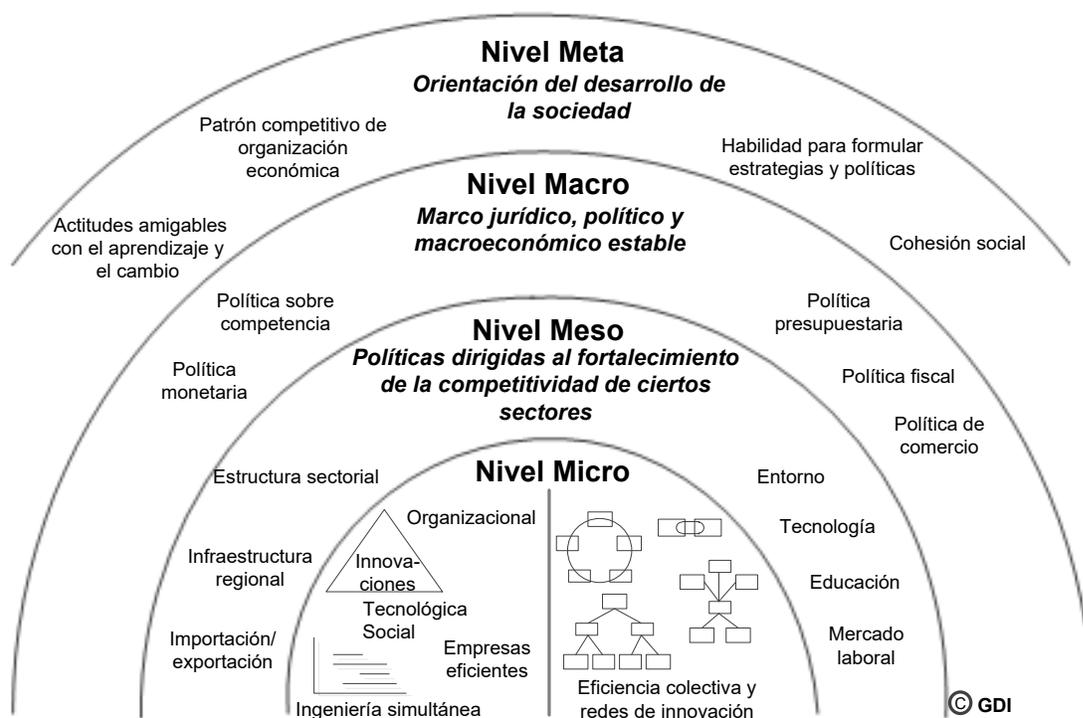
La competitividad es el resultado de la creación de un entorno adecuado que resulta de acciones coordinadas y articuladas de diferentes actores (Estado, asociaciones empresariales, empresas, sector financiero, universidades, centros de investigación, entre otros) en los niveles político, administrativo, institucional, económico y social. Por lo tanto, la competitividad para que sea permanente requiere la presencia de un conjunto de factores del entorno en sus distintas dimensiones, actuando de manera interrelacionada y dinámica, como un sistema, lo que favorece el incremento de la productividad mediante la innovación y un mejoramiento de las condiciones de vida de la población. En este sentido, en un mundo globalizado no solo compiten las empresas sino los sistemas; por ello se insiste en que las empresas no podrán ser

competitivas si no están insertas en redes, conformadas por múltiples agentes e instituciones, que colaboran en crear las condiciones para competir. (Esser et al., 1996, 2013)

En este contexto, surge el concepto de Competitividad Sistémica, que sirve de marco de referencia para el análisis de la competitividad de países industrializados y países en desarrollo. El modelo de Competitividad Sistémica propuesto por Esser et al. (1996) se compone de cuatro niveles analíticos: meta, macro, meso y micro; y se caracteriza por vincular elementos pertenecientes a la economía industrial, a la teoría de la innovación y a la sociología industrial (Figura 1.9).

**Figura 1.9**

*Determinantes de la Competitividad Sistémica*



Tomado de: Altenburg, Hillebrand, y Meyer-Stamer (1998)

La perspectiva holística que ofrece el Modelo de Competitividad Sistémica hace énfasis en que la competitividad se fundamenta en medidas al alcance de un objetivo y se articulan en cuatro niveles (Esser et al., 1996; Morales Rubiano & Castellanos Domínguez, 2007). A continuación, se describen las características de cada nivel:

- **Nivel Meta:** expresa la gobernabilidad y competitividad industrial. Constituido por los patrones de organización política y económica orientados al desarrollo y por la estructura competitiva de la economía en su conjunto. Incluye las condiciones institucionales básicas y el consenso básico de desarrollo industrial e integración competitiva en mercados mundiales, se analizan los factores socioculturales, la escala de valores, los patrones de organización política y económica, la habilidad del Estado para buscar el desarrollo de un país a través de mecanismos eficientes de cohesión social y la capacidad de imponer los intereses del futuro a los del presente; es decir, en este nivel se examina la capacidad de una sociedad para la integración y la estrategia. (Esser et al., 1996, 2013; Morales Rubiano & Castellanos Domínguez, 2007).
- **Nivel Macro:** incluye la vinculación de la estabilización económica y liberalización, con la capacidad de transformación. Compuesto por las condiciones macroeconómicas estables, particularmente una política cambiaria realista y una política comercial que estimule la industria local. Hace referencia a aspectos como la política monetaria, fiscal, cambiaria, comercial, antimonopolio, protección al consumidor, estabilidad legal y ambiente económico y político. (Esser et al., 1996, 2013; Morales Rubiano & Castellanos Domínguez, 2007)
- **Nivel Meso:** otorga apoyo a los esfuerzos de las empresas. Formado por las políticas específicas para la creación de ventajas competitivas, por el entorno y por las instituciones. Ante todo, es relevante el desarrollo oportuno y selectivo de la infraestructura, al igual que debe

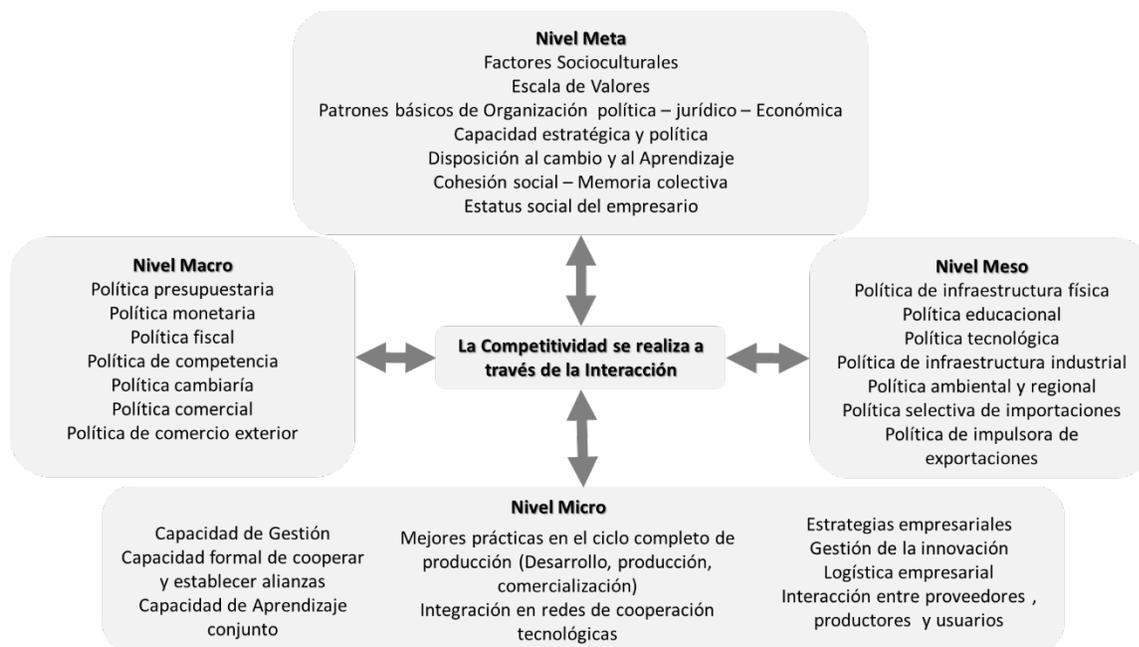
evaluarse la calidad de vida, el nivel de educación del talento humano, el desarrollo de la ciencia y la tecnología, el aprovechamiento sostenible del medio ambiente y el crecimiento local. (Esser et al., 1996, 2013; Morales Rubiano & Castellanos Domínguez, 2007)

- **Nivel Micro:** se refiere a los requerimientos tecnológicos e institucionales. Constituido por la capacidad empresarial para desarrollar procesos de mejora continua y asociaciones y redes de empresas. El énfasis está puesto en la manera como las empresas reaccionan a los requerimientos del entorno, por medio de combinaciones organizativas, sociales y técnicas que permitan la consecución de la calidad y la eficiencia. La competitividad en el nivel micro está basada en la interacción; donde el aprendizaje por interacciones estratégicas es clave en el proceso de innovación, especialmente cuando se constituyen ventajas competitivas dinámicas. (Esser et al., 1996, 2013; Morales Rubiano & Castellanos Domínguez, 2007).

La Figura 1.10 presenta de forma resumida los factores relevantes de cada uno de los niveles de la Competitividad Sistémica.

**Figura 1.10**

*Modelo de Competitividad Sistémica genérico*



Tomado de: Esser et al. (1996)

Ninguno de estos niveles por si solo y actuando de manera desarticulada puede crear las condiciones adecuadas para la competitividad. “La política macroeconómica y la formación de estructuras meso-económicas se condicionan mutuamente. La estabilización en el nivel macro es una condición necesaria, pero no suficiente, para garantizar el desarrollo sostenido de la competitividad, pues ello presupone implementar las políticas de nivel meso, pero la formulación de las mismas será poco promisorias mientras no se haga nada por estabilizar el contexto macro. La política tecnológica, por ejemplo, no alcanzará su objetivo de fortalecer la capacidad tecnológica de las empresas si los propios empresarios no buscan la competitividad. Las barreras arancelarias, selectivas sirven para fortalecer las industrias solo cuando las empresas aprovechan el tiempo disponible para hacerse competitivas”. (Esser et al, 1996, p. 5).

Resulta interesante observar que la mayoría, sino todos, los enfoques de la competitividad han extendido sus variables de análisis a factores extraeconómicos. Es así, que tanto el Foro Económico Mundial (FEM), el Instituto de Gestión para el Desarrollo (IMD, por sus siglas en inglés), como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe- CEPAL han desarrollado metodologías de medición de la competitividad estudiando factores que van más allá de lo estrictamente económico, por ejemplo: buen gobierno, sofisticación de las empresas, educación, salud, subsidios, barreras no tarifarias al comercio, instituciones, infraestructura, innovación, adopción de tecnologías de la información, entre otros. Esta tendencia, unánimemente aceptada, amplifica la resonancia de la competitividad económica al involucrar los sistemas sociales, redefiniendo los límites entre lo económico y lo extraeconómico y convirtiendo los últimos en verdaderos espacios de competencia mediados por el mercado. (Sum & Jessop, 2013)

### ***1.5.2 La Competitividad Sistémica y los clústeres de innovación***

El concepto de Competitividad Sistémica resalta la importancia de los clústeres. Shakya (2009), señala que los clústeres pueden ser herramientas efectivas para que los países mejoren su competitividad en el comercio internacional. Los clústeres de innovación como sistemas de innovación que operan dentro de sistemas de competitividad promueven el desarrollo de capacidades y ventajas competitivas basadas en innovación a través de la generación y transferencia de conocimiento, el establecimiento de vínculos y la formación de redes entre empresas e instituciones, el acceso a recursos de investigación y desarrollo, la difusión de mejores prácticas, entre otros. En este contexto, Huggins y Thompson (2017) dan énfasis especial al “capital de red” que se manifiesta en relaciones calculadas que le permiten a las organizaciones acceder a conocimiento para mejorar su desempeño económico.

De acuerdo con *The World Bank* (Shakya, 2009), los clústeres generan beneficios a la competitividad en los siguientes campos:

- Las empresas organizadas en clústeres tienen un mayor incentivo y motivación para mejorar su desempeño individual que aquellas que se encuentran integradas verticalmente por las presiones de la competencia directa con rivales locales; además, resulta más fácil detectar los obstáculos a la competencia a nivel clúster.
- El acceso a insumos y habilidades especializadas es más fácil y económico cuando las empresas están organizadas en clústeres debido a que generan masa crítica que favorece la negociación y el establecimiento de relaciones informales y de orden superior.
- La información pública y el conocimiento sobre el mercado y las prácticas de producción se acumulan y diseminan con mayor efectividad dentro de los clústeres que cuando las empresas actúan aisladamente.
- La infraestructura especializada, los programas educativos especializados, la atracción de Inversión Extranjera Directa, las ferias comerciales, los fondos de información y tecnología, los centros de calidad, entre otros, pueden ser manejados mejor por el gobierno a nivel clúster que a nivel macro o sectorial.
- Los clústeres sirven de filtros debido a que los procesos, prácticas y mercados de mayor desempeño pueden distinguirse de los de menor rendimiento.

Particularmente, la competitividad en los países en desarrollo depende tanto del entorno empresarial microeconómico como de los fundamentos macroeconómicos; por lo tanto, las iniciativas de competitividad en estos países requieren de esfuerzos sostenidos para el

establecimiento de una plataforma común que facilite la interacción entre el sector público y el privado para analizar los problemas de forma sistémica, realizar diagnósticos y formular reformas tanto en el frente micro como el macroeconómico. (Shakya, 2009)

Los marcos económicos nacionales y sus implicaciones espaciales desempeñan un papel importante en el desarrollo e implementación de políticas para promover los clústeres de innovación. Debido a que los clústeres pueden tener implicaciones que pueden variar de lo local hasta lo nacional, es imprescindible la participación gubernamental en todos los niveles. Al mismo tiempo se requiere de coordinación central debido a las externalidades inherentes a las actividades del clúster en temas como la generación de conocimiento, la innovación y el desarrollo de la cadena de suministro. Los mecanismos y estrategias de coordinación conceptualizan, diseñan y responden conjuntamente a las recomendaciones de políticas basadas en clústeres. (Shakya, 2009)

Los esfuerzos de competitividad de los países con ingresos bajos posiblemente necesiten iniciar con la corrección de las fallas del mercado y del gobierno en el funcionamiento de las condiciones de los factores y de la demanda (Diamante de Porter). También, es probable que las iniciativas clúster encuentren desafíos adicionales por la falta de información para realizar análisis y de estructuras institucionales básicas para su implementación efectiva. Las iniciativas clúster serán relevantes si se reúnen las condiciones mínimas de estabilidad macroeconómica y física, infraestructura dura y suave para los negocios y un sistema institucional básico que apoye a las empresas. (Shakya, 2009)

En este contexto, la Competitividad Sistémica logra desagregarse en diferentes perspectivas de agregación política: supranacional, nacional, regional o local, como lo ilustra la Tabla 1.4.

Tabla 1.4

*Algunos determinantes de la Competitividad Sistémica en diferentes niveles de agregación política*

Niveles	Supranacional	Nacional	Regional	Local
<b>Nivel Meta</b>	Sistema de competencia de diferentes modelos de economía de mercado	Modelo nacional de desarrollo  Sistema Nacional de Innovación	Identidad regional  Capacidad de estratégica de los agentes regionales	Capacidad de cooperación de agentes locales  Confianza  Contexto de creatividad
<b>Nivel Macro</b>	Flujos internacionales de capital	Marcos macroeconómicos (sistema tributario, capacidad de financiamiento, etc.)	Política fiscal sólida.  Capacidad de inversión pública	Política fiscal sólida  Capacidad de inversión pública  Calidad de vida, medio y contexto oportuno
<b>Nivel Meso</b>	Política industrial de la Unión Europea  Política tecnológica  Protocolo de Montreal	Fomento de nuevas tecnologías  Fomento a las exportaciones  Instituciones de financiamiento específicas  Política de medio ambiente específica para sectores	Política fiscal sólida  Centro de tecnología y de demostración  Instituciones educativas  Política de medio ambiente	Fomento económico local y política de mercado de trabajo
<b>Nivel Micro</b>	Empresas internacionales  Encadenamientos mercantiles globales	Empresas medias y grandes  Redes dispersas	Mediana, pequeña y micro empresas  Clústeres regionales	Clústeres locales y distritos industriales  Proveedores locales

Fuente: Meyer-Stamer (1999, p. 17)

**Síntesis.** Con el propósito de determinar los 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 resulta imprescindible comprender la naturaleza sistémica de la innovación. En este sentido, la sección 1.1 presenta los resultados de la exploración realizada en torno a los modelos de innovación sistémica, partiendo por los modelos de mayor alcance geográfico como el Sistema Nacional y Regional de Innovación, los clústeres de innovación, las *innovacities* y otras configuraciones organizacionales para la innovación.

La sección 1.2, presenta una profundización sobre la función, la estructura, la dinámica y las fases del crecimiento del Clúster de Innovación. La sección, resalta la importancia que tienen los clústeres de innovación en el desarrollo regional, en asuntos como: (1) la acumulación tecnológica por parte de los generadores y usuarios del conocimiento, y la necesidad de fortalecer la capacidad de absorción del conocimiento y la tecnología; (2) la especialización de los sistemas de creación de valor a través de la especialización del conocimiento de acuerdo con las trayectorias tecnológicas que orientan la evolución del clúster; (3) la generación de capital social mediante el establecimiento de redes y atracción de nuevos actores a la región; (4) el emprendimiento, en los clústeres de innovación las empresas fortalecen sus capacidades de I+D al acceder a recursos tecnológicos provistos por las universidades y centros de investigación (transferencia tecnológica, infraestructura, talento humano capacitado) y se promueve la creación de *spin-offs*; y (5) la catalización de la innovación, el núcleo de los clústeres es el desarrollo de innovaciones, por lo tanto, las iniciativas de configuración de redes y proyectos conjuntos se orientan hacia la innovación.

La sección 1.3, profundiza el tema del desempeño del sistema de innovación y el impacto a la innovación en las PYMEs y aborda un enfoque basado en dimensiones estructurales y funcionales para determinar el desempeño o capacidad que tienen los modelos

de innovación sistémica, como los clústeres de innovación, en generar los resultados esperados, en particular, innovaciones.

Después de tener una visión amplia de la innovación sistémica, resulta pertinente entender qué son los factores de éxito, cuál es su importancia, sus dimensiones, métodos de identificación y ejemplos de factores de éxito para los clústeres y la innovación. Estos asuntos se tratan en la sección 1.4.

Finalmente, el capítulo concluye incorporando el concepto y estructura por niveles de la Competitividad Sistémica, entendiendo la innovación como un factor de competitividad, y, por lo tanto, los clústeres de innovación son subsistemas del sistema de competitividad. Los niveles permiten identificar y categorizar los factores de éxito, definir cuáles son exógenos y endógenos al clúster de innovación.

El siguiente capítulo, reconoce las particularidades del sector biotecnológico con el propósito de especializar el proceso de identificación de los factores de éxito.

## **2. Marco contextual**

Este capítulo inicia presentando un recorrido breve por los clústeres de biotecnología en el mundo, los desarrollos alcanzados en Colombia de manera general en el campo de la biotecnología, y de manera particular en la agrobiotecnología

### **2.1 Biotecnología**

Se denomina Biotecnología, a “toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos u organismos vivos, partes de ellos o sus derivados, para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos” (D 391 de 1996). Para la OECD (2005 citado por Chaparro et al., 2012), la biotecnología consiste en el uso de organismos vivos o partes de estos para la producción de bienes y servicios. Por otra parte, aporta a mejorar la eficiencia de procesos industriales, reduce el impacto de dichos procesos y posibilita a partir de materias primas renovables producir energía.

La consolidación de las investigaciones y avances en biología molecular, dan pie a la actividad industrial basada en procesos biológicos, convirtiéndose en una tecnología disruptiva, generadora de innovaciones en los distintos sectores industriales y en diferentes áreas de la actividad humana, con el fin de conservar los recursos naturales de forma sostenible, mediante estrategias de bioprotección y biorremediación; generando impactos económicos en sectores como el farmacéutico, agrícola, alimentario, químico y medioambiental (Kircher, 2010 citado por Chaparro et al., 2012).

La biotecnología ha evolucionado a partir de los años setenta, teniendo una aplicación inicial en el desarrollo de productos farmacéuticos para la producción de proteínas “humanizadas” en células (como alternativa de la generación de estas proteínas de tejidos o plasma de origen animal). Desde los años noventa, la biotecnología moderna se ha aplicado en

el sector alimentario (Ej. elaboración de quesos y en la agricultura). Actualmente, la biotecnología moderna se ha convertido en un catalizador de cambios en los procesos de innovación de los sectores farmacéutico, agrícola, químico, ambiental, alimentario y de instrumentos (Gijsbers & van der Valk, 2009), a través de la aplicación de técnicas de biología molecular y/o tecnología de ADN recombinante, o transferencia de genes in vitro, por procesos de bioingeniería, para el desarrollo de nuevos productos o para dotar de capacidades específicas a los organismos (Bonciu & Sarac, 2017).

La biotecnología es un área estratégica para la economía de un país, ya que es una oportunidad para el aprovechamiento de la biodiversidad e integra y acelera el desarrollo de áreas como la medicina, la biología, la agricultura, la tecnología, entre otras, generando nuevas oportunidades comerciales a nivel internacional, lo cual redundará en generación de empleo y consecución de recursos para continuar las investigaciones que permitan consolidar una posición en la bioeconomía. Por lo anterior, la biotecnología se convierte en un aspecto clave para el crecimiento económico de países en vía de desarrollo, como es el caso de los países latinoamericanos que cuentan con características que propician la gestión de esta área, tales como la infraestructura básica de investigación, conocimiento y ante todo su rico y diverso patrimonio natural. (Cerón, 2009)

### **2.1.1 Biotecnología en el mundo**

El Avance de las ciencias ligadas a la biotecnología es una realidad que actualmente representa un mercado global de 70 mil millones de dólares en el que participan 2000 empresas en el mundo sobre todo en los bloques comerciales de América del Norte y Europa y Asia. (González, Villa; Bravo 2010)

Los clústeres de biotecnología se han desarrollado principalmente en los países con tradición en investigación en biotecnología, a continuación, se presenta una breve descripción del avance en este tema en el mundo:

**Europa:** En el continente la industria biotecnológica se enfoca en tres subsectores: (1) medicina y cuidado de la salud (biotecnología roja), (2) agricultura, alimentos, productos veterinarios (biotecnología verde) y (3) producción industrial, energía y medioambiente (biotecnología blanca) (Noji & Omiya, 2013). El desarrollo de la biotecnología moderna es uno de los elementos clave en el desempeño competitivo de la industria europea. “La bioeconomía basada en conocimiento, crea las condiciones para el desarrollo del sector agrícola y de alimentos, la bioenergía, la biotecnología marina y un sinnúmero de aplicaciones médicas de la biotecnología. En Europa la unión y la alianza estratégica entre partes del sector público y privado contribuyen al desarrollo y crecimiento de la ciencia y la industria biotecnológica para proveer un ambiente favorable para las actividades de negocios y financieras” (Tkalenko & Liubachivska, 2015, p. 39).

Algunos de los factores de éxito del crecimiento del sector biotecnológico en Europa son: la colaboración entre la academia y el sector empresarial, las diferentes rutas de comercialización usadas (patentes, licencias, empresas del tipo *start-up* y *spin-off*), y el apoyo a los negocios y la financiación. “La interacción y colaboración son de particular importancia para las empresas de biotecnología, especialmente para las PYMEs, para asegurar los recursos financieros, las plataformas de negocios y la infraestructura requerida para la investigación en biotecnología o el desarrollo de negocios” (Noji & Omiya, 2013, p.22).

Alemania ha centrado sus actividades en biotecnología, en dispositivos farmacéuticos y médicos. El área de desarrollo más fuerte es Oncología, que representa un 34% del total de desarrollo de producto en las industrias de biotecnología terapéutica y farmacéuticas (Jones

Lang LaSalle, 2014). En innovación, Alemania se encuentra entre los primeros lugares después de Suiza, en Europa. Las operaciones se centran en sus dos clústeres principales: *Berlin-Brandenburg Capital Region* y el *Munich/Bavaria Biotech Cluster*. El primer clúster tiene nueve parques tecnológicos y el segundo clúster se caracteriza por su fuerte enfoque en biología de uso humano y representa 90% del mercado de biotecnología del país (Jones Lang LaSalle, 2014).

Suiza se distingue por la fortaleza de sus clústeres y por ser la casa del mayor número de empresas globales del sector. Alrededor de 250 empresas se especializan en biotecnología. En el país el 40% de las empresas desarrollan actividades de I+D y un 45% realizan operaciones de fabricación (Jones Lang LaSalle, 2014). Las actividades se llevan a cabo principalmente en Basilea, Zúrich y Ginebra. Los clústeres de biotecnología son: *BioAlps*, *Biopolo Ticino*, *BioValley Basel* y *Greater Zurich Area*. Los parques de negocios y las instituciones de educación superior de alto desempeño dinamizan la actividad. Los vínculos de las empresas privadas y las universidades son muy comunes y muchas de las *start-ups* han nacido de estas asociaciones por la complementariedad de sus capacidades y competencias (Jones Lang LaSalle, 2014).

En el Reino Unido, un 77% de las empresas de biotecnología desarrollan actividades de I+D, el más alto de la región (Jones Lang LaSalle, 2014). El gobierno realiza grandes esfuerzos para promover las actividades de investigación y mejorar la traducción de la innovación de laboratorio al mercado, por consiguiente, realiza inversiones desde la etapa temprana de desarrollo a través de la comercialización del producto. Las PYMEs pueden reclamar 25 peniques por cada libra de gastos justificados y las grandes empresas pueden acceder a recursos del *Regional Growth Fund* (U\$ 3,8 billones) destinados a beneficiar proyectos de capital privado que contribuyan al crecimiento económico (Jones Lang LaSalle, 2014).

**Asia Pacífica:** El gobierno de Singapur ha realizado esfuerzos en pro del desarrollo del sector biotecnológico desde los años ochenta, de hecho, su visión en convertir al país en el centro principal para las ciencias biomédicas, con capacidades de clase mundial a través de toda la cadena de valor. Dos grandes instituciones gubernamentales que lideran el proceso son la Agencia para la Ciencia, la Tecnología y la Investigación (A\*STAR) y el Comité de Desarrollo Económico (EDB). Las instituciones de investigación más representativas son El Instituto de Biología Molecular y Celular, el Instituto de Genoma de Singapur, el Centro Tecnológico de Bioprosesamiento, el Centro de Bioinformática y el Instituto de Bioingeniería y Nanotecnología. A\*STAR ha realizado inversiones superiores a los U\$500 millones para estos nuevos centros de investigación (Finegold et al. 2004).

Sídney y Melbourne son las principales ciudades de Australia en las que se ha desarrollado en sector de biotecnología. En los últimos años, muchas empresas han trasladado sus operaciones de fabricación a la costa, buscando mercados de menor costo y el reposicionamiento de su enfoque hacia la venta y mercadeo de sus productos. La distribución en su mayoría ha sido tercerizada a proveedores logísticos, reduciendo o eliminando los requerimientos de espacio de almacenamiento. Lo anterior evidencia fuertes tendencias del sector hacia el *offshoring* y el *outsourcing*; sin embargo, segmentos como la ingeniería médica son mucho más conservadores dados sus requerimientos particulares (Jones Lang LaSalle, 2014). El clúster de Melbourne se caracteriza por la intensidad del regionalismo y su temprana internacionalización (Gilding, 2008).

**América:** En Estados Unidos y Canadá las ciudades con una presencia fuerte en biotecnología y en investigación y desarrollo (I+D) tienden a convertirse en los líderes del sector. Estas ciudades suelen localizarse en la costa y han logrado desarrollar un ambiente urbano atractivo para profesionales jóvenes. Las universidades con programas de investigación

de alto nivel son importantes socios de innovación y, en consecuencia, las ciudades que poseen dichas instituciones han experimentado el crecimiento de la industria biotecnológica (Jones Lang LaSalle, 2014).

En América Latina se han realizado mejoras en las prácticas de fabricación y en los sistemas regulatorios y se han firmado tratados de libre comercio como una forma en que la mayoría de los países busca, además de fortalecer sus capacidades de manufactura para el uso doméstico, acceder a nuevos mercados de otras regiones. Sin embargo, se aprecia grandes diferencias en las leyes y prácticas laborales de los países latinos que obstaculiza el establecimiento de estándares y prácticas en la región. Adicionalmente, la industria biotecnológica es muy joven en Latinoamérica. Se reconocen los esfuerzos que han realizado varios países para incrementar sus capacidades de investigación y desarrollo, pero asuntos como la insuficiente disponibilidad de fondos y la relativa inestabilidad de los entornos macroeconómicos limita la capacidad de los gobiernos latinos para impulsar el sector a un nivel comparable con países emergentes, como los asiáticos (Jones Lang LaSalle, 2014).

Schuler, & Orozco, (2007), citan un estudio realizado por el Programa Iberoamericano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (CYTED) ( 2003) que concluye que la mayoría de los investigadores trabajan en el sector agrícola, pero las innovaciones más representativas en el Scheler sector farmacéutico. Exponen que las políticas financieras implementadas para incentivar la investigación y la creación de nuevas empresas no han tenido los mejores resultados, a excepción de Brasil) debido a la escasez de recursos monetarios y la falta de continuidad en los programas y planes nacionales ( REVDYDET, 2003 ).

Schuler, & Orozco, (2007), citan un estudio realizado por CamBioTec (2003), en 14 países de América Latina, (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, México, Perú, Paraguay, Uruguay y Venezuela), donde se evidenciaron los siguientes resultados:

Las empresas que más se desenvuelven en el sector agrícola se encuentran en los campos de la biología celular y la microbiología, con énfasis en la propagación de materiales vegetales para reducir el costo y el tiempo de producción. En cuanto a las regulaciones nacionales para la protección de los derechos de propiedad intelectual, los microorganismos pueden patentarse en Brasil y México, mientras que en Chile es posible patentar procesos biotecnológicos ( CamBioTec, 2003 ). Para 2002 la industria biotecnológica estuvo representada por 432 empresas (incluyendo menos de 20 empresas del sector agropecuario en países de la Comunidad Andina de Naciones (CAN) ), donde las más destacadas son el clúster BioMinas en Brasil, el polo Agrobiotecnológico del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina y el Polo Biotecnológico Occidental (Polo Biotecnológico del Oeste) en Cuba. (Schuler & Orozco, 2007)

El país latinoamericano más destacado en biotecnología es Brasil. Ocupa el segundo lugar en el mundo en la producción de cultivos biotecnológicos y posee el mercado más grande de equipo médico en Suramérica. Recientemente, la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA) ha establecido normas para las buenas prácticas de manufactura y de laboratorio, de acuerdo con los estándares de la OCDE, para la elaboración de medicamentos para la exportación sin adaptación. En Sao Paulo, el gobierno tiene interés en la creación de parques tecnológicos e incubadoras para promover el sector biotecnológico privado (Lang LaSalle, 2014).

### **2.1.2 Biotecnología en Colombia**

Los recursos biológicos y genéticos propios de la naturaleza biodiversa de Colombia, hacen que el país tenga ventajas comparativas especiales para el desarrollo sostenible de productos y servicios innovadores de alto valor agregado. La visión del gobierno para 2032 es

que “Colombia sea reconocida como líder en el desarrollo, producción comercialización y exportación de productos de alto valor agregado derivados del uso sostenible de la biodiversidad” (Procolombia, 2013).

Ante esta perspectiva el gobierno de Colombia consciente de que la biodiversidad es una ventaja comparativa para el desarrollo socioeconómico, ambiental y sostenible del país, visualiza el desarrollo comercial de la biotecnología mediante el aprovechamiento de los recursos biológicos, genéticos y sus derivados; para lo cual es indispensable instaurar políticas e instrumentos proclives a la creación y desarrollo de empresas de base tecnológica que fomenten este tipo actividades, donde es preciso coordinar de forma eficaz las diferentes etapas que intervienen en la cadena de valor durante el proceso. (Compes 3697 de 2011).

La OECD (2005) define a una Empresa de base biotecnológica como: “aquella empresa que involucra la aplicación de al menos una técnica biotecnológica para producir bienes o servicios y para el desempeño de la I&D en biotecnología.” A partir de esta definición dichas empresas se clasifican en dos subgrupos de empresas: 1) Empresas biotecnológicas (aplican las técnicas biotecnológicas para producir bienes y servicios) y 2) Empresas de I&D biotecnológicas (empresas que desarrollan I&D). En este contexto afirma Saviotti,( s.f.). surgen dos fenómenos claves para el desarrollo de la biotecnología, como son las pequeñas start-ups y las redes de innovación. Las start-ups se conciben para creadas para generar y aprovechar nuevo conocimiento; y las redes de innovación se fundamentan en la colaboración interempresarial para realizar innovaciones, en este esquema colaborativo se encuentran instituciones públicas y privadas de investigación, (universidades e institutos de investigación no docente) grandes empresas y pequeñas start-ups tecnológicas dedicadas a la biotecnología.

Para González et al (2010), las empresas que utilizan la biotecnología se desempeñan en diferentes áreas y están creando numerosas oportunidades de negocio, cuyas

características particulares son la fuerte relación entre innovación y competitividad, la cooperación en la investigación y el otorgar valor al desempeño de las pequeñas empresas.

Las empresas colombianas del sector biotecnológico se encuentran en un entorno de negocios global en constante crecimiento que demanda cada vez más productos naturales que aseguren el uso sostenible de la biodiversidad, esta demanda se hace evidente en sectores industriales como el cosmético, el farmacéutico, agroalimentario, el de ingredientes naturales, entre otros (CONPES, 2011).

Las características particulares de las empresas de base biotecnológica y sus productos suponen retos adicionales de emprendimiento y gestión, algunos de ellos relacionados con la capacidad innovadora. Hernández (2008), reconoce la importancia del trabajo en redes de cooperación en las que sea posible acceder a recursos, conocimientos, experiencia, en donde la flexibilidad para reaccionar a los cambios es mayor y el riesgo es compartido. En este sentido, se hace evidente la necesidad de articulación de las empresas con centros de investigación, universidades (grupos de investigación), bajo el control y apoyo especial del Estado. Actualmente, según Procolombia (2013), el país cuenta con cinco áreas potenciales desarrollo en biotecnología: Bogotá-Cundinamarca; Bucaramanga-Santander; Caldas, Risaralda y Quindío; Cali-Valle del Cauca; y Medellín-Antioquia.

En el ámbito empresarial, Colombia ha desarrollado proyectos en biotecnología roja, verde y blanca<sup>6</sup> algunos de ellos son (Procolombia, 2013):

**Biotecnología roja:** insecticidas naturales para mascotas, pequeñas moléculas chaperonas para terapia de Parkinson, biomarcadores para kit de diagnóstico de tuberculosis, piel artificial para quemados, fitofármacos con potencial antitumoral, fármaco-cosméticos para

---

<sup>6</sup> La biotecnología roja se enfoca en su aplicación a la salud tanto humana como animal; la biotecnología verde se orienta a los procesos agrícolas, agroalimentarios; y la biotecnología blanca es la que se aplica a la industria y a sus procesos.

prevenir la caída del cabello, desinfectantes medioambientales seguros para granjas avícolas, kit de diagnóstico para la detección de ácaros en ambientes cerrados.

**Biotecnología verde:** biofertilizantes y bioplaguicidas para diferentes cultivos, microorganismos para biofertilizantes y compostaje de basuras.

**Biotecnología blanca:** enzimas de microorganismos extremófilos para usos industriales, tecnologías para el tratamiento de residuos, bio-surfactantes para la producción de cosméticos naturales.

Uno de los potenciales en el desarrollo biotecnológico de Colombia, se inscribe en la **biotecnología verde**. El libro *La biotecnología, motor de desarrollo para Colombia de 2015* identifica "...la necesidad de establecer prioridades dentro de un proceso de formulación de política pública en biotecnología, uno de los propósitos de ejercicio de direccionamiento estratégico fue contribuir con elementos que permitan definir aquellas áreas en las cuales la biotecnología puede contribuir a mejorar la competitividad de los sectores en los cuales tiene impacto" (Peña et al. 2008, p. 213) y propone priorizar la investigación y el desarrollo biotecnológico en tres sectores:

1. Agrícola, pecuario e industria de alimentos
2. Salud, industria farmacéutica y cosmética
3. Medio ambiente y energía

Los criterios de esta priorización fueron: "...estado del arte de la biotecnología, tanto nacional como internacional; el ejercicio de prospectiva, en particular los resultados de la encuesta Delphi; el ejercicio de vigilancia tecnológica y un análisis contextual de los tres sectores" (Peña et al., 2008).

Estos adelantos, aunque son alentadores para el sector no son suficientes debido a que se requiere la consolidación de las condiciones necesarias que favorezcan su desarrollo y la

identificación de los factores del éxito del clúster de innovación que promuevan el aprovechamiento sostenible de la biotecnología y las ciencias de la vida, como mecanismos para el desarrollo y la prosperidad regional.

Dentro de estas condiciones necesarias el documento CONPES 3697 de 2011 (p.9) reconoce que “aún existen vacíos importantes que impiden que el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de los recursos biológicos y genéticos se convierta en una fuente de innovaciones que facilite avanzar en la cadena de valor, relacionados con”:

- “Baja capacidad nacional para el desarrollo de actividades de bioprospección moderna” (p.9), teniendo como agravantes la falta de una institucionalidad clara que oriente la actividad de bioprospección, la dispersión o inexistencia de la información y el poco uso de tecnologías actualizadas que lo permitan.
- “Desarrollo incipiente de empresas de base tecnológica que hagan uso sostenible de la biodiversidad, especialmente de los recursos biológicos, genéticos y derivados” (p.12).
- “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” (p.14).
- “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” (p.15).

El diagnóstico estratégico del entorno (Innpulsa, 2013), reafirma la existencia de las anteriores problemáticas e identifica debilidades adicionales que se circunscriben en los ámbitos político-regulatorio, social, de la ciencia y su transferencia, económico-financiero y empresarial-financiero-inversión, la Tabla 2.1 presenta algunas de ellas:

Tabla 2.1

*Debilidades del entorno para el desarrollo de la biotecnología en Colombia*

Ámbito	Debilidad
<b>Social</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el país el sector biotecnológico tiene una mala imagen por su asociación excesiva a “manipulación genética”.</li> <li>• Rechazo social debido a procesos de biopiratería.</li> <li>• Excesiva aversión al riesgo en la sociedad en general y en los inversores en particular.</li> </ul>
<b>La ciencia y su transferencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de ciencia de calidad que requiere un mayor nivel de desarrollo (prototipos, cercanía al mercado).</li> <li>• Fragmentación de los grupos y dispersión de los centros generadores de conocimiento en biotecnología.</li> <li>• Falta de experiencia y conocimientos de los investigadores en proceso de transferencia de biotecnología.</li> <li>• En términos generales, las universidades tienen pocas capacidades de transferencia y valorización (existen pocas OTRI y no todas las que existen tiene perfiles altamente cualificados).</li> <li>• Ausencia de canales de comunicación efectivos entre empresas e instituciones académicas.</li> <li>• No existe un acceso sencillo al listado de especies vegetales de Colombia ni cuáles de ellas están sujetas a la protección de la norma andina.</li> </ul>
<b>Económico-financiero</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El elevado costo de oportunidad asociado a la inversión en bienes raíces (20-25%) dificulta la movilización de fondos nacionales en capital de riesgo.</li> <li>• Aumento del costo de capital demandado por inversores (&gt;30% vs. 18-21% en Europa) para hacer frente al costo de oportunidad de la inversión en bienes raíces.</li> <li>• Pocos inversores privados especializados con interés en invertir en ciencias de la vida en general y en biotecnología en particular.</li> <li>• <i>Deal Flow</i> poco atractivo para atraer a inversores internacionales.</li> <li>• Los fondos de capital semilla públicos no cubren las necesidades específicas del sector.</li> </ul>
<b>Político-regulatorio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ineficiencia de la institucionalidad y falta de una mayor coordinación entre los agentes clave para el desarrollo de la industria biotecnológica y de ciencias de la vida en Colombia.</li> <li>• Incumplimiento de los compromisos del CONPES 3697/2011.</li> <li>• Falta de una institucionalidad diferenciada fuerte y con liderazgo.</li> <li>• La financiación se encuentra atomizada en entidades públicas.</li> <li>• Grades dificultades y demoras para acceder a recurso genético (empresas privadas e instituciones académicas).</li> <li>• No existe un entorno regulatorio marco, cada principio activo requiere de un permiso especial individual.</li> <li>• Las dudas regulatorias entorpecen la colaboración entre empresa privadas para la explotación sostenible de la biodiversidad.</li> <li>• Ausencia de un mecanismo de coordinación claro para los programas de apoyo a la I+D+i, tampoco existe un mapa de ayudas único del Gobierno. Las entidades financiadoras no son especializadas.</li> <li>• Falta de alineación entre las características de las ayudas y las necesidades particulares del sector biotecnológico.</li> </ul>

Ámbito	Debilidad
<b>Empresarial, financiero y de inversión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proceso lento para acceder a los recursos del Fondo Francisco José de Caldas.</li> <li>• Existen problemas de distribución de la propiedad industrial entre las empresas e instituciones académicas que hacen poco atractivas para las convocatorias públicas que exigen la colaboración de instituciones académicas.</li> <li>• Poca flexibilidad en los requerimientos de las convocatorias públicas.</li> <li>• Alta complejidad de los requerimientos del INVIMA para el registro de nuevos productos y aplicaciones.</li> <li>• Limitaciones de la normatividad de propiedad industrial de Colombia (Decisión Andina 486).</li> <li>• No está articulado un proceso concreto y transparente que regule la relación entre los investigadores y las comunidades indígenas.</li> <li>• Falta de incentivos para los investigadores y las universidades para la valoración de tecnologías y la transferencia del conocimiento.</li> <li>• Los requerimientos regulatorios para el estudio de productos con aplicación agropecuaria son casi tan complejos como los de uso humano y mayores que en los países OCDE.</li> <li>• Elevada complejidad en el acceso a muestras de cadáveres y/o biobancos debido a un marco normativo limitante y no desarrollado plenamente.</li> <li>• Planes Obligatorios de Salud no incluyen pruebas diagnósticas de última tecnología biomédica (diagnósticos genéticos o enzimáticos).</li> <li>• La distribución de los recursos de regalías a las entidades distritales genera un vacío legal a la hora de designar de quiénes son los derechos de la propiedad industrial generada con esos recursos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de comunicar los beneficios de las aplicaciones biotecnológicas y de ciencias de la vida en sectores tradicionales.</li> <li>• Ausencia de un ecosistema de empresas especializadas auxiliares que faciliten la implementación, en empresas consolidadas, de nuevas líneas de negocio basadas en conocimiento y la gestión de proyectos biotecnológicos.</li> <li>• Existen áreas de demanda tecnológicas no cubiertas por las instituciones académicas (búsqueda de socios internacionales).</li> <li>• Falta de capacidades para atraer financiación privada.</li> <li>• Dificultad para identificar los colaboradores adecuados en el entorno académico.</li> <li>• Dificultad de acceso a servicios de reproducción asexual de plantas autóctonas y “campos experimentales”.</li> <li>• La lentitud de la contratación pública, en el marco de la Ley 80 de 1993, dificulta el acceso a los contratos de las PYMEs y MIPYME innovadoras colombianas.</li> <li>• Los institutos de los ministerios como el INVIMA no están acreditados por ILAC generándose problemas para las empresas colombianas ‘para la exportación de procesos industriales, productos, etc.</li> <li>• Los incentivos fiscales a la I+D+i no están optimizados para las particularidades del sector biotecnológico, con flujos de caja negativos durante un gran número de años. Además, la complejidad de acceso a los mismos, no los hace atractivos para las PYMEs y MIPYME.</li> </ul>

Tomado de: Innpulsa, 2013.

Aunque Colombia posee potenciales para generar desarrollos de los diferentes campos de aplicación de la biotecnología resulta pertinente enfocar el estudio en la biotecnología verde o agrobiotecnología.

## **2.2 Agrobiotecnología**

La biotecnología agrícola moderna se caracteriza por ser más precisa y rápida en el mejoramiento de las características de las plantas que son usadas como insumo para la industria de alimentos o para facilitar su procesamiento. Además, contribuye a asegurar la disponibilidad de alimentos y la seguridad de los mismos para los consumidores, gracias al aumento de la variedad de alimentos disponibles y una mayor eficiencia de producción. El uso de tecnologías modernas para la transferencia de características deseables ofrece posibilidades de aumentar la seguridad en el consumo de las plantas y de los productos alimenticios que las generadas por las técnicas de mejoramiento convencionales. (Bonciu & Sarac, 2017). Por lo tanto, la biotecnología agrícola moderna emerge como una promesa para la reducción del hambre, como una herramienta para conseguir la seguridad alimentaria y una mejor nutrición, al mismo tiempo que promueve la agricultura sostenible.

### **2.2.1 Estructura de la biotecnología agrícola**

Zilberman et al. (1997), simplifican el proceso de innovación de la biotecnología agrícola en cinco etapas: (1) investigación, (2) desarrollo, (3) registro, (4) producción, y (5) comercialización. Por lo general, en este proceso de innovación interactúan directamente cinco actores principales (Zilberman et al., 1997):

- *Las universidades (centros de investigación):* concentran sus esfuerzos en investigación básica y aplicada. La investigación de las universidades se apoya financieramente de tres fuentes principales: el gobierno, ingresos por transferencia tecnológica, y donaciones o apoyo para actividades de investigación colaborativa de la industria. La financiación gubernamental es la principal fuente que apoya la investigación básica que resulta en descubrimientos de mayor grado de disrupción. Los descubrimientos son licenciados a las empresas de biotecnología pequeñas y grandes.
- *Las PYMEs de biotecnología:* están compuestas por investigadores y son apoyadas por capitalistas de riesgo. Se enfocan en el desarrollo de productos biotecnológicos, con frecuencia, en cooperación con otras empresas biotecnológicas e instituciones académicas. Las PYMEs adquieren la licencia para el desarrollo de las tecnologías descubiertas por las universidades y, en algunos casos, realizan sus propios descubrimientos y venden el producto desarrollado a multinacionales.
- *Las multinacionales:* cuentan con capacidades internas de I+D –lo que les permite llevar a cabo todo el proceso de innovación, con alianzas con empresas de biotecnología y con los recursos financieros suficientes para cubrir los costos del registro de los productos.
- *Las entidades de gobierno:* apoyan financieramente la investigación de las universidades y regula las actividades de la biotecnología.
- *Los compradores:* representan a los agricultores.

En este contexto, Zilberman et al. (1997) advierten la existencia de seis patrones de desarrollo del proceso de innovación en biotecnología agrícola con base en sus participantes (ver Tabla 2.2).

**Tabla 2.2***Patrones de desarrollo del proceso de innovación en biotecnología agrícola*

Patrón	Investigación	Desarrollo	Registro	Producción	Comercialización
1	U	EB	EB	EB	EB
2	U	EB	EB	M	M
3	U	EB	M	M	M
4	U	M	M	M	M
5	EB	EB	M	M	M
6	M	M	M	M	M

Nota: U: Universidades; EB: Empresas de biotecnología; M: Multinacionales. Basada en Zilberman et al. (1997)

La Tabla 2.2, subraya la importancia de las universidades en el proceso de investigación que dan inicio al proceso de innovación y permite observar el dominio de las multinacionales sobre las últimas etapas del proceso de innovación, lo que les facilita tener una mayor cercanía al cliente final y una mejor captura de valor. Si se reduce la financiación gubernamental a la investigación académica se afectan negativamente los patrones de desarrollo del proceso de innovación 1, 2 y 3, y, por consiguiente, disminuye significativamente el número y la tasa de avances biotecnológicos. Con frecuencia, las grandes empresas multinacionales no se encuentran dispuestas a emprender el desarrollo de descubrimientos vanguardistas, por los riesgos e incertidumbre asociado; por lo tanto, sin un comportamiento de riesgo de las *start-ups*, tales invenciones podrían no convertirse en innovaciones. El enfoque de desarrollo de los actores privados basado en la maximización de las ganancias podría disuadirlos de buscar una tasa de cambio tecnológico socialmente deseable. (Zilberman et al., 1997).

En su rol como regulador, el gobierno puede influir en la estructura de la industria biotecnológica a través de los requerimientos de registro. En el mundo, algunos de los productos biotecnológicos más importantes, nacieron siguiendo los patrones de desarrollo del proceso de innovación 1 y 2 (Tabla 2.2), los descubrimientos académicos fueron desarrollados y registrados por empresas de biotecnología. Los requerimientos de registro estrictos añaden costos, lo que reduce la rentabilidad de los productos, impiden que las *start-ups* puedan actuar

de forma independiente y reduce el incentivo de los capitales de riesgo de invertir en estas empresas. De esta manera los requerimientos de registro se convierten en una barrera de entrada, que beneficia a las grandes empresas que cuentan con la infraestructura y los recursos económicos para realizar el registro y en consecuencia pueden tomar ventaja de su poder en el mercado. (Zilberman et al., 1997).

### **2.2.2 Agrobiotecnología en Colombia**

En la Tabla 2.3 se identifican las cuatro prioridades que, según el concepto de los expertos, deben ser impulsadas para el desarrollo de la biotecnología, teniendo como primera prioridad el sector agrícola, pecuario e industria de alimentos.

#### **Tabla 2.3**

*Propuesta de prioridades para el sector agrícola, pecuario e industria de alimentos*

Productos	Focos	Tecnologías	Recurso humano	Sectores de apoyo
Bioinsumos: Biofertilizante, bioplagueicida, estimuladores de crecimiento.	Interacción microorganismo-plaga-ambiente. Bioprospección con fines agroindustriales. Generación de organismos recombinantes con características mejoradas.	Producción y formulación. Ingeniería de procesos. Control de calidad. Genómica. Bioinformática. Proteómica. Metabolómica. Transformación genética.	Agronomía. Ingeniería Química. Microbiología. Bioquímica. Fisiología. Fitopatología. Genética. Entomología. Bioinformática.	Canales de comercialización. Negociación de tecnología. Regulación y certificación. Programas de extensión para la adopción de la tecnología. Mecanismos de transferencia de tecnología.
Enzimas para el uso industrial. Insumos para la industria de alimentos.	Bioprospección. Identificación de rutas metabólicas. Mecanismos de acción enzimática.	<i>Screening</i> de alto rendimiento. Procesos de fermentación. ADN recombinante. Ingeniería de procesos. Ingeniería de proteínas. Genómica, proteómica, metabolómica y bioinformática. Química combinatoria.	Bioquímica. Microbiología. Ingeniería Química. Química. Biología Molecular.	Canales de comercialización. Negociación de tecnología. Propiedad industrial e intelectual.
Semillas mejoradas y certificadas.	Transformación genética en plantas de importancia económica. Mejoramiento convencional asistido por marcadores moleculares. Mapas genéticos y QTL. Fisiología post-cosecha. Búsqueda y caracterización de genes novedosos.	Cultivo de células y tejidos vegetales. Genómica, proteómica y bioinformática. Transformación. Criopreservación. Sistemas de trazabilidad. Bancos de germoplasmas. Microarreglos.	Agronomía. Fitomejoramiento. Fisiología Vegetal. Biología Molecular. Tecnología Agrícola. Genética.	Invernaderos de bioseguridad. Regulación adecuada en bioseguridad. Propiedad intelectual. Programas de extensión y difusión para la adopción de la tecnología. Acceso a recursos genéticos.
Sistemas diagnósticos.	Desarrollo de sistemas diagnósticos más específicos y eficientes para enfermedades relevantes. Secuencias de organismos patógenos. Métodos diagnósticos masivos y en campo. Estudios en la interacción hospedero-patógeno.	Expresión de proteínas. Anticuerpos policlonales o monoclonales. ADN recombinante. Genómica, proteómica y bioinformática. Ingeniería de procesos.	Medicina veterinaria. Patología y Fitopatología. Biología Molecular. Microbiología. Virología. Entomología.	Evaluación de campo. Certificaciones.

Fuente: Peña et al. (2008)

En Colombia ya se han desarrollado esfuerzos en esta dirección como son los cultivos Genéticamente Modificados de algodón, maíz (siembra controlada) y clavel azul (Fedearroz, 2008). De acuerdo con la Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola Agro-Bio (2014), en 2002, Colombia entró a participar en el uso de cultivos Genéticamente Modificados (GM), con la siembra de claveles azules. El año siguiente se aprobó el algodón GM bajo esquema de siembra controlada, igualmente, sucedió con el maíz GM en 2007 y en 2009, se aprobó la siembra de rosas azules GM (Figura 2.1). Otros productos en los que Colombia ha realizado investigaciones en cultivos GM son: la yuca, el café, los pastos, la caña, el arroz y la papa.

**Yuca:** El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha adelantado la realización de seis proyectos de investigación en modificación genética a fin de convertir la yuca en un cultivo altamente industrializado y productivo. Los proyectos se relacionan con características de la yuca como: la reducción de cianuro, enriquecimiento con pro-vitamina A en la raíz, el almidón, aumento de la materia seca y la producción de etanol para biocombustibles. (Agro-Bio, 2014).

**Café:** A través del Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFÉ), la Federación Nacional de Cafeteros ha buscado que el café sea resistente a la broca por mejoramiento genético (Agro-Bio, 2014).

**Pastos:** El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha trabajado en dos especies de pastos GM; los investigadores están autorizados para la realización de estudios de transformación genética mediante el uso de técnicas de ingeniería genética en manejo confinado (Agro-Bio, 2014).

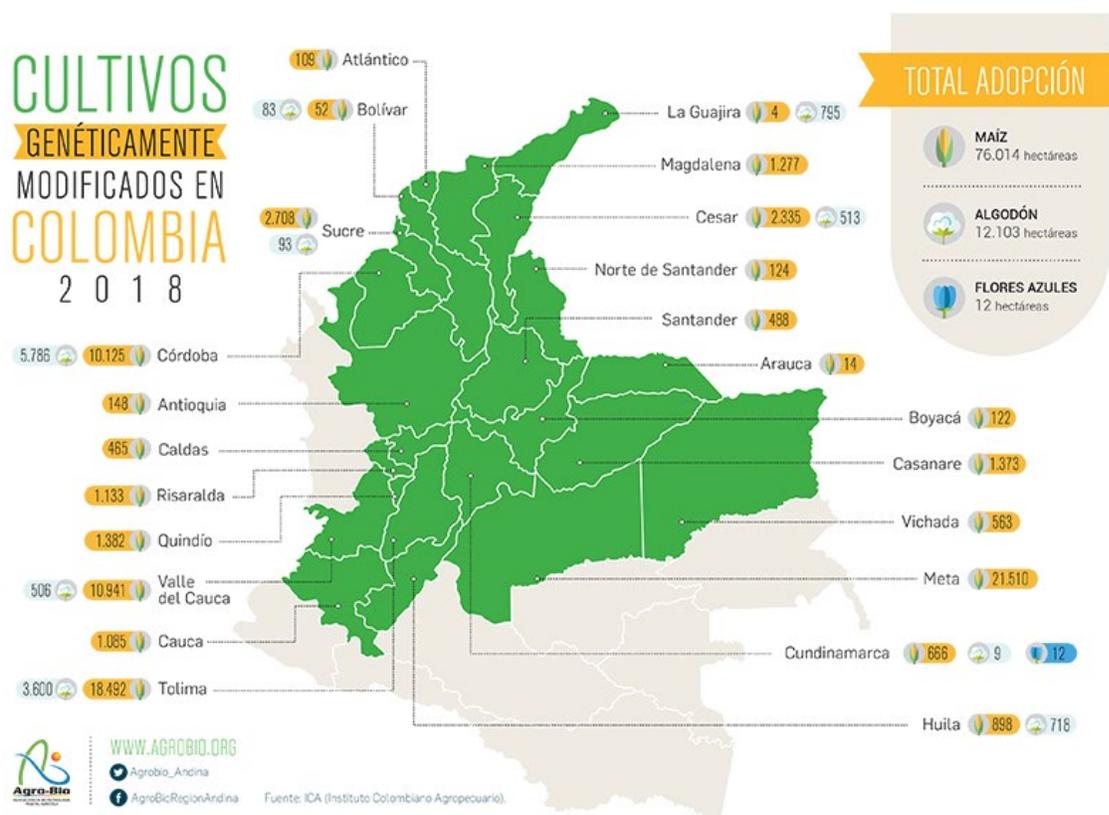
**Caña:** El Centro Nacional de Investigación en Caña de Azúcar (CENICAÑA), ha trabajado en cultivos resistentes al virus del síndrome de la hoja amarilla a través del uso de un gen viral que codifica la proteína de la cápside del virus (Agro-Bio, 2014).

**Arroz:** El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) realiza investigaciones en arroz transgénico para generar resistencia al virus de la hoja blanca mediante la inserción de genes que codifican la nucleoproteína del virus (Agro-Bio, 2014).

**Papa:** El Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) junto con la Universidad Nacional de Medellín han trabajado en investigaciones en papa GM para desarrollar resistencia a *Tecia solanivora* (Agro-Bio, 2014).

Figura 2.1

Mapa de cultivos genéticamente modificados en Colombia



Tomado de: Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola, Agro-Bio, 2019

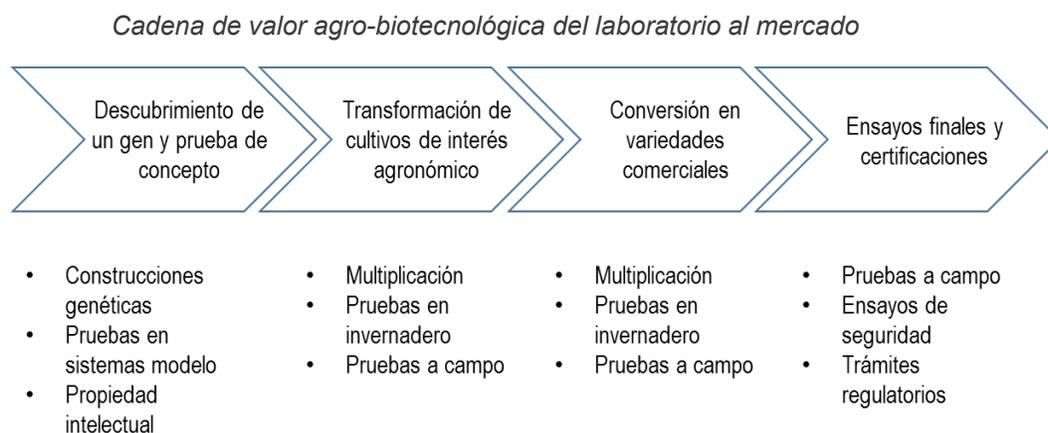
Entre los principales beneficios identificados en la aplicación de la biotecnología en los cultivos están el incremento de la productividad por mejoras en el rendimiento, un mayor valor nutricional de los alimentos y la reducción de los costos de estos. En 2018, fueron sembradas

12.103 hectáreas de algodón GM. En el mismo año, se realizaron siembras de 76.014 hectáreas de maíz GM, lo que implica un aumento significativo teniendo en cuenta que en 2007 se sembraron 6.901 hectáreas. Respecto a las rosas azules estas tienen como único fin la exportación. (Agro-Bio, 2019)

Las empresas con semillas GM aprobadas para su uso en diferentes zonas agrícolas de Colombia son: *International Fower Developments –PTY, Monsanto, Bayer CropScience, Dupont de Colombia y Syngenta* (Agro-Bio, 2014). De acuerdo con Agro-Bio (2014), en Colombia existen diecisiete alimentos derivados de plantas GM aprobadas para el consumo humano entre estas se encuentran el maíz, el trigo, las semillas de soya y la remolacha azucarera.

Los anteriores adelantos han sido el resultado de la ejecución de múltiples procesos en los que intervienen diferentes actores de investigación y desarrollo. La Figura 2.2, ilustra la cadena de valor agro-biotecnológica, iniciando con los procesos de investigación aplicada en laboratorio y finalizando con los procesos de distribución y comercialización.

**Figura 2.2**





- Selección del terreno
- Pruebas de laboratorio del suelo y el agua
- Descontaminación del terreno
- Adecuación del terreno (labranza, disposición de sistemas de riego)
- Selección de la semilla
- Fertilización y siembra
- Manejo fitosanitario
- Cosecha
- Pruebas poscosecha
- Asistencia técnica
- Almacenamiento temporal
- Cadena de frío
- Centros de acopio (pruebas de laboratorio, selección y clasificación, empaque y embalaje)
- Transporte
- Distribuidores mayorista (en fresco)
- Distribuidores minoristas (en fresco)
- Productores manufactureros (procesos de transformación, procesos fríos y/o calientes)
- Exportación (en fresco o procesado)

Nota: Basado en Instituto de Agrobiotecnología del Litoral, Cámara de Comercio de Bogotá (2006) y Garzón Beltrán y Monroy Rodríguez (2016)

En el tema de promoción de la investigación en biotecnología, COLCIENCIAS cuenta con el Programa Nacional de Biotecnología, que fomenta la articulación entre la academia, los centros de investigación, las empresas y el Estado.

Las líneas de acción del Programa consisten en:

- La consolidación de la industria biotecnológica en Colombia
- El desarrollo y producción de biocombustibles renovables y ambientalmente sostenibles.
- El impulso al conocimiento, protección y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad.

COLCIENCIAS ha logrado identificar 114 grupos de investigación con conocimientos en biotecnología, principalmente, localizados en Bogotá, Medellín y el Eje Cafetero (El Tiempo, 2014).

Los proyectos especiales abanderados por COLCIENCIAS son el establecimiento del Centro Nacional de Secuenciación Genómica y del Centro de Bioinformática y Biología

Computacional (Bios) en la ciudad de Manizales. COLCIENCIAS también “lidera procesos de identificación de megaproyectos biotecnológicos para producir, entre otros, biocombustibles y bioproductos para uso industrial, lo que repercutiría en el crecimiento de capital industrial, de centros de investigación y beneficios sociales, económicos y ambientales” (El Tiempo, 2014). Un estudio realizado Innpulsa y Bancoldex (2013) sobre el potencial de la industria de biotecnología en el país, ratifica la importancia de la conexión entre el entorno emprendedor y el sector industrial y recomienda las siguientes acciones para fomentar entornos emprendedores en biotecnología: 1) Una mayor conexión entre el entorno emprendedor en biotecnología y el sector industrial al que se orientan los emprendimientos, tanto a nivel nacional como internacional. 2) El emprendedor debe estar esté conectado a la cadena de valor y disponer de un conocimiento muy preciso de las especificaciones de sus potenciales clientes, los condicionantes de sus negocios y el entorno regulatorio. 3) conocimiento de las prioridades de la I+D industrial, recursos humanos con experiencia en desarrollo de producto y directivos con experiencia empresarial proclives a participar en emprendimientos independientes. El estudio afirma que sin este contexto difícilmente se darán lugar a nuevas empresas con visos de ser competitivas, sostenibles y generar valor.

Por otra parte, con el propósito de crear valor para la economía a partir de nuevas empresas de base biotecnológica, considera que Colombia posee tres oportunidades para generar un entorno favorable, las cuales son: 1. El desarrollo y comercialización de bioinsumos para la industria agrícola. 2. La conexión entre la industria farma-cosmética y la prospección responsable, pero comercialmente orientada, de la Biodiversidad. 3. El aprovechamiento del conocimiento existente en el desarrollo de diagnósticos y medicamentos para medicina tropical. El aprovechamiento de estas oportunidades se propone porque: “Existen grupos de investigación científica con potencial de competir a nivel mundial. 2) En el país se dan circunstancias objetivas favorables a facilitar innovaciones en estos sectores al existir recursos

diferenciales (e.g. biodiversidad) y conocimiento sobre los requisitos de la demanda final (clínicos expertos en patologías tropicales, sectores agrícolas de talla mundial). 3) Los mercados de estas industrias son de tamaño regional o global, susceptibles de crecer y permeables a la entrada de nuevos actores y modelos de innovación abierta” (Bancóldex 2013, p. 24,25,26)

Para qué el desarrollo empresarial en torno a la biotecnología sea viable el estado debe generar entornos apropiados que permitan la interacción entre Universidad y empresa facilitando la transferencia de conocimiento, acciones necesarias para generar innovaciones competitivas en el mercado internacional. lo anterior es posible mediante la capacitación de investigadores en instituciones del extranjero. Por otra parte se deben realizar inversiones en investigación y desarrollo para generar nuevos productos y así garantizar crecimiento sostenible de la empresa, para tal efecto es indispensable la cooperación interempresarial y ante todo, políticas claras de legalización y financiación emitidas por el gobierno, encaminadas a la protección de los biorecursos y a la propiedad intelectual y económica de la actividad, lo cual le permita al país ser competitivo en los productos que ofertará a los mercados externos. (González, Villa; Bravo 2010)

### 2.3 Clúster de Biotecnología en Colombia

Algunos avances en el establecimiento de configuraciones asociativas relacionadas con la biotecnología son: **Primero**, el proyecto del departamento de Valle de Cauca en el que formuló el Plan de la Estrategia Bioregión Valle del Cauca al 2019 y la priorización del sector bioindustrial por el Consejo Regional de Competitividad como sector de clase mundial en las apuestas productivas de la región (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013). “En el marco de la Estrategia Bioregión, la Corporación Biotec ha venido liderando asociativamente, el proceso de consolidación del Sistema Regional de Innovación de la Biotecnología para la agricultura, la

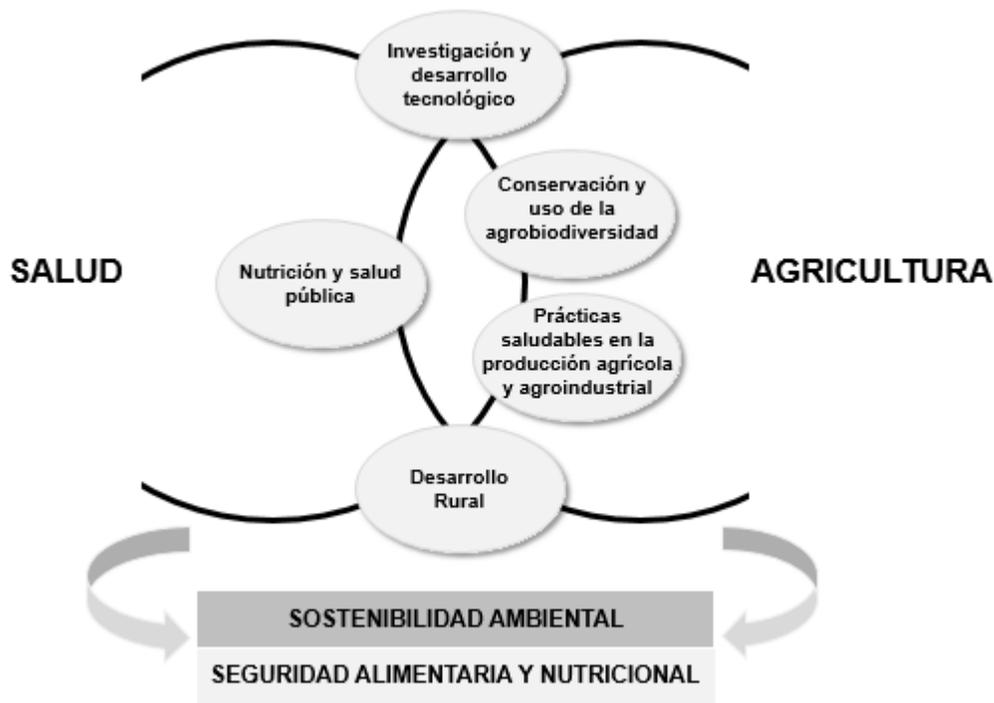
agroindustria y la bioindustria-SRIB, con el propósito de poner al servicio de la región, innovación tecnológica como contribución a una producción para vivir mejor” (Corporación Biotec, 2011, p.1).

Las primeras acciones consistieron en el desarrollo de un inventario de los recursos y capacidades de la región y la formulación de cuatro proyectos articuladores alineados con las tendencias BIO de la región

En este proceso de construcción hasta la formulación de una agenda común participaron 80 actores de más de 30 instituciones académicas y de investigación, empresariales, gubernamentales y organizaciones de la comunidad, en una primera fase de cinco años. Los cuatro proyectos articuladores, por su naturaleza compleja y de alcance en el largo plazo, se convirtieron en programas macro y para viabilizar su ejecución se estableció una matriz que cruza los ejes estratégicos (Figura 2.3) y los productos esperados de estos, con los actores involucrados en la ejecución de cada uno de ellos. (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013).

Figura 2.3

*Ejes estratégicos agricultura y salud*



Fuente: Sánchez-Mejía y Gutiérrez-Terán (2013, p. 267)

En 2011, se planeó la Misión BIOREGION-SRIB a Alemania con el apoyo del BMBF de Alemania y COLCIENCIAS; también, se avanzó en la construcción del Plan de Negocios SRIB2011 y el proceso se empezó a articularse con las políticas locales, regionales y nacionales de desarrollo, como el Programa de Transformación Productiva del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, la política de Biotecnología, liderada por COLCIENCIAS y promovida en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013).

**Segundo**, relacionado con el primero, en octubre de 2011, se realizó la primera mesa de trabajo en la que participó la Red Universitaria por la Innovación del Valle del Cauca – RUIV, la Comisión Regional de Competitividad y los principales actores y líderes regionales

en biotecnología con el propósito de estructurar el macroproyecto Bio Pacífico: Clúster de Biotecnología del Valle del Cauca. Como resultados de la reunión se estructuraron y definieron tres grandes proyectos en los ejes 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.

Y **tercero**, el Clúster de Conocimiento en Biotecnología Agropecuaria e Industrial del Eje Cafetero (Caldas, Quindío y Risaralda) que nació en el 2009 y

...se conformó como una propuesta de articulación de los agentes de conocimiento en biotecnología, que contempla no una cadena de valor lineal, sino una cadena de valor radial donde el nexo de unión es el flujo de conocimiento y no la reducción de costos o economía de escala. Así se permitió entonces una gestión basada en nuevos principios donde más que poner el énfasis en la estructura *hard* (edificios, laboratorios), se pretendía potenciar el capital social de la región (Alcaldía de Manizales, 2013, p. 30).

Adicionalmente, “por ser un Clúster de conocimiento, no estaba limitado por la cercanía geográfica de las instituciones y, por el contrario, pudo extenderse a redes abiertas que permitieron compartir información entre distintos individuos, grupos y empresas”. (Alcaldía de Manizales, 2013, p. 30)

A esta iniciativa se vincularon 25 agentes institucionales, entre ellos, universidades, empresas y entidades públicas y privadas, que fueron agrupados en tres grupos: generadores de conocimiento BIO, transferencia de conocimiento BIO y aplicadores de conocimiento BIO. La Universidad de Caldas tiene grupos de investigación biotecnológica en: alimentos y

agroindustria, biotecnología agraria, biodiversidad y recursos fitogenéticos y ecosistemas tropicales; y la Universidad Nacional investiga en alimentos frutales. Las empresas de Manizales que trabajan con biotecnología verde son: Soluciones Microbianas del trópico, Proamb, Sustratos de Colombia, Bioexport Laboratorios, Bioprotección, Fitomedics Laboratorios y Productos Biotecnológicos agropecuarios S.A. (Alcaldía de Manizales, 2013)

## 2.4 Benchmarking

Algunos ejemplos de factores de éxito identificados clústeres, sistemas y redes de innovación en biotecnología y agrobiotecnología.

### 2.4.1 Clúster de San Diego

De acuerdo con Fikes (2015) los factores claves del éxito del clúster de biotecnología de San Diego son:

**Desarrollo tecnológico planeado:** el centro de biotecnología de la ciudad de San Diego fue posible gracias a la zonificación del área para I+D y la industria. En lugar de permitir el desarrollo comercial habitual en la zona costera, este espacio se mantuvo abierto para la ciencia. Estas decisiones se tomaron a finales de 1940s y principios de las 1950s para enfocarse en la ciencia y la tecnología. Al **reservar la tierra por anticipado**, San Diego hizo posible que los institutos de investigación y las empresas de tecnología se aglomerasen, tal **proximidad** ha promovido la **colaboración** y ha facilitado que **nuevas empresas** emerjan de una gran reserva de talento. Actualmente, San Diego cuenta con institutos de investigación de clase mundial junto con instalaciones de investigación de las principales empresas farmacéuticas (Novartis, Pfizer, Celgene y Vertex). Los colegas de los institutos trabajan de

forma complementaria; adicionalmente, **la velocidad de investigación** en biomedicina de la Universidad de California-San Diego es mayor que la de las universidades de Los Ángeles.

**Conseguir personas (actores principales):** las **principales instituciones de investigación** son la fortaleza central para la economía biotecnológica, proveen capacidades medulares regionales. Resulta muy difícil construir un clúster sino se tienen **grandes empleados**, y en especial, si se trata de manejar nuevas tecnologías y no se cuenta con empleados entrenados en estas nuevas técnicas. Los hospitales de investigación clínica proveen un puente del laboratorio a la comercialización debido a que se pueden probar o testear las terapias experimentales. San Diego accede a capital de **inversionistas de riesgo locales e inversionistas “ángel” individuales** ayudan a las *start-ups* a despegar. Cuando los nuevos empresarios obtienen éxitos, estos tienden a permanecer en el sector y con el tiempo se construye un grupo de empresas con experiencia que se arraiga en un área geográfica particular. La **experticia en negocios** complementa a la investigación y a la financiación. Los **proveedores de servicios especializados en biotecnología y de servicios de apoyo** (asuntos legales, contabilidad e inmobiliarias) se han unido a la zona.

**Experiencia y dinero:** el poder de un grupo líder de empresas de biotecnología para atraer más empresas de biotecnología. San Diego es una ubicación preferida para construir empresas de biotecnología porque allí se **encuentran líderes experimentados en biotecnología**. Uso de tecnología entre empresas. El acceso a capital local es esencial para mantener a las nuevas empresas en una región y para ayudar a las universidades en la comercialización de sus tecnologías.

**Unión de fuerzas:** Los Ángeles tiene características atractivas entre ellas la infraestructura de transporte. El Aeropuerto Internacional de Los Ángeles ofrece vuelos al extranjero sin interrupciones más que el aeropuerto de San Diego y tiene la reputación de ser una ciudad internacional, lo que favorece los negocios y ayuda al clúster de San Diego.

**Acercamiento:** planes para generar mayores niveles de proximidad entre empresas, universidades y centros de investigación, que promueva la atracción de inversionistas.

#### **2.4.2 Sistema de innovación vegetal en Holanda**

El sistema de innovación sectorial (SIS) de la industria holandesa de producción de semillas de vegetales se caracteriza por **un flujo intensivo de conocimientos y un fuerte apoyo entre los diferentes actores** (negocios, investigación y educación, organizaciones intermediarias, demanda del mercado, infraestructura y condiciones marco), que se basa en **empresas orientadas a la innovación, institutos de investigación y educación desatacados, un fuerte apoyo de las organizaciones intermedias** activas, y lo más importante, **intensa cooperación** entre los diversos actores. Se identificaron los siguientes factores clave de éxito (Liu et al., 2015):

**Apoyo del gobierno.** En primer lugar, el clúster de reproducción vegetal holandés ha desarrollado con la ayuda del gobierno mediante el apoyo a la inversión en la formación y la investigación agrícolas desde el comienzo del siglo XX, el inicio de sistema *Plant Breeders' Rights* para nuevos cultivadores y el establecimiento de controles de calidad desde la década de 1940s. Lo más importante es la colaboración intensa entre las empresas privadas y los organismos públicos de investigación, facilitada por los programas de subsidios del gobierno. Estas políticas han contribuido a que el sector este aún más centrado en la innovación y la colaboración interactiva.

**Proximidad:** este sector se benefició de la proximidad geográfica. Holanda es un país muy pequeño, la mayoría de las partes interesadas, tales como empresas de semillas, institutos de investigación, empresas de biotecnología de plantas, proveedores de equipos, procesadores y los clientes se encuentran a 100 km el uno del otro. Ser parte de un clúster geográfico les permite a las empresas construir mejores relaciones personales y operar de

manera más eficiente para adquirir insumos, acceder a información, a tecnología y a las instituciones.

**Interconectividad:** hay intensas interacciones entre las diferentes partes interesadas, incluidas las asociaciones público-privadas, estrechos vínculos con la investigación y la educación, y una fuerte cooperación en la cadena de suministro. Estas interacciones son especialmente promovidas por organismos intermedios y una infraestructura de flujo de conocimiento favorable, con una cultura colaboración estimulante y un sistema de protección de la propiedad intelectual que funciona bien.

Adicionalmente, el estudio realizado por Pannekoek et al. (2005) a 44 empresas innovadoras del sector en Holanda permite reconocer cuales son los factores de mayor incidencia en su éxito:

**Las relaciones de cadenas y redes son una fuente primaria de ideas innovadoras:** red de relaciones de las empresas con sus proveedores, clientes, consultores. Las empresas extranjeras son una importante fuente de ideas innovadoras, especialmente para innovaciones de producto.

**Las relaciones de cadena aguas abajo son usadas para obtener información de mercado:** los nuevos productos son vendidos principalmente a los clientes con los que tienen relaciones de largo plazo (Ej. supermercados, mayoristas). Estas relaciones de cadena con frecuencia se involucran en el proceso de innovación, de tal manera que estos clientes están bien informados con antelación a otros compradores. Después de la introducción en el mercado se ofrecen los productos a un grupo más amplio de compradores potenciales.

**La cooperación de la cadena y la tercerización reducen la incertidumbre de la innovación:** las innovaciones que son realmente nuevas para las empresas hortícolas tienen la

misma oportunidad de convertirse en exitosas que las que usan tecnologías y habilidades ya conocidas por la empresa. Una probabilidad de esto es el alto nivel de cooperación de la cadena junto con la tercerización de las innovaciones ha reducido la oportunidad de que una innovación falle si involucra una tecnología, un producto o un mercado desconocido por la empresa. La intensificación de las relaciones de red mediante la clusterización de las empresas hortícolas conduce a innovaciones de mayor éxito.

**Otros factores de éxito:**

***Superioridad del producto o del proceso:*** mejor calidad, características únicas, mejor cumplimiento de las necesidades del cliente. Los productos y procesos deben ser testeados.

***Necesidades del mercado:*** la búsqueda de necesidades emergentes es un factor de éxito en el sector hortícola de invernadero. Las empresas que monitorean el mercado tienen mejores oportunidades de introducir innovaciones exitosamente. La producción amigable con el medio ambiente es un asunto fundamental y la reducción de consumo de energía por producto.

***Ajuste de la empresa:*** la empresa debe tener suficiente conocimiento y habilidades para implementar un proceso de innovación dentro de la empresa y los procesos existentes de la cadena.

***Comunicación:*** en el sector de invernaderos el dueño o empresario tiene la tarea de conducir las innovaciones, por lo que necesita tener muy buenas habilidades de comunicación para convencer a otros sobre la factibilidad de la idea (plan pre-construido) y reducir la resistencia al cambio. La comunicación es muy importante cuando las innovaciones se desarrollan en cooperación con otras empresas (cultivadores, empresas técnicas, proveedores, compradores y empresas de consultoría). La concentración del emprendedor en las actividades

medulares del proyecto de innovación es un factor de éxito clave dentro del sector de invernaderos.

### **2.4.3 Sector de biotecnología agrícola de Malasia**

Frost y Sullivan (2009), señalan que los factores de éxito del sector de agrobiotecnología de Malasia son:

- **Fortaleza económica:** Malasia ha usado sus recursos naturales y sus ventajas en el desarrollo de industrias de alta tecnología y la creación de empleos. Empresas multinacionales de más de 40 países han invertido en alrededor de 5.000 empresas manufactureras y de servicios relacionados en Malasia. Muchas empresas extranjeras continúan mostrando confianza en el potencial del país a través de expansiones y diversificación de proyectos de alta tecnología.
- **Fuerza de trabajo educada:** uno de los activos más grande de Malasia es su talento humano. La fuerza de trabajo es joven, educada y productiva, una de las mejores de la región. El gobierno se enfoca en el desarrollo de talento humano para asegurar un suministro continuo de fuerza de trabajo que conozca las necesidades de expansión del sector biotecnológico.
- **Enfoque en áreas claves de biotecnología agropecuaria:** (a) Cultivos, (b) Productos Naturales, (c) Ganado y (d) Marina y Acuicultura. Los **cultivos** en Malasia se dividen en dos: cultivos *commodity* y cultivos de alimentos; algunos cultivos *commodity* tiene una importancia significativa en la economía del país, entre estos se encuentran la palma de aceite, el caucho natural, productos de madera, cacao y pimienta: los cultivos de alimentos incluyen el arroz, frutas y vegetales (incluyen especias y raíces como el jengibre). Los centros de investigación públicos y privados tienen buenos progresos en

el desarrollo de sistemas de manipulación transformación genética y en la inserción de gene de interés en muchas plantas.

- **Enfoque en áreas de investigación y desarrollo claves:** Malasia cuenta con centros de investigación especializados en el sector agropecuario como: el *Malaysian Agricultural Research & Development Institute*, *Malaysian Palm Oil Board*, *Malaysian Rubber Board* and *Sime Darby Technology Centre*. Las áreas de I+D en **cultivos** son: biopesticidas y biocontroladores, cultivo de tejido vegetal, biofertilizantes, cultivos transgénicos y marcadores moleculares para la selección de cultivos. A su vez, las áreas de I+D en **productos naturales** son: la extracción de metabolitos, nutraceuticos y fitomedicina, descubrimientos de medicinas y alimentos funcionales.
- **Colaboración internacional:** enfoque en el desarrollo de un sector agrícola biotecnológico sostenible con el apoyo de instituciones extranjeras (Ej. El *J. Craig Venter Institute (JCVI)* con el *Asiatic Centre for Genome Technology Sdn Bhd (ACGT)* para la aplicación de tecnología genómica para mejorar los cultivos de palma de aceite y otros cultivos).
- **Políticas de apoyo del gobierno:** Malasia es estable políticamente tiene un sistema legal bien desarrollado, también provee incentivos atractivos para los inversionistas.
- **Infraestructura de transporte y telecomunicaciones bien desarrollada**

La Tabla 2.4 resume las características de algunos sistemas de innovación en el campo biotecnológico y agrobiotecnológico de acuerdo con los componentes del sistema de innovación (Figura 1.4).

**Tabla 2.4**

*Benchmarking sistemas biotecnología-agrobiotecnología*

Actores	Mundo	Países latinoamericanos
Investigación y educación	<p><b>Estados Unidos</b> (San Diego): Desarrollo de institutos de investigación de clase mundial. Agilización de los procesos de investigación. Gran reserva de talento para la investigación y altamente calificado para trabajar en las empresas. Reorganización de las ciencias biológicas dentro de las universidades.</p> <p><b>Malasia:</b> Cuenta con centros de investigación especializada en el sector agropecuario (Ej. <i>Malaysian Agricultural Research &amp; Development Institute</i>)</p>	<p><b>Chile</b> (Colchagua-clúster de vinos): En los últimos años, los trabajadores con conocimientos especializados (enólogos y agrónomos) han desempeñado un papel crítico en el proceso de innovación. Con conocimientos universitarios en los campos técnicos, estos profesionales tienen la comprensión científica del proceso de elaboración del vino, lo que permite aplicar nuevos métodos de producción en las empresas; estos trabajadores impulsan el cambio tecnológico en las empresas.</p> <p>Existen dos consorcios tecnológicos importantes: Vinnova y el Centro Cooperativo para el Desarrollo Vitivinícola.</p>
Sistema de valor agregado	<p><b>Canadá</b> (<i>Saskatoon-Innovation Place</i>): Proximidad con los competidores especialmente en la etapa de I+D y en la etapa temprana de comercialización.</p> <p><b>Estados Unidos</b> (San Diego): Presencia de empresas multinacionales con importantes instalaciones de investigación (Ej. <i>Novartis Agricultural Discovery Institute</i>). Un grupo líder de empresas experimentadas en biotecnología atrae a más empresas.</p> <p><b>Holanda</b> (cadenas y redes hortícolas): Las empresas extranjeras son una fuente de ideas innovadoras. Superioridad del producto o del proceso, mejor cumplimiento de las necesidades del cliente. Las empresas monitorean constantemente el mercado. La producción es amigable con el medio ambiente y hacen uso eficiente de la energía.</p> <p><b>Europa</b> (<i>BioValley</i>): Su éxito se debe al fuerte apoyo político y promocional de Francia, Alemania, Suiza y la financiación de la Unión Europea.</p> <p><b>Malasia:</b> Muchas empresas extranjeras continúan mostrando confianza en el potencial del país a través de expansiones y diversificación de proyectos de alta tecnología.</p>	<p><b>Chile</b> (Colchagua-clúster de vinos): Pequeños y micro productores de uvas y vinos. La llegada de inversionistas extranjeros revitalizó el sector vinícola, desde el punto de vista financiero, productivo y estratégico. Se introdujeron innovaciones en los viñedos (Ej. introducción y redescubrimiento de nuevas variedades, protección e irrigación de los cultivos), en producción (desarrollo de productos de vanguardia: mezclas; control de calidad) y en almacenamiento de los vinos (adopción de técnicas de Francia, California y Australia). También se adoptaron nuevos estilos de gestión (Ej. nuevos sistemas de documentación y evaluación de resultados) y mercadeo (Ej. enfoque en identidad regional y marca, lanzamiento de campañas de comunicación colectivas).</p> <p><b>Costa Rica</b> (Clúster de la piña): más del 90% de los productores de piña son pequeños. Un 65% de la producción pertenece a productores independientes y el resto a los comercializadores.</p>

<b>Sistema político (gobierno)</b>	<p><b>Canadá (Saskatoon-Innovation Place):</b> Las empresas se sienten atraídas por la existencia de un <b>mismo sistema regulatorio</b> para la investigación y la comercialización de nuevas variedades. Rápido acceso a un mercado receptivo a semillas.</p> <p><b>Estados Unidos (San Diego):</b> Clara zonificación del área destinada a procesos de I+D e industria, esta proximidad ha promovido la colaboración y el nacimiento de start-ups. Existen planes para generar mayor proximidad entre empresas y universidades-centros de investigación.</p> <p><b>Estados Unidos (BioBelt):</b> el clúster tiene una identidad claramente definida y estrategias gubernamentales completas.</p> <p><b>Malasia:</b> entorno político estable y un sistema legal bien desarrollado. Se ofrecen incentivos para atraer a inversionistas.</p> <p><b>Holanda (Clúster de reproducción vegetal):</b> Establecimiento controles de calidad. Programas de subsidio del gobierno para promover la interacción entre empresas e instituciones públicas de investigación; estas políticas han contribuido a que el sector se centre en la innovación y la colaboración interactiva. Junto a un sistema de propiedad intelectual que funciona bien.</p>	<p><b>Chile (Colchagua-clúster de vinos):</b> Creación de marca y establecimiento de la Denominación de Origen Controlada. Las mejoras de las condiciones macroeconómicas (incluida la política comercial y fiscal) han hecho que el entorno sea atractivo para la inversión en este sector. El apoyo del gobierno se aprecia principalmente, en la liberación de la producción y exportación de uvas y vino, la promoción del aprendizaje tecnológico para pymes y el apoyo a las actividades de promoción de las exportaciones y las iniciativas de comercialización colectiva de las PYMEs.</p>
<b>Proveedor /cliente final</b>	<p><b>Estados Unidos (San Diego):</b> concurrencia de proveedores de servicios especializados en biotecnología y de servicios de apoyo (legales, contabilidad, inmobiliarias).</p>	
<b>Infraestructura</b>	<p><b>Estados Unidos (San Diego):</b> acceso a capital local y disponibilidad de inversionistas de riesgo.</p>	

Fuente: Phillips et al. (2012), Giuliani y Bell (2005), Galvez-Nogales (2010), Pannekoek et al. (2005), Frost y Sullivan (2009) .

### 2.4.4 Relaciones entre actores

La interacción entre actores de los diferentes modelos de innovación en biotecnología analizados en el *benchmarking* es:

**Investigación y educación.** En **Estados Unidos (San Diego)**, los colegas de los institutos trabajan de forma complementaria. De forma similar, en **Malasia** se realiza trabajo

conjunto con instituciones de investigación extranjeras para la aplicación de tecnología genómica para mejorar los cultivos.

**Investigación y educación - Sistema de valor agregado.** En **Estados Unidos**, la transferencia de conocimiento es *demand-driven*, debido a que es movilizada por los requerimientos de las empresas. Por otro lado, en **Europa** (BioValley), la transferencia de conocimientos es *supply-driven*.

Tanto en **Estados Unidos** como en **Europa**, existe un alto porcentaje de oficinas de transferencia tecnológica, tecnopolos y parques de investigación que contribuyen al surgimiento de *start-ups* y *spin-offs*, responsables de sostener y nutrir el clúster de innovación.

En **Holanda** (Clúster de reproducción vegetal), existe una colaboración intensa entre empresas y organismos públicos de investigación (Ej. asociaciones público-privadas). Y en **Chile** (Colchagua-clúster de vinos), muchas de las empresas tienen vínculos con fuentes externas de conocimiento (instituciones de investigación y transferencia de tecnología y universidades).

**Sistema de valor agregado.** En **Estados Unidos** (San Diego) se hace uso de tecnología entre empresas. En **Holanda** (cadenas y redes hortícolas), la cooperación de la cadena y la tercerización ayuda a reducir los riesgos de la innovación. En cuanto a **Chile** (Colchagua-clúster de vinos), se efectúan inversiones significativas para alcanzar el nivel de calidad deseado del producto; gran parte de este capital proviene de empresas extranjeras para la inversión en viñedos o la compra o establecimiento de *joint ventures* con empresas nacionales. Algunas empresas del clúster transfieren conocimientos técnicos a otras empresas locales (*technological gatekeepers*); al mismo tiempo, estas empresas se encuentran interconectadas con fuentes externas de conocimiento y tienen mayores capacidades de

absorción. También se producen intercambios mutuos de conocimiento y otras empresas tienen bajos niveles de conexión local, pero tienen fuertes vínculos externos.

**Sistema de valor agregado – Proveedor/Cliente.** En **Canadá** (*Saskatoon-Innovation Place*), un factor crítico son las relaciones con el cliente, más que la proximidad geográfica a él. Respecto a **Holanda** (cadenas y redes hortícolas), red de relaciones de las empresas con sus clientes y proveedores es fuerte. Los nuevos productos son vendidos, principalmente, a los clientes con los que tienen relaciones a largo plazo. Las relaciones con los clientes son usadas para obtener información del mercado. Proximidad geográfica con clientes y proveedores de insumos, equipos y procesadores. Y **Chile** (Colchagua-clúster de vinos), se concentra en penetrar en segmentos de mercado ultra-*premium*. El compromiso con la producción de vinos de alta calidad ha llevado a procesos de integración vertical para ejercer mayor control sobre los cultivos de uva. Los proveedores de materiales y maquinaria son una importante fuente de conocimiento.

**Sistema político (gobierno) – Investigación y educación.** En **Europa** (*BioValley*), existe una fuerte presencia del sector público en la investigación y el desarrollo y en el impulso del sector de las tecnologías de la vida. En **Malasia**, el gobierno se enfoca en el desarrollo de talento humano para asegurar un suministro continuo de fuerza de trabajo para el sector biotecnológico en expansión. En **Holanda** (Clúster de reproducción vegetal), el desarrollo del Clúster se debe gracias a las inversiones del gobierno en formación e investigación agrícola (sistema *Plant Breeders' Rights*). Y en **Chile**, el consorcio Vinnova está compuesto por universidades, desarrolla proyectos de investigación y es financiado por Innova Chile (Programa de CORFO). El Centro Cooperativo para el Desarrollo Vitivinícola está compuesto por universidades y corporaciones y recibe apoyo financiero del gobierno.

**Sistema político (gobierno) – Sistema de valor agregado.** En **Estados Unidos**, las estrategias integrales del gobierno en financiación y promoción han contribuido a aumentar la cantidad de actores del sector privado en las regiones. En **Europa (BioValley)**, la transferencia de conocimiento *supply-driven* es estimulada por iniciativas de política pública que buscan transferir el conocimiento del sector público al privado para expandir la comercialización. La *Initial Public Offering* es un esfuerzo por establecer fuertes relaciones con los emprendedores de la región. En cuanto a **Costa Rica** (Clúster de la piña), la asociación público-privada Procomer ha logrado promover exitosamente las exportaciones de piña. Lo más importante es la organización, una buena comunicación con los grupos empresariales y establecer una estrategia público-privada para los diferentes mercados. Existen oficinas de promoción comercial alrededor del mundo que brindan información constantemente.

**Infraestructura- Sistema de valor agregado.** En **Europa (BioValley)**, existe un número de iniciativas privadas de capital de riesgo, tales como Novartis Venture Fund que se enfoca en atraer inversión externa las start-ups universitarias. Y en **Estados Unidos** (San Diego), los inversionistas de capital de riesgo ayudan a despegar a las start-ups.

**Entidades de apoyo- Sistema de valor agregado.** En **Holanda** (Clúster de reproducción vegetal), existe una fuerte cooperación en la cadena, promovida por organismos intermedios y una infraestructura de flujo de conocimientos favorable. En **Chile** (Colchagua-clúster de vinos), los consultores externos, representan un vehículo clave de transferencia nacional e internacional de conocimiento tácito y codificado sobre el cultivo de la vid y los procesos de elaboración del vino. Y en **Costa Rica** (Clúster de la piña), la Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña – CANAPEP incentiva a sus asociados a trabajar de acuerdo con los estándares de calidad y las normas ambientales, laborales, sociales e internacionales.

Después de reconocer los factores de éxito de algunos clústeres y redes de biotecnología y agrobiotecnología, se procede a describir un caso de clúster en biotecnología como fracaso.

#### **2.4.5 Éxito y fracaso en el desarrollo de clústeres biotecnológicos: el caso de Lombardía**

El capítulo describe como un estudio de caso de evaluación comparativa el fracaso en el desarrollo del mayor clúster de biotecnología emergente en Italia, Lombardía (Breschi et al. 2001). Por qué no surgieron importantes actividades innovadoras y comerciales en biotecnología en lo que podría haberse considerado en un principio un área prometedora para el crecimiento de esta industria en Italia y qué factores condujeron al fracaso en el desarrollo posterior. Además, el análisis del caso deja espacio para lecciones aprendidas sobre qué condiciones regionales deberían darse y cuáles son los determinantes de los procesos de aglomeración para desarrollar un clúster de innovación emergente (resumen en figura 2.4).

**Condiciones iniciales del sector biotecnología en Italia.** Las condiciones nacionales del desarrollo de este sector biotecnológico en Italia tenían algunas debilidades esenciales en comparación (*international benchmark*) con EE. UU.:

- Poseía una cantidad muy pequeña de empresas emergentes de biotecnología especializada y la mayoría de ellas no estuvieron involucradas en investigación o desarrollo, sino que fueron intermediarios que comercializaron productos desarrollados en otros lugares o en el suministro de instrumentación y / o reactivos.
- Los *startups* más importantes se han fundado como *spin-offs* de compañías farmacéuticas más grandes y no como *spin-offs* universitarios.

- El tamaño y alcance limitados de actividades innovadoras (cantidad de patentes) incluso dentro de las grandes empresas químicas, farmacéuticas y agroalimentarias.
- Los principales actores en el desarrollo de la biotecnología en Italia fueron las grandes empresas químicas, solo hubo un puñado de medianas empresas farmacéuticas dedicadas a actividades innovadoras, mientras que la ausencia de una tradición investigadora en la industria alimentaria y en la agricultura impidió cualquier esfuerzo significativo en esas direcciones.
- Las instituciones gubernamentales italianas sabían muy poco sobre biotecnología y no pudieron diseñar una política específica.
- La financiación de la investigación a través del gobierno era pequeña y se repartía entre muchos proyectos diversos y muy generales, sin una prioridad claramente definida.
- Desarrollo de muchas iniciativas de colaboración local entre agentes públicos y privados a nivel local, mediante el establecimiento de parques científicos, consorcios de investigación, fondos de capital riesgo, etc. pero descoordinados y con alcance e impacto limitado de estos esfuerzos.
- Las principales empresas químicas y farmacéuticas italianas fueron adquiridas por empresas extranjeras, de modo que el 70% de las ventas farmacéuticas totales en el mercado italiano son generadas por empresas de propiedad extranjera y filiales de grandes multinacionales. Las sedes de investigación extranjeras pusieron en marcha o mantuvieron pocas iniciativas.

**Clúster de biotecnología emergente en Lombardía.** La aglomeración de actividades innovadoras en Lombardía podría explicarse por el hecho de que Milán tenía la mayor concentración de laboratorios de investigación, tanto académicos (especialmente en medicina y biología) como industriales, y era, con mucho, el principal centro financiero de Italia. Las condiciones de la región apoyaron el surgimiento de un clúster de biotecnología, pero la

dinámica no fue suficiente para mantener actividades exitosas en comparación con otras regiones europeas. La situación se puede resumir de la siguiente manera:

- **Aglomeración industrial.** En Lombardía, gran mayoría de los productos químicos y farmacéuticos se ubicaron tradicionalmente con una especialización tecnológica muy fuerte a lo largo del tiempo. A principios de la década de 1990, la región albergaba al 49% de las empresas italianas activas en biotecnología y alrededor del 60% de todas las colaboraciones entre empresas y universidades en biotecnología, tanto a nivel nacional como internacional (Orsenigo, 1991).
- **Iniciativas.** Se tomaron iniciativas para desarrollar aún más la investigación en biotecnología y las actividades comerciales, principalmente a través de la creación de parques científicos para promover la investigación colaborativa y actuar como incubadoras de *spin-offs* académicas. Los ejemplos más exitosos de nuevas empresas biotecnológicas en Lombardía no son las *spin-offs* universitarias, sino las *spin-offs* industriales, nacidas de los procesos de reestructuración de algunas grandes empresas farmacéuticas.
- **Fortalezas de la base científica local.** Milán no tuvo la mejor investigación científica en términos absolutos en comparación con otros lugares italianos. El alcance de la investigación básica en biología molecular estaba a la zaga de la mayoría de las principales regiones europeas y no podía lograr resultados revolucionarios.
- **Relaciones industria-universidad.** La estructura y las normas que rigen el sistema académico no favorecieron la explotación empresarial de la investigación universitaria. Las interacciones entre la industria y la universidad habían sido tradicionalmente débiles y, en todo caso, en gran medida informales y basadas en relaciones personales, más que institucionales. La tradicional separación entre la academia y la industria y las

deficiencias organizativas dentro de las universidades hicieron que fuera muy difícil comercializar la investigación académica.

- **Absorción de tecnología.** La lenta difusión de nuevas tecnologías como la biología molecular a las empresas farmacéuticas de la Europa continental.
- **Acceso a la capital.** El capital riesgo jugó un papel enorme en impulsar el crecimiento de nuevas empresas basadas en biotecnología. El fallido desarrollo del capital riesgo en Italia parece depender menos de la falta de inversores y fondos que de la escasez de oferta de nuevas empresas prometedoras basadas en una sólida investigación científica.
- **Normas y reglamentos.** La oposición de los partidos *verdes* a la investigación en ingeniería genética se suele citar como un factor importante que obstaculiza el desarrollo de la biotecnología, y se dice que la oposición pública a la biotecnología fue un factor que motivó la decisión de algunas empresas de establecer laboratorios de investigación en los Estados Unidos.

Como síntesis de las principales causas del fracaso del clúster de biotecnología en Lombardi, la región carecía de una base científica sólida en tecnologías avanzadas, su base industrial era débil y había poca interacción entre la industria y las universidades. Además, las limitaciones financieras y reglamentarias también han obstaculizado de forma plausible el desarrollo de la biotecnología. Como se describió anteriormente, Milán tenía una base industrial más sólida y era un centro relativamente grande de investigación académica, pero ¿son estos factores suficientes o solo las condiciones necesarias para que se produzca la agrupación? ¿Qué otros factores de éxito son importantes en particular en el desarrollo de un clúster de biotecnología? Como respuesta, las tres lecciones aprendidas son las siguientes:

- La existencia de una sólida **masa crítica de conocimientos científicos**, la excelencia en la investigación científica es una condición previa básica para atraer actividades

innovadoras. Esto requiere una profunda participación en el proceso de investigación y una colaboración científica a nivel de referencia. Además, las empresas, especialmente las PYMES, deben invertir recursos no solo para buscar nuevos conocimientos, sino para construir las competencias para absorber el conocimiento desarrollado por otros y comprender los “códigos” altamente específicos del contexto en los que se traduce el conocimiento.

- La existencia de una **base industrial fuerte y diversificada**, con capacidades acumuladas y estructuras organizativas que les permitan participar efectivamente en la red de relaciones cognitivas y sociales necesarias para acceder, absorber, integrar los nuevos conocimientos y, sobre estas bases, para participar en actividades innovadoras exitosas.
- La existencia de **estructuras organizativas** e instituciones específicas y formales (por ejemplo, organizaciones de clúster y mercados de conocimientos) que permitan que se produzcan flujos de conocimiento.
- Además, para desarrollar clústeres biotecnológicos exitosos, las políticas de iniciativas de clústeres deben centrarse en la **financiación de proyectos** y *start-ups*, fomentar el capital riesgo en el desarrollo de mercados financieros adaptados a nuevas empresas de alto riesgo, en promover la comercialización de la investigación académica y la movilidad entre la academia y las actividades comerciales.

**Figura 2.4**

*Situación del clúster de biotecnología en Lombardía*

<b>Debilidades</b>	<b>Fortalezas</b>	<b>Lecciones aprendidas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausencia de <i>startups</i> especializadas en biotecnología</li> <li>- Carencia de cualquier tradición investigadora en la industria alimentaria y en la agricultura</li> <li>- Sólo un puñado de empresas farmacéuticas medianas que se dedican a actividades innovadoras</li> <li>- Débil apoyo del gobierno</li> <li>- Poca financiación de la investigación y repartida en muchos proyectos diversos y muy generales</li> <li>- El relativo atraso de las grandes empresas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fuerte <i>lobbying</i> por la Asociación Industrial Italiana de Biotecnología</li> <li>- Existencia de dos grandes grupos químicos italianos (ENI y Montedison)</li> <li>- Investigación biotecnológica y actividades comerciales, principalmente a través de la creación de parques científicos</li> <li>- Incubadoras de <i>spin-offs</i> académicos y <i>spin-offs</i> industriales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La fuerza de la base científica local (<b>masa crítica</b>) de conocimiento tácito</li> <li>- Una <b>base industrial fuerte</b> y diversificada</li> <li>- La voluntad <b>de explotar los resultados de la investigación</b> académica comercialmente</li> <li>- Estructuras organizativas que vinculan la ciencia con la industria</li> <li>- <b>Acceso al Capital</b></li> <li>- Derechos de propiedad claramente definidos</li> <li>- Desarrollar las competencias para <b>absorber el conocimiento</b> desarrollado por otros</li> </ul>

Nota: Elaboración propia en la base de Breschi (2001)

Después de reconocer los factores de éxito de algunos clústeres y redes de biotecnología y agrobiotecnología, se procede a considerar las tendencias mundiales en este campo, las oportunidades que tienen Colombia y los desafíos que debe enfrentar.

## 2.5 Tendencias

Asuntos como el crecimiento demográfico, los niveles de urbanización, las muertes prematuras por exposición a la contaminación, las pandemias mundiales y la resistencia a los antibióticos, la seguridad alimentaria, el cambio climático, la disponibilidad y calidad del agua, el crecimiento del consumo energético, la pérdida de biodiversidad, la deforestación y la competencia por los recursos han llevado a que varias naciones estén cambiando su paradigma de desarrollo económico a uno de base biológica, denominado bioeconomía (Betancur Giraldo, 2017; Von Braun, 2018). “El avance en el campo de las ciencias de la vida y

la biotecnología ha sido un punto de partida para el surgimiento del concepto de bioeconomía” (Beluhova-Uzunova et al 2019, p. 227).

Aunque no existe un concepto universal sobre bioeconomía se la define como “una economía basada en el consumo y la producción de bienes y servicios derivados del uso directo y la transformación sostenibles de recursos biológicos y de los desechos biomásicos que se generan en los procesos de transformación, producción y consumo, aprovechando ‘la inteligencia’ (biomimetismo) de los procesos y principios biológicos y las tecnologías aplicables al conocimiento y transformación de los recursos biológicos y a la emulación de procesos y principios biológicos” (Betancur Giraldo, 2017).

La OCDE (2009), que define “como un mundo en el que la biotecnología contribuye a una parte significativa de la producción económica”...”Una bioeconomía involucra tres elementos: conocimiento biotecnológico, biomasa renovables, e integración entre aplicaciones” (p. 22) La importancia del conocimiento biotecnológico consiste en que este permite el desarrollo de nuevos procesos para la elaboración de un amplio portafolio de productos, involucrando I+D intensivo e innovación. A su vez, el uso de bioprocesos eficientes contribuye al óptimo aprovechamiento de biomasa renovable para la generación de productos como biocombustibles, papel, químicos industriales, entre otros. Finalmente, la integración del conocimiento con las cadenas de valor abre el espacio para el desarrollo de tres campos de aplicación de la biotecnología: producción primaria, salud e industria. La producción primaria involucra a todos sectores que hacen uso de los recursos naturales vivos como los bosques, las plantas para cultivo, los animales de ganadería, los insectos, entre otros. Las aplicaciones en el sector salud incluyen técnicas de diagnóstico, fármacos, nutraceúticos y algunos dispositivos médicos. Y las aplicaciones industriales cubren los plásticos, químicos, enzimas, aplicaciones ambientales, entre otras.(OCDE, 2009)

La bioeconomía junto con soluciones que aprovechan los beneficios de la combinación de tecnologías y el modelo de industria 4.0, ofrecen importantes oportunidades de revertir los efectos negativos del modelo económico dominante. En este contexto, resulta apropiado considerar algunas tendencias tecnológicas relacionadas.

**Química Verde:** es un campo emergente relativamente nuevo que se enfoca en el trabajo de nivel molecular con el propósito de lograr la sostenibilidad. En la última década este campo de la ciencia ha despertado un amplio interés debido a su capacidad de aprovechar la innovación química para cumplir con los objetivos ambientales y económicos, simultáneamente. “La química verde se caracteriza por una planificación cuidadosa de la síntesis química y el diseño molecular para reducir las consecuencias adversas. Mediante un diseño adecuado, se pueden lograr sinergias, no solo compensaciones.” Debido a que la Química Verde se enfoca en alcanzar la sostenibilidad a nivel molecular se han desarrollado importantes aplicaciones en sectores como el aeroespacial, automotor, cosmético, electrónico, energético, productos para el hogar, farmacéutico y agrícola. (Anastas & Eghbali, 2010, p. 302)

**Nanotecnología Verde:** La presencia de sustancias químicas tóxicas en la superficie de nanopartículas metálicas y solventes no polares limitan su uso en aplicaciones clínicas. “Por lo tanto, la biosíntesis de nanopartículas limpias, biocompatibles, no tóxicas y respetuosas con el medio ambiente producidas tanto extracelular como intracelular merece mérito”. La nanotecnología verde se sustenta en el campo de la química verde para el diseño de soluciones nanotecnológicas que cumplan los objetivos económicos, sociales y de salud y medioambientales conjuntamente. (Nath & Banerjee, 2013, p. 4)

En la naturaleza se encuentran ejemplos de procesos para la síntesis de materiales inorgánicos a escala nano y micro que han contribuido al desarrollo de un área de investigación basada en la biosíntesis de nanomateriales. La biosíntesis de nanopartículas tiene un enfoque

*bottom up* donde la reacción principal es la reducción/oxidación. “Las enzimas microbianas o los fitoquímicos de las plantas con propiedades antioxidantes o reductoras son generalmente responsables de la reducción de compuestos metálicos en sus respectivas nanopartículas”.

(Nath & Banerjee, 2013, p. 12)

### **2.5.1 Oportunidades para Colombia**

En la Misión Internacional de Sabios 2019 se identificaron tres retos de desarrollo para el país: **Colombia Bio-diversa**, **Colombia productiva y sostenible** y **Colombia equitativa**. El reto **Colombia Bio-diversa** tiene por objetivo impulsar la bioeconomía y la economía creativa, lo que implica un cambio en la dependencia de la explotación de los recursos no renovables y los productos agrícolas primarios hacia el desarrollo de una economía basada en el conocimiento, del alto valor agregado y ambiental y socialmente sostenible. En cuanto al reto **Colombia productiva y sostenible**, busca una transformación de la estructura productiva hacia industrias y servicios de alto contenido tecnológico y la promoción de las empresas de economía circular. El tercer reto, **Colombia equitativa** se orienta al mejoramiento de los niveles de educación y salud de la población, a la definición de su identidad cultural, integrados al crecimiento económico y al desarrollo humano y sostenible con equidad. (Minciencias, 2019)

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 hidrobiológicos, 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 (Misión Internacional de Sabios, 2019, p. 15).

Uno de los campos promisorios para el aprovechamiento de la **Química Verde** en Colombia se encuentra en la creación de valor a partir de los subproductos derivados de la producción de biocombustibles. Lo anterior contribuiría a la transición ambientalmente sostenible del sector energético, al desarrollo de nuevas capacidades productivas, a la generación de emprendimientos o empresas de base tecnológica y el fortalecimiento de la economía regional. El uso responsable de la biodiversidad colombiana impulsaría la producción sostenible de materias primas tomando ventaja de la convergencia tecnológica. (Noriega, 2019)

La riqueza de los recursos naturales de Colombia ofrece incontables fuentes para la investigación en **Nanomateriales Verdes** con oportunidades para el desarrollo de soluciones, con bajo uso energético e impacto ambiental, basadas en procesos de biosíntesis mediante el uso de bacterias, actinomicetos, hongos y plantas. “La ventaja de usar plantas para la síntesis de nanopartículas es que están fácilmente disponibles, son seguras de manejar y poseen una amplia variabilidad de metabolitos que pueden ayudar en la reducción”. Además, “utilizando técnicas de cultivo de tejidos vegetales y procedimientos de procesamiento, es posible sintetizar nanopartículas metálicas y de óxido a escala industrial una vez que asuntos como el estado metabólico de la planta, etc., aborden adecuadamente”. Algunas aplicaciones de estas nanopartículas verdes son el etiquetado, los sensores, la dispensación de medicamentos, terapias para el cáncer y la limpieza del medioambiente. (Nath & Banerjee, 2013, pp. 18, 20)

### **2.5.2 Capacidades**

En la Misión Internacional de Sabios fue presentada la Arquitectura Crítica para la Oportunidad Global, que tiene el propósito de reorientar el sector productivo y aumentar su productividad en la industria 4.0 (Cepeda, 2019).

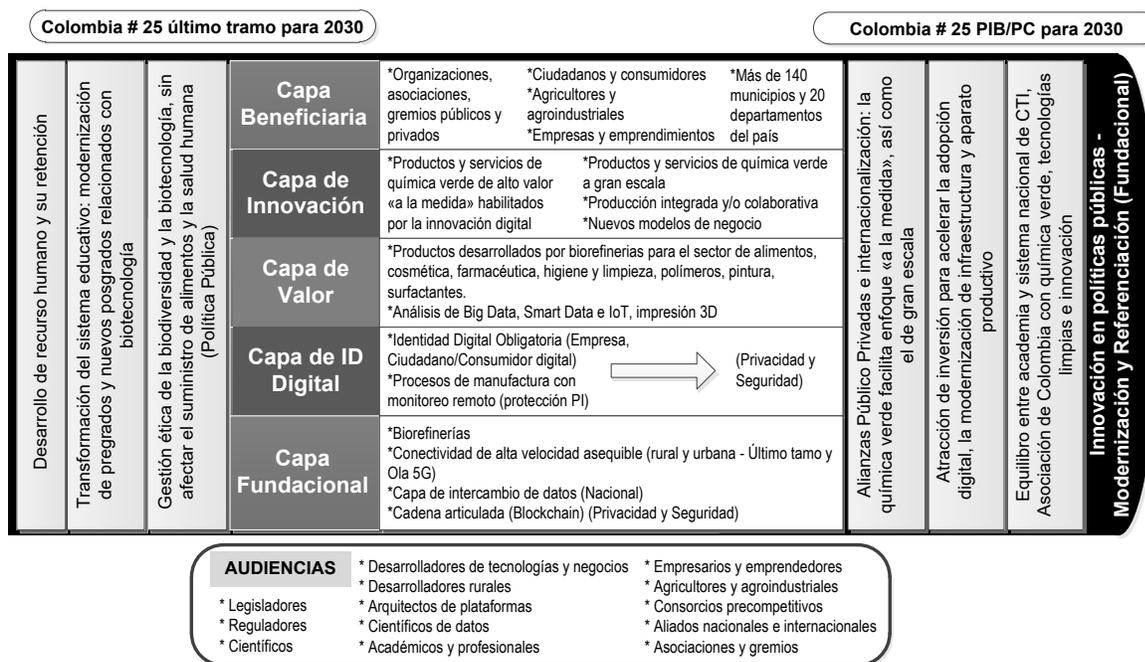
La estructura Arquitectura Crítica para la Oportunidad Global se compone de cinco capas horizontales que aluden, con excepción de la Capa Beneficiaria, elementos de

tecnología y disciplinas relacionadas no solo con la Cuarta Revolución industrial, sino también con disciplinas convergentes Nano, Bio, Info y Cogno. El logro de las cinco capas horizontales requiere de siete pilares verticales, que son descritos como palancas críticas que habilitan de forma plena el aprovechamiento de la oportunidad (Ayala, 2019).

En este contexto, la ingeniera química y coordinadora del foco ‘Tecnologías Convergentes –Nano, Info y Cogno- Industrias’, María del Pilar Noriega, presento en la Misión de Sabios la Arquitectura correspondiente a la oportunidad de desarrollo de Química Verde (Figura 2.5).

Figura 2.5

*Colombia líder en Química Verde: creando valor a partir de Biodiversidad, Biocombustibles Biotecnología*



Tomado de: Noriega (2019)

De acuerdo con Noriega (2019), los avances en biotecnología y química verde requieren de:

- **Desarrollo de recurso humano y su retención:** Recurso humano formado en ciencias básicas y aplicadas (Ej. ingenierías), para el desarrollo de nuevos conocimientos, capacidades, habilidades y para la transferencia de tecnología (Ej. oleoquímica, bioquímica, etc.), para los sectores agroindustrial e industrial del país. El proceso de formación debe tener en cuenta la convergencia tecnológica de la biotecnología, la nanotecnología y las tecnologías de la información y comunicación. La retención del personal dependerá de la versatilidad de la química verde y la biotecnología combinada con sistemas integrados y/o colaborativos de producción y a plataformas de información y negocios en línea. Además, las posibilidades de diversificación industrial y emprendimientos promoverán la movilidad laboral y empresarial que contribuirán con el crecimiento económico del país.
- **Transformación del sistema educativo:** Modernización de algunas carreras de pregrado existentes o la creación de nuevos programas de posgrado que los fortalezcan (Ej. “Ingeniería química y biología” o “Ingeniería química y biotecnología”, existentes en algunas universidades de Estados Unidos, Reino Unido y Suiza). Se requiere la introducción de un proceso similar al “*Bologna Process*” para la educación superior y que se basa en los tres ciclos: pregrado, maestría y doctorado. La modernización del aprendizaje gracias a las nuevas tecnologías y la internacionalización, así como la flexibilización en los currículos “interprogramas” o “intercampus” que facilitarían la formación acorde con los intereses del estudiante y de los mercados que lo demandarán en el futuro. Los programas deben enfatizar el desarrollo de competencias de comunicación, creatividad, colaboración y pensamiento crítico.

- **Ética en la era digital (política pública):** Gestión ética de los recursos naturales y biodiversidad, sin afectar la seguridad alimentaria y la salud pública. Esto requiere políticas públicas y marcos regulatorios que promuevan el uso de tecnologías limpias y amigables con el medio ambiente. La química verde funcionaría como plataforma para el desarrollo de materiales, productos y aplicaciones, que creará valor y oportunidades para la industria en el de sostenibilidad del país.
- **Alianzas público-privadas e internacionalización:** El sector de la química verde abre la posibilidad para la generación de productos personalizados (cosméticos, cosmeceúticos y productos orgánicos para el cuidado personal y aseo), como a gran escala (glicerina en diferentes grados, detergentes, plastificantes, pinturas, etc.). En este contexto, los procesos de manufactura robustos con monitoreo remoto (IoT) serán la clave para la producción integrada y/o colaborativa. Los consorcios precompetitivos tipo PPP (*Public Private Partnership*) con la academia, la industria y aliados nacionales e internacionales, son una opción importante.
- **Atracción de inversión:** Las oportunidades de inversiones y la atracción de capitales nacionales e internacionales requieren de políticas CTI estables de largo plazo. Estos capitales deben acelerar la adopción digital y la modernización de la infraestructura y aparato productivo. También deben acelerar la creación de empleos de calidad y mejor remunerados y el surgimiento de nuevos emprendimientos y empresas.
- **Mecanismos para garantizar el acceso al mercado:** Es necesario crear los mecanismos que permitan que estos productos puedan ser competitivos frente a los sustitutos fósiles. Estos mecanismos y/o incentivos deben promover el consumo nacional y la exportación a mercados que reconozcan su valor agregado.
- **Equilibrio entre la academia y el Sistema Nacional CTI:** Es muy importante identificar las brechas tecnológicas y relaciones entre la universidad, institutos y actores CTI y la

empresa, para reducir las rápidamente a través de la generación o apropiación de tecnologías existentes (Ej. mediante alianzas, dependiendo de los materiales, procesos y productos involucrados). Lograr en I+D+i la asociación de la química verde, tecnologías limpias e innovación será un elemento diferenciador en los mercados internacionales.

- **Innovación en políticas públicas – Modernización y Referenciación:** Se requieren instrumentos y plataformas de información y comunicación para alinear los Ministerios e Instituciones relacionadas con la química verde, la convergencia tecnológica y la nueva revolución industrial. La unificación y la instrumentalización de las políticas del Nuevo Minciencias, MinTIC, MinCIT, Innpulsa, SENA, PTP y otras instituciones. Para contar con una institucionalidad interconectada, eficaz y eficiente. También se necesitan nuevos reglamentos técnicos y regulaciones para preservar el acceso ético y correcto a los recursos naturales y biodiversidad de Colombia. En materia de propiedad intelectual e industrial será importante la implementación de un “*Fast Track*” para el registro y protección de las tecnologías que comprenden química verde, biotecnología y su convergencia tecnológica.

### **2.5.3 Desafíos desde la perspectiva de la Competitividad Sistémica**

De acuerdo con la Misión Internacional de Sabios de 2019:

...para que Colombia se consolide como referente en algunos segmentos específicos de CTI en biodiversidad, tecnologías convergentes e industria 4.0, es indispensable llegar a un acuerdo en el que (i) las grandes empresas anticipen que el cambio tecnológico es inevitable y que llegará no como artefactos, sino como competidores, a menos que inviertan en I+D; (ii) las universidades se ganen la confianza de empresas,

gobiernos regionales y comunidades emprendedoras con soluciones a sus problemas: con resultados visibles, se pueden investigar problemas cada vez más sofisticados; (iii) el gobierno lidere la agenda de CTI aumentando la financiación pública en ciencia básica y en cofinanciación de investigación y desarrollo precompetitivo, por el entendimiento de que no hay alternativa para crecer y que el Estado debe ejercer un liderazgo emprendedor; y (iv) las comunidades se empoderen y asuman su desarrollo con base en un conocimiento ampliamente disponible y redes eficaces de apoyo (Minciencias, 2019, p. 25).

Lo anterior implica para Colombia la superación de desafíos en los diferentes niveles que plantea la Competitividad Sistémica. Desde el nivel **Meta** se requiere consolidar una cultura ética para el desarrollo, comercialización y uso sostenible de la tecnología, lo que implica “comprender la dinámica local de las tendencias y preferencias sociales y la aceptación social de las biotecnologías y sus productos representativos de origen biológico” (Bezama et al. 2019, p. 1); además, se requiere establecimiento de mecanismos de coordinación interinstitucional entre las entidades formuladoras de políticas públicas y las entidades que ejercen funciones de regulación y control. En el nivel **Macro** se precisa de la generación de condiciones macroeconómicas favorables para la inversión en el sector biotecnológico y relacionados y la definición de mecanismos que garanticen el acceso de las nuevas tecnologías al mercado. En el nivel **Meso** la transformación del sistema educativo es determinante para el desarrollo de personal idóneo para el sector de la biotecnología; también, se precisa de la articulación entre la academia y el Sistema Nacional de CTI para la generación de sinergias y fomentar del desarrollo tecnológico bajo un enfoque compartido; aunado al establecimiento de una "masa crítica" regional a través del fomento de clústeres y redes (Bezama et al., 2019). Finalmente,

para las empresas resultará imprescindible perfeccionar sus capacidades para la innovación y la gestión de la tecnología, lo que compete al nivel **Micro**.

**Síntesis.** A fin de determinar los 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 es fundamental reconocer las principales características del sector. En este contexto, la sección 2.1 presenta las características principales de los clústeres de biotecnología en el mundo y las particularidades del sector en Colombia, sus desarrollos, potencialidades y debilidades. Debido a los diferentes campos de desarrollo de la biotecnología y el grado de avance en el establecimiento de estructuras de red en el sector, se decidió enfocar la investigación en la agrobiotecnología. La sección 2.2 inicia describiendo la estructura de la biotecnología agrícola y finaliza presentando las prioridades de Colombia para desarrollo de biotecnología en el sector agrícola, pecuario y de alimentos, los avances en la implementación de cultivos genéticamente modificados y realizados en torno al establecimiento de estructuras de red. La sección 2.3 contiene algunos avances en el establecimiento de configuraciones asociativas relacionadas con la biotecnología en Colombia. La sección 2.4 contiene un benchmarking que permite reconocer los factores de éxito de algunas redes y clústeres de biotecnología en entorno desarrollados y en vía de desarrollo.

Luego, la información se presenta organizada de acuerdo con las diferentes partes que integran los clústeres de innovación y las relaciones entre las mismas.

Finalmente, en la sección 2.5 se presentan algunas de las tendencias mundiales en biotecnología, las oportunidades que tiene Colombia de desarrollos en estos campos, las capacidades requeridas y los desafíos que deben abordarse desde los diferentes niveles planteados en la Competitividad Sistémica.

Los resultados de la revisión de literatura contenida en marco teórico y marco contextual ofrecen los insumos necesarios para la creación de modelos que funcionan como estructuras que agrupan los factores de éxito identificados y permiten realizar una validación sistemática y en profundidad de estos factores. El siguiente capítulo presenta los modelos conceptuales generados.



### 3. Marco metodológico

El objetivo de la investigación es determinar los 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 con actividades relacionadas con el sector. El paradigma de la complejidad, que se enmarca en el enfoque epistemológico constructivista, ofrece un marco de análisis apropiado para alcanzar el objetivo de la investigación debido a que contribuye al entendimiento de organizaciones complejas como los clústeres de innovación. Este enfoque brinda criterios de análisis que trascienden a la identificación de factores de éxito en un momento particular debido a su naturaleza evolutiva. Estos criterios se basan en las características de los sistemas complejos definidas por Ladyman et al. (2012): no linealidad, retroalimentación, orden espontáneo, robustez y falta de control central, aparición, organización jerárquica y numerosidad. Tras un exhaustivo estudio bibliométrico Saldarriaga y Aguirre (2014), agregan a las características de los sistemas complejos: el comportamiento adaptativo, la competencia y la cooperación.

**No linealidad.** El clúster de innovación es más que la suma de sus partes. Dentro de los clústeres de innovación se entretajan redes en las que se desarrollan procesos de intercambio para conseguir objetivos comunes, estas estructuras sincrónicas son el resultado de dinámicas no lineales (Ladyman et al., 2012). La no linealidad permite comprender la existencia de relaciones indirectas entre los componentes del sistema debido a las interdependencias de los elementos. Estas interdependencias pueden apreciarse al analizar cómo las partes pueden influir mutuamente en otras, en un proceso de exclusión se retiran partes del sistema y se observa los efectos generados. (Saldarriaga & Aguirre, 2014)

**Retroalimentación.** Las interacciones de los actores del clúster de innovación están sujetas a ciclos de retroalimentación, en donde la forma en que interactúan los actores en el presente depende de cómo interactuaron en el pasado. El proceso de innovación contiene bucles de retroalimentación desde la generación de ideas hasta el proceso de comercialización de la innovación. La retroalimentación debe dar lugar a algún tipo de orden de nivel superior (correcciones y ajustes); además, la retroalimentación obedece a relaciones causales (Ladyman et al., 2012).

Saldarriaga y Aguirre (2014), señalan que pueden existir ciclos positivos de retroalimentación que promueven el aprendizaje y la generación de sinergias; sin embargo, también pueden existir ciclos negativos de retroalimentación que propician escenarios de bajo crecimiento, pérdida de información y cambios no estratégicos en la tendencia del sistema con resultados menos deseables.

**Orden espontáneo.** Uno de los asuntos centrales en la investigación de los sistemas complejos es el orden en el comportamiento del sistema. La idea de orden total es incompatible con la complejidad; pero, los sistemas complejos tampoco tienen un comportamiento aleatorio: En este sentido, los sistemas complejos presentan algún tipo de orden espontáneo. (Ladyman et al., 2012)

**Robustez y falta de control central.** El orden dentro del clúster de innovación es robusto, porque se encuentra distribuido en múltiples actores y no se produce centralmente, lo que permite que el orden se mantenga estable ante perturbaciones en el sistema como el mal funcionamiento de algunos elementos. (Ladyman et al., 2012)

**Aparición/emergencia.** Los clústeres de innovación como sistemas complejos deben tener capacidad de formar otros elementos o subsistemas en su estructura, esta característica se aprecia en el nacimiento de nuevas empresas, nuevas tecnologías, nuevas capacidades, nuevas redes, etc. De esta manera se hace más complejo como resultado de las interacciones en pequeña escala y luego a grande escala. (Ladyman et al., 2012)

**Organización jerárquica.** según Simon (1991), en los sistemas complejos se observa, con frecuencia, la existencia de varios niveles de organización que pueden interpretarse como jerarquías de sistemas y subsistemas, que resultan de una interacción robusta entre las partes del sistema en un nivel inferior. Ladyman et al. (2012, p. 41), señalan que esta robustez solamente se da dentro de un régimen o parámetros particulares que mantiene la naturaleza del sistema invariable. “El resultado final de todas las características de los sistemas complejos anteriores es una entidad que está organizada en una variedad de niveles de estructura y propiedades que interactúan con el nivel superior e inferior y muestran regularidades legales y causales, y diversos tipos de simetría, orden y comportamiento periódico”.

**Numerosidad.** Un clúster de innovación se le puede considerar un sistema complejo en la medida en que posee la suficiente masa de actores con un nivel alto de interacción entre sí.

**Comportamiento adaptativo.** El clúster de innovación debe estar en capacidad de modificar su comportamiento en respuesta a los cambios en el entorno. (Saldarriaga & Aguirre, 2014)

**Competencia.** La capacidad de competencia entre los clústeres de innovación abarca los procesos de aprendizaje mutuo entre los diferentes actores del sistema, también la

identificación, exploración y explotación de conocimientos para la innovación, para la construcción de nuevas capacidades.

**Cooperación:** en los clústeres de innovación la cooperación se aprecia en el trabajo en redes en respuesta a su necesidad de evolución, en las redes se presentan procesos de intercambio. En la medida en que aumenta la heterogeneidad de los actores, los niveles y canales de comunicación deben ser mayores para acelerar la conformación de las redes.

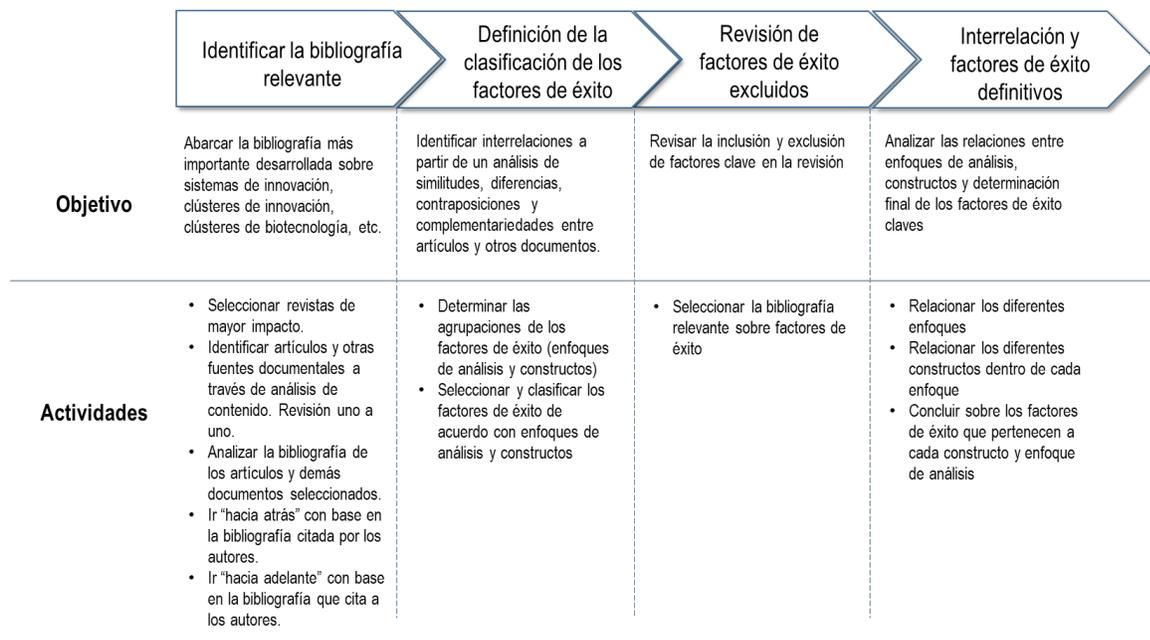
Con base en lo anterior, se plantea a continuación la metodología de revisión documental, el diseño de modelos que logre capturar la naturaleza compleja del objeto de investigación. El capítulo finaliza con la metodología de estudio de caso, apropiada para una investigación que busca la profundización más que la generalización.

### **3.1 Metodología de revisión documental**

La metodología seleccionada para el tratamiento de fuentes bibliográficas es una versión adaptada del proceso estructurado de Romero, Matamoros, y Campo (2013), que se ilustra en la Figura 3.1.

**Figura 3.1**

*Proceso de revisión bibliográfica*



Nota: Adaptación basada en Romero, Matamoros & Campo (2012)

De acuerdo con la Figura 3-1, el proceso de revisión bibliográfica se compone de cuatro fases:

**Fase 1. Identificar la bibliografía relevante.** Consiste en la selección de la literatura emitida a partir de los años noventa, fecha en la que se dio origen al concepto de clústeres industriales (Michael Porter), lo que facilita la realización de un análisis comparativo entre diferentes modelos de innovación sistémica. Se realizará una revisión de documentos entre los que se encuentran artículos académicos y de negocios, *reviews*, *papers* y *reviews* de conferencias, libros y capítulos de libros de la base de datos de SCOPUS, principalmente. Al identificar un documento clave se realiza una revisión de la bibliografía citada y los documentos que citan a dicha publicación.

**Fase 2. Definición de la clasificación de los factores de éxito.** En esta fase se identifican las interrelaciones a partir de un análisis de similitudes, diferencias, contraposiciones

y complementariedades entre documentos sobre lo que los autores determinan como factores de éxito. Esto facilita la categorización de los factores de éxito de acuerdo con constructos y enfoques de análisis<sup>7</sup>.

**Fase 3. Revisión de factores de éxito excluidos.** Tiene por objetivo la identificación de factores de éxito relevantes que no quedaron agrupados en un determinado constructo o enfoque de análisis.

**Fase 4. Interrelación y factores de éxito definitivos.** En esta fase se estudian las relaciones entre enfoques de análisis y constructos y se determina, finalmente, los factores de éxito claves para el trabajo de campo.

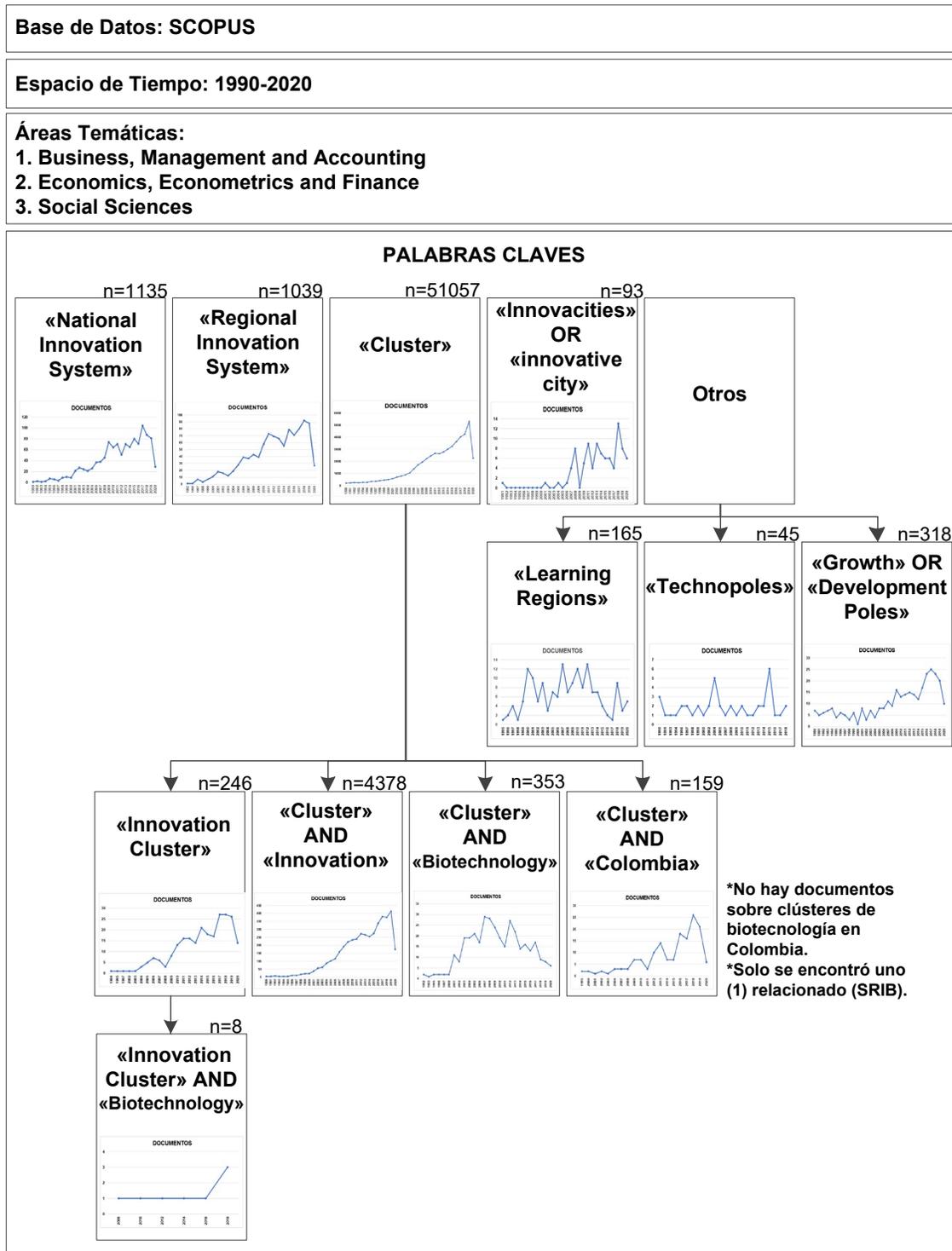
La Figura 3.2, presenta los resultados de la exploración actualizada realizada sobre modelos de innovación sistémica. La base de datos consultada fue SCOPUS, el espacio temporal fueron los documentos publicados desde 1990 hasta 2020. De acuerdo con su pertinencia se seleccionaron tres áreas temáticas: *Business, Management and Accounting*; *Economics, Econometrics and Finance*; y *Social Sciences*. La búsqueda se realizó con términos en inglés, que aparecen entre comillas en la Figura mencionada.

---

<sup>7</sup> Los enfoques de análisis se definieron de la revisión de los documentos que construyen el Marco teórico y conceptual de este documento. Mientras que los constructos y los factores de éxito tienen como insumo la revisión realizada para el Marco teórico y conceptual y el Marco contextual.

Figura 3.2

Análisis documental (Modelos de Innovación Sistémica)



Tomado de: SCOPUS, 2020

De acuerdo con la Figura 3-2, existen cuatro modelos de innovación sistémica, cuyas investigaciones tienen una tendencia creciente desde 1990 hasta 2020, estos son: los Sistemas de Innovación Nacionales (1135 publicaciones), los Sistemas de Innovación Regionales (1039 publicaciones), los Clústeres (51057 publicaciones) y las Innovacities o Ciudades Innovadoras (93 publicaciones). Otros modelos de innovación sistémica como: las Regiones de Aprendizaje, los Tecnopolos y los Polos de Crecimiento o Desarrollo no presentan un gran avance por número de investigaciones publicadas. De acuerdo con los resultados, se toma como referente teórico para la investigación los Clústeres dada su saturación teórica.

A partir de 1994, en SCOPUS se registran documentos de investigaciones sobre Clústeres de Innovación. Respecto a las investigaciones sobre la relación entre los clústeres y la innovación, fueron reportadas 4378 publicaciones, teniendo un crecimiento importante entre 2014 y 2019, pasando de 255 a 415 documentos respectivamente. Por otro lado, el comportamiento de las publicaciones sobre los clústeres y el sector biotecnológico ha decrecido en los últimos años, pasando de 27 documentos en 2012 a 8 en 2019. Tan solo se identificaron 8 documentos para clústeres de innovación relacionados con biotecnología a partir de 2006, en 2019 se publicaron 3 documentos, el mayor número alcanzado. Finalmente, con respecto a los documentos sobre investigaciones de clústeres en Colombia se identificaron 159, presentando una tendencia creciente con 26 publicaciones en 2018. No se identificaron documentos sobre clústeres de biotecnología en Colombia, tan solo un artículo sobre la propuesta de un Sistema Regional de Innovación en Biotecnología (SRIB) de 2013.

## 3.2 Diseño de modelos conceptuales

### 3.2.1 Definición del modelo conceptual

“Un modelo es la representación o abstracción simplificada de la realidad. Describe, refleja o replica un evento de la realidad, un objeto o proceso, pero no lo explica”. A su vez, un concepto es definido como “un paquete de significados o características asociadas con ciertos eventos, objetos o condiciones y usados para la representación, identificación, comunicación o entendimiento”. En este sentido, un modelo conceptual es descrito como un “conjunto de conceptos usados para representar o describir (no explicar) un evento, objeto o proceso” (Meredith, 1993, p. 5).

De acuerdo con Meredith (1993) el modelado conceptual es un método de investigación de carácter interpretativo más que racional. Por lo tanto, un modelo conceptual es “un modelo mental de las relaciones sospechosas que se postula, y luego puede evaluarse por medio de un marco que capture la esencia del sistema bajo investigación” (p.6). Para Dalianis (1992) un modelo conceptual describe una parte del mundo real, sin ambigüedad ni redundancia.

La construcción de un modelo conceptual requiere de un proceso de abstracción de un evento, objeto o sistema del mundo real. Posteriormente, este modelo es validado con el mundo real con el objetivo de determinar si es una representación adecuada y exacta de la realidad (Figura 3.3).

**Figura 3.3**

*Construcción de un modelo conceptual*



Nota: Basado en Frantz (1995)

Según Frantz (1995), una decisión de diseño fundamental consiste en la determinación de que factores que influyen el comportamiento del sistema, los comportamientos del sistema son incorporados dentro del modelo, y la representación de estos comportamientos. Esta determinación o abstracción se basa en las preguntas que el modelo responderá. En este contexto, el modelo es una representación más simple de un sistema complejo que existe en el mundo real.

Frantz (1995), define tres categorías de técnicas de abstracción que responden a diferentes preguntas sobre el sistema de estudio del mundo real. Estas categorías hacen referencia a técnicas basadas en: los límites, los comportamientos y la forma. Para la presente investigación se usará la técnica de abstracción explícita que delimita el dominio de entradas proporcionadas al modelo, en otras palabras, consiste en la delimitación del marco de referencia experimental en el que el modelo es válido (Modelo de Competitividad Sistémica). También, se emplearán dos técnicas de abstracción basadas en comportamientos: una enfocada en las funciones para describir el impacto del clúster en la innovación y otra basada en la estructura para estudiar las relaciones entre los elementos estructurales del clúster.

### ***3.2.2 Factores para determinar los modelos conceptuales***

De acuerdo del último capítulo la construcción de un modelo conceptual requiere de un proceso de abstracción de un evento, objeto o sistema del mundo real y una decisión de diseño fundamental consiste en la determinación de que factores que influyen el comportamiento del sistema. Este capítulo determina estos factores que son importantes para la definición de los modelos conceptuales tener en cuenta **las condiciones del sector de biotecnología en Colombia.**

Debido a que existen formas alternativas de lanzar una iniciativa de clúster o acelerar la innovación en un clúster emergente, el objetivo es analizar las condiciones de sistemas de innovación en países emergentes; el desarrollo de las regiones de innovación intensiva; el desarrollar clústeres de innovación emergentes; la política para desarrollar iniciativas de clúster, uso de iniciativas de clústeres para impulsar el espíritu empresarial e innovación en PYMEs y la integración del clúster de innovación emergente en un sistema de innovación regional.

**Sistemas de Innovación en países emergentes.** Para los países emergentes ha sido inútil el uso de la experiencia de países desarrollados en el análisis de los Sistemas Nacional de Innovación (SNI), debido a la diferencia en los escenarios tanto en conocimiento, infraestructura y poder adquisitivo; de tal manera que los países desarrollados han generado un alto nivel de conocimiento, poseen un sistema de mercado funcional soportado por el estado y su infraestructura está bien desarrollada a disposición de la innovación. Por el contrario, los países emergentes se diferencian de ellos con menor conocimiento acumulado, su poder adquisitivo es menor. Así mismo la inversión foránea es considerablemente más trascendente en los países emergentes que en los desarrollados.

Sumado a ello los países emergentes han soportado en su historia regímenes dominantes que han afectado económicamente la construcción de un sistema nacional de innovación. Una parte importante de las ineficacias de los sistemas nacionales innovación puedan estar relacionados con los procesos evolutivos de su economía, finalmente convirtiéndose en procesos de evolución social (Varblane et al, 2007).

Se relacionan algunas características que obstaculizan el desarrollo de sistemas nacionales de innovación derivados de la evolución de los sistemas económicos:

- Subestimar el rol del sector público en los sistemas nacionales innovación
- Comparación del desarrollo entre empresas de alta y bajas tecnologías tecnología
- Sobrevaluar el rol de inversión extranjera directa
- Escasez de capital y carencia de redes para la obtención del mismo
- Sistemas de innovación frágiles e insuficientes motivaciones para producir nuevo conocimiento.

Las condiciones para la innovación son igualmente deficientes. Al respecto, Mytelka y Oyeyinka (2003) identifican cinco tipos de debilidades sistémicas comunes en los países en desarrollo, que necesitan ser abordados de manera crucial:

- Rigideces organizativas e instituciones obsoletas o inadecuadas que dificultan los ajustes que conducen a la adquisición de conocimientos.
- Redes de conocimiento subóptimas que dan cuenta de interacciones limitadas, si las hay, entre actores críticos.
- Fallo sistémico dependiente de la trayectoria, con inercia resultante de redes obsoletas que se refuerzan a sí mismas y que temen el cambio.
- La ineficacia organizativa explica, por ejemplo, conexiones débiles entre las instalaciones de investigación y formación y la sociedad circundante. Esto hace que la oferta de habilidades y la producción de conocimiento no responda a las necesidades de la sociedad. Si bien muchas organizaciones necesitan reformas, incluidas las propias instituciones encargadas de la formulación de políticas, en gran medida faltan las competencias necesarias para implementarlas.

En gran medida, faltan instituciones fundamentales y reglas de juego como reglas de juego transparentes, cumplimiento de contratos, derechos de propiedad intelectual, etc. Esto crea enormes brechas y graves ineficiencias en los sistemas de innovación.

**Desarrollo de las regiones de innovación intensiva.** La región logra conservar su valor en una estructura de producción global en virtud a tres razones (Boisier, 2005): el fundamento sociológico, en el cual la contribución de los actores en la gestión inducirá que el éxito de la región se refleje en el logro de los propósitos propios de cada uno de los actores; el fundamento tecno económico, de tal manera que las particularidades de la región logran impactar en el resultado del enlace global de producción; la manifestación cultural, en que la identidad regional apenas logra advertirse alienada por una individuo exterior, derivando su importancia en su vínculo con los sistemas productivos industriales. Ramos (1997) sostiene que en el momento que una empresa se localiza en una región clusterizada, su capacidad competitiva a nivel regional y global se incrementa por la competitividad comparado con las otras empresas asentadas en tal región. La concepción del significado de región involucra situar el objeto dimensionado en un espacio y tiempo, establecer las particularidades que lo distingue de otros objetos ubicados en tal dimensión (Boehm de Lameiras, 1997).

**Desarrollar clústeres de innovación emergentes.** Un clúster de innovación innova en el sentido más amplio de la definición, es decir, la innovación puede emanar de mejoras en la forma en que los actores se organizan, los productos se desarrollan, producen, comercializan, distribuyen, etc. El clúster de innovación está, en principio, en constante evolución, aprendiendo por experiencia y capaz de adaptarse a circunstancias cambiantes. Es probable que esté bien posicionado para explorar nuevas oportunidades más allá de sus límites actuales y, al mismo tiempo, combinar flexibilidad con fuerza interior, estabilidad y sentido de la dirección (Andersson, et al., 2004, p. 39):

- Los límites tradicionales de la generación y difusión de conocimientos se modifican continuamente mediante el establecimiento de vínculos con conjuntos de aportaciones de conocimientos más amplios y alternativos.

- Se reconceptualizan los productos y los mercados.
- Se mejoran los mecanismos para la financiación inicial, la toma de riesgos y el espíritu empresarial.
- Las viejas instituciones y organizaciones se transforman mediante el aprendizaje y el desaprendizaje de hábitos y prácticas anteriores.

Para lograr estas oportunidades la región tiene que desarrollar una iniciativa de clúster, formal o informal, el clúster recibe una dirección común y estabilidad interna. Cuando el proceso es formal, se puede promover una visión y una estrategia a largo plazo mediante la creación de redes y la colaboración, posiblemente respaldada por evaluaciones que sirvan para inspirar mejoras continuas a lo largo del ciclo de vida del clúster. Según Andersson (2004) hay cuatro fases del proceso de desarrollo de un clúster de innovación:

1. **Creación de confianza y capital social:** el primer paso es preparar el terreno para la iniciativa del clúster. El proceso de comunicación se inicia con el conocimiento de los posibles beneficios mutuos de la agrupación entre los actores clave relevantes. La comunicación abierta y la transparencia entre los actores clave es un componente básico tanto para estos procesos naturales como para una iniciativa de clúster, ya que es esencial para generar confianza. Así mismo ampliando el alcance del intercambio de información y el establecimiento de redes de conocimientos avanzados. Esta puede ser una tarea exigente, ya que la gestión tecnológica de los clústeres de innovación representa un sutil acto de equilibrio entre qué información compartir y cuál no compartir con contrapartes que son socios y competidores (por ejemplo, compartir patentes). Un aspecto de esto es que el clúster alcanza una masa crítica en la creación de conocimiento y lo utiliza de manera más efectiva, mientras logra evitar la autosuficiencia.

2. **Generación de vínculos y relaciones estratégicas:** la segunda fase del proceso implica definir y desarrollar vínculos estratégicos. En muchas iniciativas de clústeres, el desarrollo de vínculos de clústeres se produce a través del proceso de una auditoría de competencias: mapeando las ventajas competitivas de la región, identificando las competencias de las empresas y organizaciones participantes y determinando las brechas que existen. Una matriz de competencias puede servir como una herramienta para superar los problemas de redes entre empresas y guiar a los socios potenciales para identificar más rápidamente las posibilidades de cooperación para I + D, mercadeo, compras, etc.
3. **Definición de estrategia y visión:** en la tercera fase, las iniciativas de clúster deben desarrollar una visión, objetivos y estrategia compartidos. Un análisis estratégico de la situación actual del clúster debe involucrar la identificación de competencias medulares y brechas estratégicas. Los posibles desarrollos futuros del clúster podrían sustentarse en la construcción de escenarios y la estrategia del clúster debería desarrollarse sobre la base de un análisis FODA.
4. **Implementación de la estrategia y plan de acción:** en la última fase del desarrollo del clúster el objetivo es implementar, controlar y revisar el plan de acción estratégico de acuerdo con la estrategia del clúster acordada. Las acciones de clúster estructuradas a continuación suelen tener varios propósitos y pueden emprenderse a lo largo del ciclo de vida de un clúster de innovación:
  - **Desarrollar nuevo conocimiento y nuevas tecnologías:** Organizar eventos, seminarios y talleres para facilitar la difusión de tecnología dentro del clúster. Crear un observatorio de tendencias técnicas (vigilancia tecnológica) y establecer centros de transferencia de tecnología.
  - **Crecimiento empresarial:** Apoyar las incubadoras basadas en clústeres y fomentar las redes de emprendedores. Establecer una oficina de administración de clústeres para

brindar asistencia comercial. Atraer nuevas empresas y mejorar el financiamiento (financiamiento semilla e IED)

- **Creación de redes y vínculos entre actores:** Formar equipos de grupos de actores cruzados y facilite conexiones externas (regionales e internacionales). Desarrollar proyectos conjuntos de I + D y establecer estándares técnicos.

- **Formación del clúster:** Realizar análisis comparativos (*Benchmarking*) con clústeres nacionales e internacionales similares. Crear o formalizar una unidad de gestión de clúster y desarrollar canales de comunicación. Mejorar la conciencia de las empresas sobre el clúster y facilitar la interacción entre las diferentes áreas del gobierno y los actores del clúster. Crear una marca para la región y promover activamente el clúster.

- **Condiciones del mercado:** Desarrollar la fuerza laboral regional, proporcionar gestión y formación técnica y atraer talento a la región. Crear incentivos para la inversión en proyectos conjuntos entre las empresas. Desarrollar actividades de mercadeo para promover los productos y servicios y generar nuevos mercados para la aplicación de las tecnologías avanzadas.

- **Marco institucional y social del clúster:** Mejorar el marco legal y normativo. Desarrollar infraestructura nueva o existente. Fomentar la expansión de las redes personales y las comunicaciones y redes entre empresas.

El grado de formalización de estas actividades varía en la práctica, y la forma en que se manejan también estará influenciada por el actor específico a cargo.

### **Política para desarrollar iniciativas de clústeres de innovación emergentes.**

Una política de clústeres es una expresión de compromiso político, compuesta por un conjunto de intervenciones de políticas gubernamentales específicas que tienen como objetivo fortalecer los clústeres existentes y facilitar la aparición de nuevos. Deben verse como una política marco

que abre el camino a la dinámica ascendente que se observa en las iniciativas de clústeres. La política de clústeres tiene como objetivo establecer un ecosistema empresarial favorable para la innovación y el espíritu empresarial en el que puedan surgir nuevos ganadores y, por lo tanto, apoyar el desarrollo de nuevas cadenas de valor industriales (Meier Zu Koecker et al. 2016). Las iniciativas de clústeres son esfuerzos organizados para apoyar la competitividad de un clúster y, por lo tanto, consisten en acciones prácticas relacionadas con la capacidad de estos clústeres para autoorganizarse y, cada vez más, para dar forma proactiva al futuro del clúster. Suelen seguir un enfoque de abajo hacia arriba y a menudo son gestionados por intermediarios de pymes especializados, como las organizaciones de clústeres, que son entidades que apoyan el fortalecimiento de la colaboración, la creación de redes y el aprendizaje en los clústeres de innovación y actúan como proveedores de apoyo a la innovación proporcionando o canalizando productos especializados y personalizados servicios de apoyo empresarial para estimular las actividades de innovación. El objetivo central de las políticas de innovación es apoyar el potencial endógeno regional fomentando la difusión de nuevas tecnologías tanto desde las universidades y los establecimientos públicos de investigación hacia las PYMEs, entre las PYMEs y las grandes empresas (cooperación vertical) y entre las propias pymes (cooperación horizontal).

La visión sistémica y estratégica necesaria para una política de clústeres en la fase de aparición de clústeres puede ser proporcionada por el concepto de **Especialización Inteligente** mediante el cual una región se somete a un proceso de búsqueda y descubrimiento empresarial para descubrir qué hace mejor. Además, desarrolla sus ventajas competitivas y las oportunidades de innovación relacionadas, y trabaja para desarrollar hojas de ruta conjuntas y alinear las agendas de inversión. El fundamento de la Especialización Inteligente es construir sobre las estructuras existentes y transformarlas con la ayuda de actividades de exploración, investigación y emprendimiento nuevas pero relacionadas (Foray, 2015, p. 11). Este concepto

debe tener el potencial de transformar las estructuras económicas regionales existentes a través de la selección y priorización de campos o áreas que forman parte de un clúster en el que los emprendedores juegan un papel clave ya que se supone que deben descubrir los dominios apropiados para el futuro. El papel del gobierno en este contexto es el de un habilitador que brinda incentivos y alienta a los empresarios y otras organizaciones, como universidades e institutos de investigación, a involucrarse en la identificación de las especializaciones de las regiones. Es fundamental que las prioridades se establezcan y respalden a través de una agenda de inversión específica vinculada a estas especializaciones emergentes. La especialización inteligente es un concepto importante para una política de innovación mejor y más específica para el desarrollo de las economías regionales (Meier Zu Koecker et al. 2016). Como síntesis ellos:

- centrar el apoyo de las políticas y la inversión en prioridades, desafíos y necesidades regionales clave para el desarrollo basado en el conocimiento;
- aprovechar las fortalezas, las ventajas competitivas y el potencial de excelencia de cada región;
- apoyar la innovación tecnológica y basada en la práctica y tener como objetivo estimular la inversión del sector privado;
- involucrar plenamente a las partes interesadas y fomentar todas las formas de innovación y experimentación; y
- se basan en evidencias e incluyen sistemas sólidos de seguimiento y evaluación.

No se trata solo de tener una industria importante en una economía regional (como el sector agrícola, pecuario e industria de alimentos), sino de una diversificación inteligente con la ayuda de nuevas tecnologías (biotecnología), para que las industrias existentes sean más competitivas. Por lo tanto, un papel clave para la organización de clústeres emergentes es facilitar la creación de nuevas cadenas de valor conectando empresas de diferentes sectores y

subsectores que tienen la necesidad de ascender en la nueva cadena de valor. Las organizaciones de clústeres de innovación deben aprovechar su fuerza y conocimiento local y tener la ambición de desarrollar una posición en una industria emergente en lugar de permanecer en una industria existente. La característica más importante para una organización de clúster emergente no son sus fortalezas actuales, sino la capacidad de capturar cambios vitales en el clúster y adaptarse rápidamente a ellos para transformarse y sobrevivir (EFCEI 2013). Cada región debe "identificar prioridades de transformación que reflejen y amplifiquen las estructuras y competencias locales existentes y, por lo tanto, produzcan ventajas competitivas originales y únicas" (Foray, 2015).

**Uso de iniciativas de clústeres para impulsar el espíritu empresarial e innovación en PYMEs.** Una fuerte demanda del mercado y una nueva tecnología disponible son necesarias para la creación de nuevas actividades. Sin embargo, muchas veces estos no son suficientes para estimular el desarrollo de un clúster emergente, que requiere un entorno receptivo abierto al cambio, rico en espíritu emprendedor y con un entorno empresarial sin serios obstáculos para la creación y expansión de nuevos negocios. El grado de disposición y receptividad de un territorio y comunidad empresarial para facilitar el desarrollo de nuevas actividades tiene mucho que ver con la cultura empresarial del tejido empresarial presente en el territorio. Los grados de confianza mutua de la comunidad, su propensión al riesgo o su actitud positiva o tolerancia al fracaso juegan un papel clave en este proceso. Las competencias dentro de las empresas y la flexibilidad para utilizar estas competencias de nuevas formas también son clave. Debe destacarse el papel de las empresas medianas establecidas, ya que tienen la capacidad y los recursos financieros para responder a nuevas oportunidades y crear un número significativo de nuevos puestos de trabajo. Las iniciativas de clústeres podrían impulsar el espíritu empresarial y la capacidad de innovación en las PYMEs en industrias

emergentes, pero esto requiere el desarrollo de los siguientes factores principales (EFCEI 2013):

**Innovación abierta.** El conocimiento se desarrolla cuando diferentes actores colaboran y contribuir activamente a la adquisición de conocimientos. Este proceso requiere la interacción entre jugadores que pueden provenir de una amplia variedad de áreas diferentes, cada uno de los cuales tiene conocimientos en su propio campo. Se trata de fomentar la innovación y desarrollar y compartir conocimientos. El flujo de conocimiento tácito es crucial. Debe fomentarse la competencia entre empresas y utilizarse la rivalidad para impulsar la comercialización de ideas innovadoras. Para fomentar la innovación abierta se necesita una nueva mentalidad, junto con historias de éxito para demostrar la viabilidad del concepto y, en cierta medida, un marco regulatorio y un tiempo.

Las **organizaciones de clústeres** deben desempeñar un papel importante como agentes de cambio en el desarrollo de nuevas cadenas de valor en industrias emergentes. Las organizaciones de clústeres son plataformas organizativas creadas para aumentar la competitividad de un clúster emergente. Las organizaciones de clúster deben identificar iniciativas específicas de innovación abierta y apoyar el proceso. Facilitan la acción colectiva dentro del clúster y brindan una manera de aprovechar las herramientas que el gobierno proporciona en diferentes niveles para el clúster. Estas organizaciones brindan a las empresas del clúster acceso a todos los programas gubernamentales relevantes y dependen para su financiamiento de su capacidad para movilizar actividades del sector privado que brinden cofinanciamiento. Las organizaciones de clústeres son un instrumento clave para ayudar a las PYMEs a abordar la transformación industrial y ayudar a las industrias emergentes a desarrollarse. La naturaleza de las innovaciones y cómo surgen está cambiando continuamente. Los participantes del clúster, como las PYMEs, pueden capitalizar los servicios

del clúster, con el fin de seguir siendo competitivos en las industrias emergentes o ingresar con éxito en nuevas cadenas de valor globales (Meier Zu Koecker et al. 2016).

**Asociatividad.** Las industrias emergentes “exigen” la capacidad de combinar las competencias de diferentes empresas de manera innovadora. Las organizaciones de clúster deben tener la capacidad de ayudar a sus empresas miembro a vincular sus competencias. Obviamente, primero tienen que ser conscientes y comprender las competencias existentes, así como el potencial de las nuevas competencias, para poder vincularlas entre sectores. Dado que las cadenas de valor en industrias de alta tecnología como la biotecnología son internacionales, la organización del clúster debe poder operar internacionalmente. Por lo tanto, se requiere un nivel básico de conocimientos y habilidades calificados internacionalmente para trabajar en clústeres de innovación emergentes, además de la capacidad de identificar la necesidad de habilidades, combinando y atrayendo talento y efectuando acciones colaborativas entre diferentes capacidades.

**Excelencia en Gerencia.** Los directivos a nivel de clúster tienen que ser excelentes en la creación de nuevos modelos de negocio que aporten valor añadido a las empresas. Para profesionalizar la gestión de las empresas miembro en clústeres emergentes, el sistema educativo necesita promover la formación ejecutiva específica sobre cómo crear nuevos vínculos. Las autoridades regionales y locales, junto con las empresas, deberían trabajar para ofrecer formación a medida en cooperación con las escuelas de negocios para el personal de la empresa sobre este tema. Los programas educativos deberían centrarse en estimular el intercambio de conocimientos y desarrollar habilidades internacionales en lugar de teorías y en fórmulas innovadoras capaces de combinar la formación en el trabajo y la educación impulsada por el espíritu empresarial.

**Integración del clúster de innovación emergente en un sistema de innovación regional.** El enfoque de los Sistemas Regionales de Innovación (SRI) tiene como objetivo ampliar el alcance del hacedor de políticas para abarcar los factores y reformas que pueden ser más importantes para liberar el potencial de innovación. Ha contribuido a la comprensión de la innovación como un proceso al prestar atención a los vínculos entre diferentes tipos de arreglos institucionales, formas organizativas y configuraciones de relaciones entre individuos y organizaciones. Un SRI tiene características en común con el concepto de clúster de innovación, pero los diferentes conceptos tienen sus respectivos pros y contras y deben tratarse como parte de un enfoque de sistema integrado y dinámico. En cierto sentido, el concepto de clúster es más restringido en su definición que el de sistemas de innovación, ya que está delimitado funcionalmente. Mientras que un clúster consta de actores interconectados y ubicados en un campo particular, un sistema de innovación sirve como marco para la creación de capacidades para empresas en una variedad de sectores y actividades. Además, generalmente se considera que el concepto de clúster tiene una definición más exigente, mientras que la noción de un sistema de innovación es tan vaga que puede interpretarse que aparece en casi todas partes (Meier Zu Koecker et al. 2016). La Figura 1.1 proporciona una ilustración (Cooke y Piccaluga 2004) de lo que comúnmente se considera parte de un SRI, y algunas de las formas en que estos componentes se consideran interrelacionados.

Los clústeres son subsistemas de un SRI y, a menudo, desempeñan un papel importante, ya que sirven como base para sus procesos interactivos, quizás más efectivos e intensivos. Sin embargo, la diferencia más importante es probablemente que los conceptos colocan la atención de manera diferente. El de los clústeres se centra en la forma en que las micro interacciones que ocurren día a día configuran las relaciones competitivas, teniendo en cuenta los mercados, proveedores, socios, etc. El de los sistemas de innovación, en cambio, se centra en los mecanismos de generación de innovaciones, incluyendo tanto el marco macro

predominante como las estructuras de incentivos entre instituciones que son altamente específicas para la innovación (Meier Zu Koecker et al. 2016).

De esto se sigue que el enfoque de clúster tiene una tendencia natural a estar orientado a la industria y la demanda, mientras que el enfoque de sistemas de innovación se ocupa de un espectro de problemas intrínsecos que complican las fuerzas impulsoras subyacentes a la innovación. El papel de los clústeres dentro de un SRI tiende a estar más orientado a enfatizar las interacciones espontáneas y los esfuerzos concretos de las empresas, mientras que el sistema de innovación probablemente otorgue un peso relativamente mayor al papel de las instituciones públicas y las condiciones marco. Por último, los clústeres de innovación y un RIS son complementarios para forjar un marco de políticas mejor y más coherente para una competitividad y un desempeño económico más sólidos.

Desarrollar un modelo conceptual holístico e integrado requiere destilar de qué manera los tres subsistemas en un SRI (Negocios, Universidades y Actores públicos) sirven como nodos interrelacionados en procesos de clústeres de innovación emergentes que sustentan la creación de nuevas empresas y el establecimiento de masa crítica. El modelo conceptual debe ser no lineal, no estático y que se centre en la interacción entre, dentro y superpuestos de los actores para impulsar la innovación. Con este objetivo los siguientes capítulos se enfocaron en la descripción de tres modelos (Modelo Clúster de Innovación, Modelo de Impacto del Clúster a la Innovación y Modelo de Competitividad Sistémica) con la integración en un Macro Modelo de factores de éxito.

### **3.2.3 Modelo Clúster de Innovación**

Al efectuar el análisis de una región económica, se logra determinar los componentes que dimensionan el desarrollo de la competitividad de la región. En el concepto de región

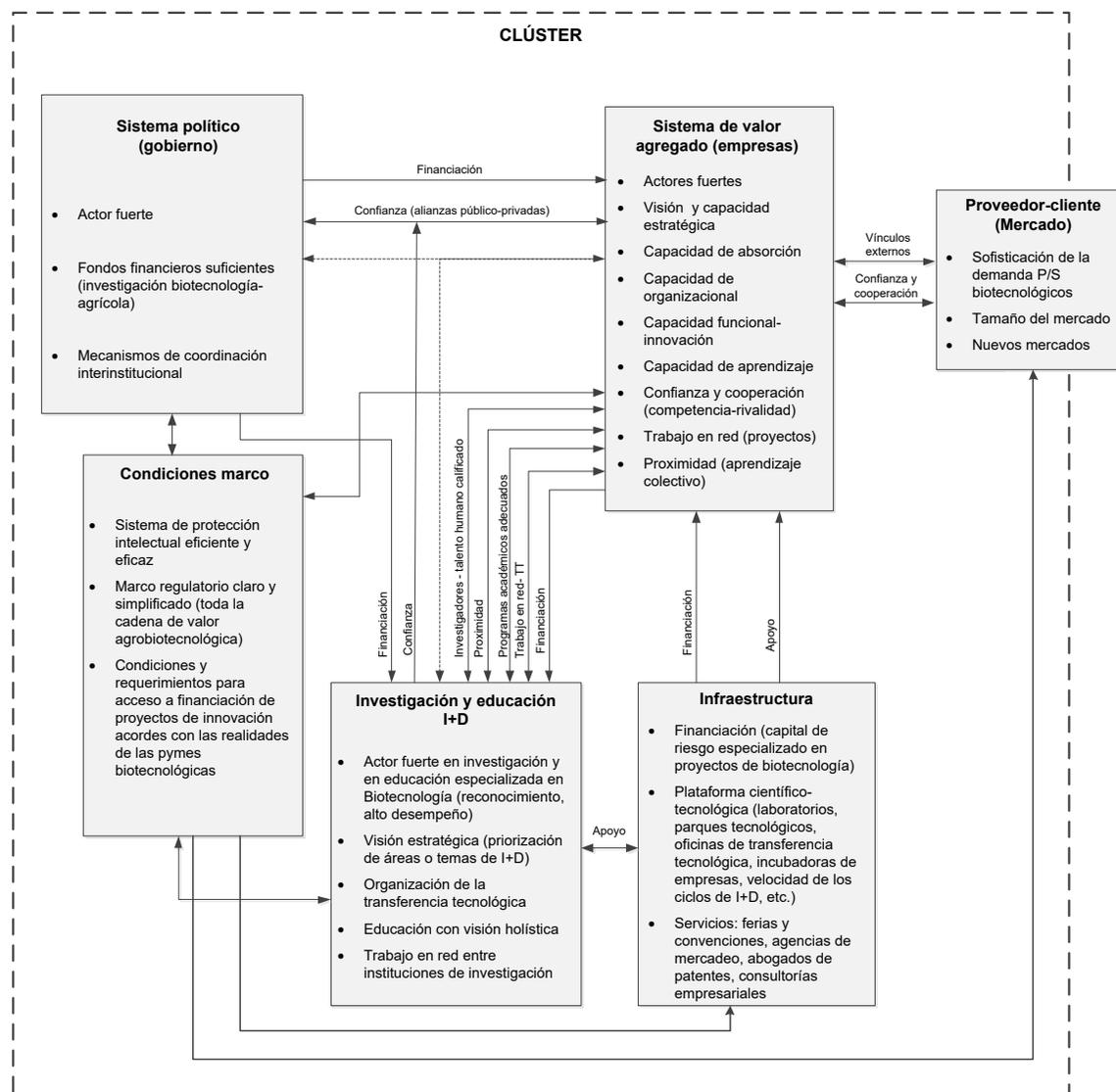
económica, se concibe la región como soporte sistémico en donde surgen los procesos productivos, paralelamente se materializan procesos de competitividad. Así, la región se transforma en actor indirecto de la competitividad al proveer el incremento de productividad con beneficios tales como reducir costos de las negociaciones, consentir la circulación del conocimiento, estimular la comunicación de manera abierta, siendo actor indirecto de la competitividad, conteniendo una cultura con la que se identifica la región, de esta manera los contrastes de las regiones transforman los procesos productivos (Boisier, 2001).

La innovación y su uso comercial se crean a través de fenómenos complejos de interacción, cooperación y vinculación entre los actores regionales principales en un clúster de innovación (comparar capítulo 1.2.1):

El Modelo Clúster de Innovación es una ampliación del Modelo de Impacto del Clúster de Biotecnología a la Innovación y toma elementos de la estructura de un sistema clúster de innovación de Kuhlmann y Arnold (2001). El Modelo Clúster de Innovación presenta los factores de éxito de los elementos estructurales: competencias de los actores (Sistema político, Sistema de valor agregado, Investigación y Educación, Intermediario), infraestructura, condiciones marco o reglas de juego; y sus interacciones que se encuentran mediadas por factores de éxito, como se aprecia en la Figura 3.4.

Figura 3.4

Modelo Clúster de Innovación



Fuente: basado en Tavassoli y Tsagdis (2014), Jenson et al. (2016) y Kuhlmann y Arnold (2001)

3.2.4 Modelo de impacto del clúster a la innovación

La importancia de la trasmisión de conocimiento, conjunto con la innovación, se han transformado en manifestación básica para el desarrollo económico de la sociedad actual. La innovación continua es una condición para la competitividad sostenible de las regiones y las

naciones. Vargas (2008) reconoce tres principios determinantes en un sistema de la innovación:

- Pluralidad de las fuentes de innovación, a través de la diversidad en los actores que se integran a los procesos de creación y transmisión innovadora. Tanto es así, es crucial la contribución de las empresas sin distinción de tamaño; instituciones académicas oficiales y privadas especializadas; investigadores autónomos y grupos de investigación; incluidos clientes y organizaciones no gubernamentales que contribuyen a organizar la agenda de innovación, siendo significativa la calidad, la suficiencia innovadora particular como la variedad de los actores.

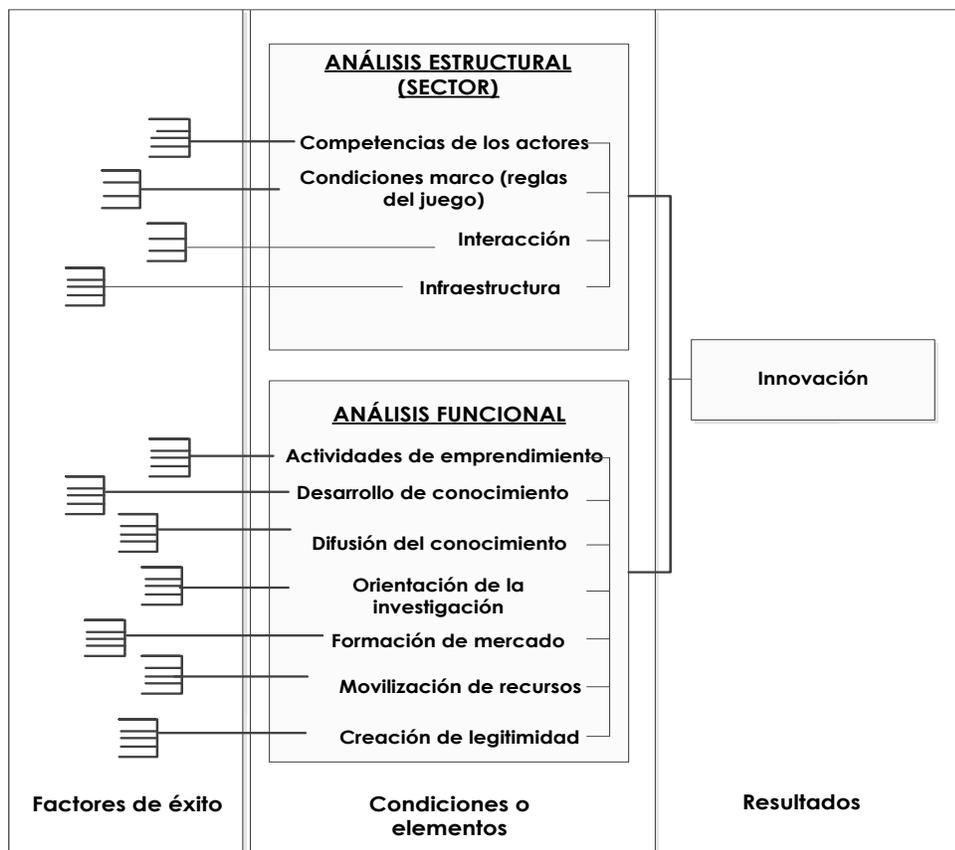
- Movilización cognitiva, hace referencia a la descentralización de la fuerza innovadora hacia actores aledaños o que no han hecho parte del proceso, permitiendo una movilización superior de agentes idóneos. De manera que, el desafío del gestor reside en estimular la intervención de los actores más avanzados y estimular a los menos avanzados para que acopien facultades innovadoras, reduciendo la desigualdad.

- Innovación de las organizaciones, el talento de las organizaciones tanto públicas como privadas para realizar cambios que conlleven dificultad, pero aun así con flexibilidad, diversificada, y su estrategia encaminada hacia la innovación.

Este Modelo es una versión casi idéntica del modelo de medición del desempeño en innovación de Jenson et al. (2016), solo se excluye el componente “mercados” del análisis estructural del sector debido a que se le considera un elemento externo a este (el nivel de influencia y control difiere al de las demás dimensiones estructurales) y por la disponibilidad de información sobre los mercados para el sector biotecnológico de Colombia. La definición de las dimensiones estructural y funcional se describe en la sección 1.3.2.

**Figura 3.5**

*Modelo de impacto a la innovación*



Fuente: Basado en Jenson et al. (2016)

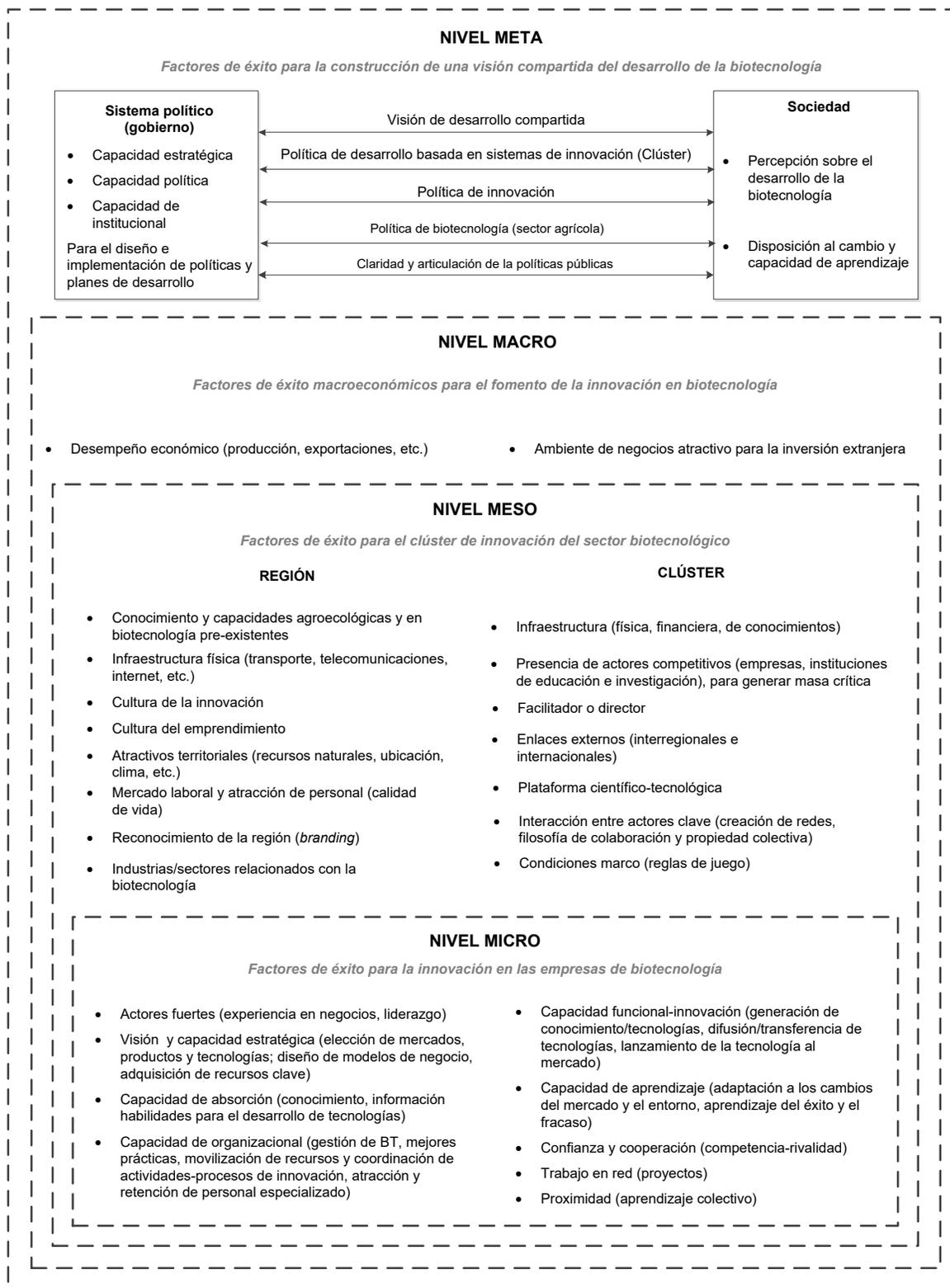
### **3.2.5 Modelo de Competitividad Sistémica como marco de actuación del clúster de biotecnología**

Este modelo organiza y categoriza los factores de éxito en cuatro niveles Meta, Macro, Meso y Micro (sección 1.6). El Modelo basado en la Competitividad Sistémica permite identificar los factores de éxito de mayor alcance, que posibilitan u obstaculizan el establecimiento de clústeres de biotecnología, de carácter exógeno y endógeno al clúster.

Adicionalmente, el Modelo basado en la Competitividad Sistémica introduce factores de éxito de orden regional (territorial). (Ver Figura 3.6).

**Figura 3.6**

*Modelo basado en la Competitividad Sistémica*



Nota: basado en Esser et al. (1996) y en Carlsson et al. (2002)

De acuerdo con la Figura 3.6, el nivel Meta reúne los factores de éxito para la construcción de una visión compartida del desarrollo de la biotecnología; en el nivel Macro se encuentran los factores de éxito macroeconómicos para el fomento de la innovación en biotecnología; en el nivel Meso se agrupan los factores de éxito de la región y el clúster de innovación en el sector biotecnológico; finalmente, el nivel Micro da cuenta de los factores de éxito para la innovación en las empresas de biotecnología.

De manera similar, en reconocimiento de la complejidad del objeto de estudio resulta pertinente diseñar diferentes modelos conceptuales que representen las dimensiones de la investigación y al mismo tiempo las sinteticen en un macro modelo integrado.

A continuación, se presentan tres modelos de factores de éxito, resultantes de la revisión teórica y del contexto sectorial de los clústeres de biotecnología y agrobiotecnología. Estos modelos de factores de éxito los agrupan por categorías. En los modelos algunos factores de éxito se repiten y otros se complementan.

### **3.2.6 Macro Modelo de Factores de Éxito**

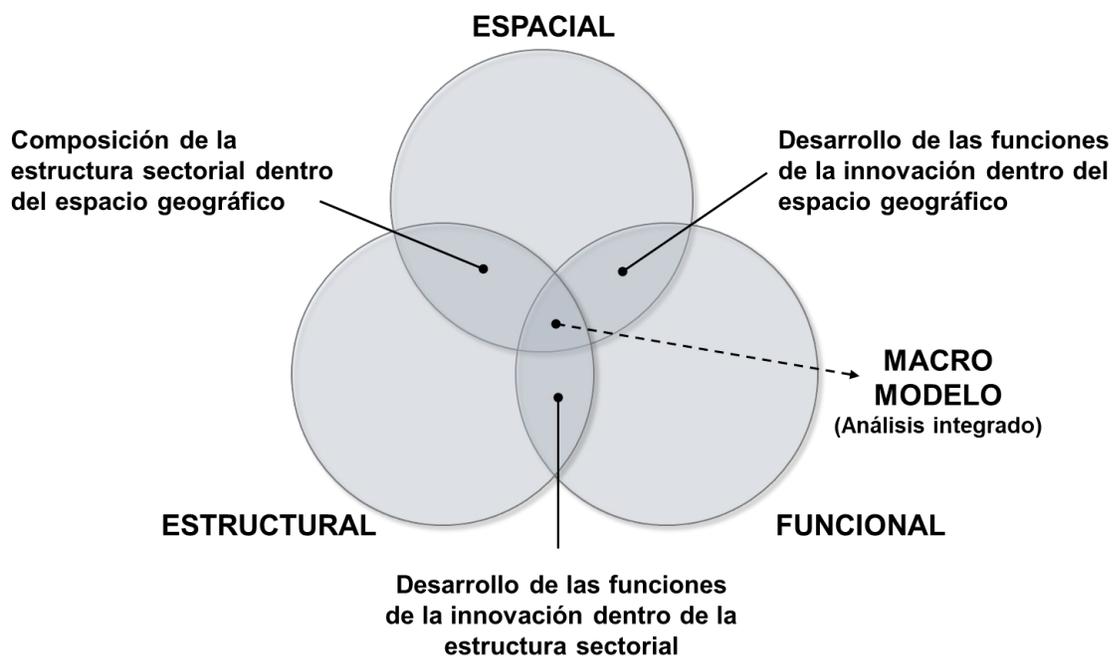
Los anteriores tres modelos ofrecen tres miradas complementarias para el análisis de los factores de éxito. Debido a que varios de estos factores se encuentran presentes en los tres modelos, resulta para efectos prácticos, conveniente fusionarlos en un solo modelo que contemple las tres dimensiones que delimitan a los sistemas de innovación: Espacial, Sectorial o Estructural y Funcional (Tabla 1.1, Figura 3.7, Figura 3.8).

El Macro Modelo de Factores de Éxito reúne en tres categorías de análisis los constructos que agrupan y categorizan a los factores de éxito. Las tres categorías de análisis son: Análisis Espacial, Análisis Estructural y Análisis Funcional (Figura 3.7). El Análisis Espacial centra su atención en las particularidades del territorio en el que se desarrolla la iniciativa

clúster, por lo tanto, sus constructos abarcan temas políticos, sociales, económicos-empresariales, dotación de recursos e infraestructura. El Análisis Estructural trata sobre los componentes del sector, entre ellos se encuentra, los actores y sus interacciones, la infraestructura y las condiciones marco que rigen la conducta del sector. Y el Análisis Funcional determina las funciones que deben efectuarse durante todo el ciclo de vida de las innovaciones, desde el desarrollo de conocimiento hasta la formación de mercados y creación de legitimidad de las innovaciones.

**Figura 3.7**

*Articulación de las dimensiones, análisis integrado*



Fuente: Autor, 2020

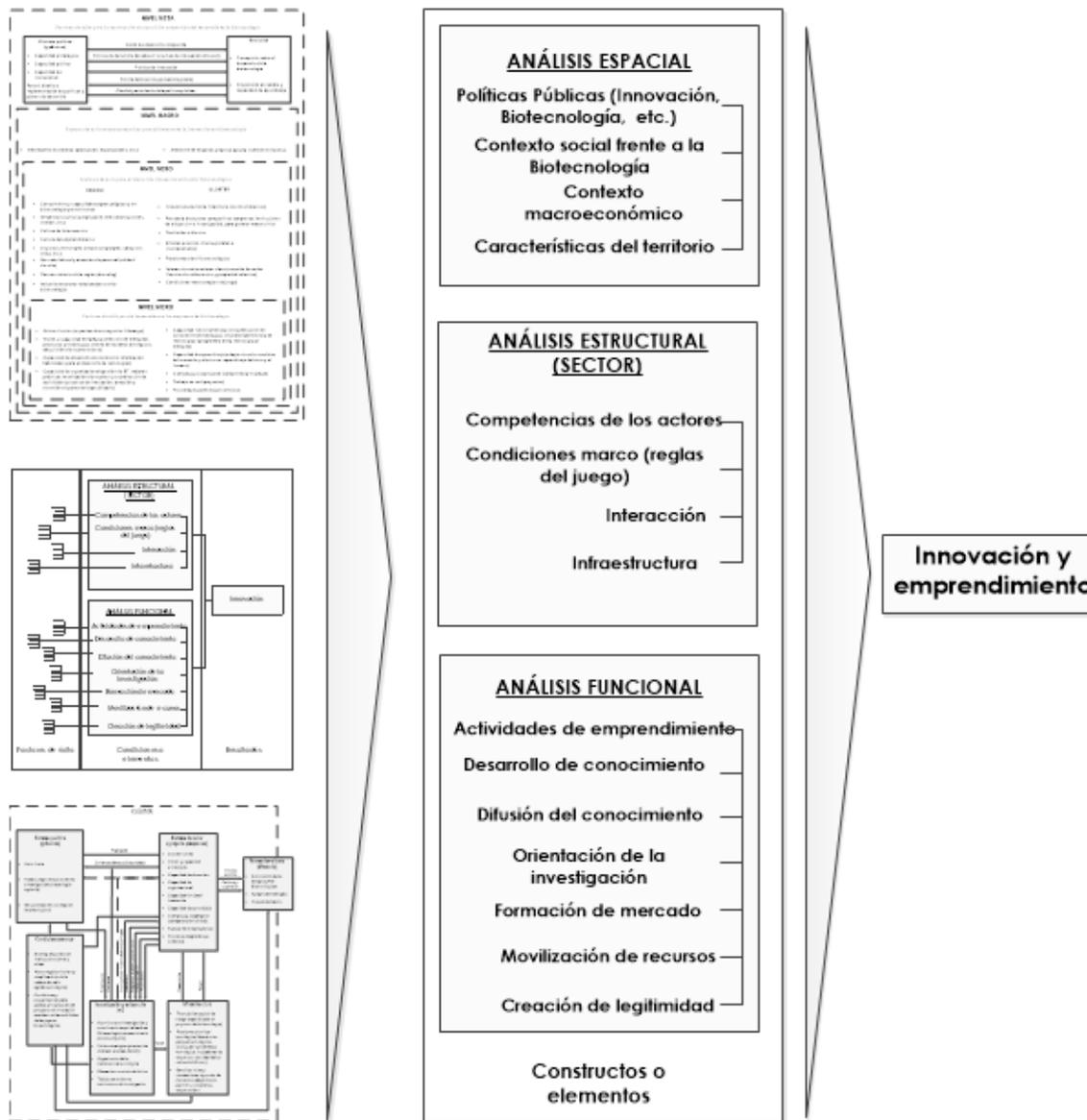
Como lo ilustra la Figura 3.7, existen intersecciones entre las dimensiones de análisis que dan cuenta de la naturaleza compleja del objeto de estudio. La articulación entre el Análisis Espacial y el Análisis Funcional permite entender cómo se desarrollan las funciones de la innovación dentro de un espacio geográfico particular; la articulación entre el Análisis Espacial

y el Análisis Estructural indica que existe una composición estructural del sector dentro del territorio de estudio; y finalmente, la articulación entre el Análisis Estructural y el Análisis Funcional señala que desarrollo de las funciones de la innovación dentro de una estructura sectorial específica. Estas tres articulaciones se abordan en un Macro Modelo de Factores de Éxito que facilita la realización de un análisis integrado (Figura 3.8).

Los quince (15) constructos resultantes de las tres categorías de análisis concentran y sintetizan los factores de éxito identificados en los capítulos 1 y 2 (Figura 3.8).

**Figura 3.8**

*Macro Modelo de Factores de Éxito*



Nota: Elaboración propia

**Análisis Espacial:** En este enfoque se identificaron los siguientes factores de éxito para cada constructo:

1. *Políticas públicas.* Dentro de los lineamientos que condicionan la existencia de los clústeres se encuentran las políticas e incentivos para el desarrollo (Ketels, 2003), en particular: la política de desarrollo basada en sistemas de innovación, una visión de

desarrollo compartida (biotecnología), la política de innovación, y la claridad y articulación de las políticas públicas.

2. *Contexto social frente a la biotecnología.* Los aspectos sociales más relevantes para esta investigación son: la percepción sobre el desarrollo de la biotecnología y la disposición al cambio (Esser et al., 1996).
3. *Contexto macroeconómico.* Algunos factores relevantes del entorno macroeconómico son: el desempeño económico, los índices de producción, las exportaciones y el ambiente de negocios.
4. *Características del territorio.* Las condiciones territoriales que afectan a los clústeres del campo de estudio de esta investigación son: el conocimiento y capacidades agroecológicas y en biotecnología pre-existentes, la infraestructura física, la cultura de la innovación, la cultura del emprendimiento, los atractivos territoriales, la existencia de industrias/sectores relacionados con la biotecnología (Ketels, 2003; Störking, 2007), el mercado laboral y la atracción de personal (Brenner & Greif, 2006), y el reconocimiento de la región (*branding*).

**Análisis Estructural:** En este enfoque se identificaron los siguientes factores de éxito para cada constructo:

1. *Competencias de los actores.* Los actores principales del clúster son: el Sistema Político, el Sistema de Creación de Valor (empresas), las Instituciones de Educación e Investigación. Los actores deben compartir una visión de desarrollo, debe existir un facilitador o director del clúster (Ketels, 2003). El Sistema Político debe brindar apoyo al desarrollo de nuevas industrias y las iniciativas de clúster deben venir de la industria no de actores políticos (Störking, 2007), las autoridades locales deben realizar inversiones en infraestructura y disponer de capacidades organizacionales (Cooke, 2001),

capacidad estratégica y capacidad política (Esser et al., 1996). En el Sistema de Creación de Valor las empresas deben especializarse (Muscio, 2006) e igualmente deben contar con proveedores de productos y servicios especializados (Porter, 1998); también, las empresas deben contar con capacidades organizacionales o de coordinación de recursos (Carlsson et al., 2002; Cooke, 2001), capacidad para implementar mejoras prácticas (Esser et al., 1996), capacidad para cooperar y establecer alianzas, capacidad estratégica, capacidad para gestionar la innovación (Carlsson et al., 2002; Esser et al., 1996), capacidad de aprendizaje o de adaptación y capacidad de absorción (Carlsson et al., 2002). También es fundamental la figura del Facilitador o Director que coordine e integre a los actores del clúster y represente al clúster en su conjunto ante actores externos.

2. *Interacción*. Los factores de éxito que promueven la interacción entre actores son: la filosofía de colaboración y propiedad colectiva (Brenner & Greif, 2006; Cooke, 2001; Esser et al., 1996; Markusen, 1996; Porter, 1998; Tracey & Clark, 2003), la atracción de actores (Störring, 2007), los enlaces externos y el trabajo en red (Ketels, 2003).
3. *Infraestructura*. Los factores de éxito en términos de infraestructura para los clústeres de innovación son: la financiación (Cooke, 2001), una plataforma científico-tecnológica (Störring, 2007) e infraestructura de servicios (Khan & Ghani, 2004).
4. *Condiciones marco*. Los factores de éxito relacionados con las condiciones marco hacen alusión a asuntos como: el sistema de protección intelectual, el marco regulatorio (Cooke, 2001), y las condiciones y requerimientos para acceso a financiación de proyectos de innovación.

**Análisis Funcional:** Para esta dimensión los constructos son los mismos factores de éxito debido a la disponibilidad de información de los casos de estudio:

1. *Orientación de la investigación.* En este constructo contempla asuntos como: la capacidad para seleccionar estratégicamente las opciones tecnológicas a desarrollar (Hekkert et al., 2007; Jenson et al., 2016); también incluye la búsqueda de mercados, modelos de negocio y estructuras organizacionales (Bergek et al., 2008; Carlsson et al., 2002).
2. *Desarrollo de conocimiento.* Dentro del ciclo de desarrollo de conocimiento se generan procesos de creación de conocimiento (Nonaka, 1994); procesos de adopción de conocimiento (Adler, 1989) lo que implica el uso de mecanismos de aprendizaje y modificación del conocimiento adquirido para ser usado dentro de circunstancias organizacionales específicas (Bhatt, 2000); y procesos de distribución de conocimiento (Prahalad & Hamel, 1990). Algunas de las actividades involucradas en el desarrollo de conocimiento son: la investigación y el desarrollo, la consultoría y los procesos de formación, ejecutadas por profesionales y expertos técnicos como señalan Davenport, Jarvenpaa, y Beers (1996). Aspectos fundamentales para la creación de conocimiento se relacionan con la creatividad y originalidad para la solución de problemas en diferentes contextos (Bhatt, 2000), y flexibilidad adaptativa para ver la realidad desde nuevas perspectivas (Weick, 1995). Respecto a la adopción de conocimiento externo las empresas pueden optar por estrategias de imitación, replicación o sustitución (Bhatt, 2000).
3. *Difusión del conocimiento.* Dentro del clúster de innovación resulta crucial la difusión de conocimiento debido a que permite que el conocimiento no solo se concentre en los generadores del conocimiento, sino que trascienda a otros actores del clúster, quienes lo entienden y lo interpretan en su contexto organizacional particular (Bhatt, 2000). Para la adecuada difusión del conocimiento resulta fundamental la cultura organizacional

(confianza y cooperación), la cantidad de conocimiento explícito disponible y los canales de distribución (Bhatt, 2000).

4. *Actividades de emprendimiento*. Los emprendedores son actores de innovación esenciales, en este sentido, un entorno de clúster fuerte debe impulsar las actividades de emprendimiento (Delgado, Porter, & Stern, 2010). Las actividades de emprendimiento se relacionan con: la incubación de empresas, nacimiento y crecimiento de nuevas empresas (*start-ups*, *spin-off*) y fortalecimiento de las empresas existentes.
5. *Formación del mercado*. El éxito en el proceso de difusión e implementación de las innovaciones en el mercado requiere del entendimiento de los patrones de adopción de las innovaciones en el tiempo (Drury & Farhoomand, 1999). Con frecuencia las nuevas tecnologías se encuentran en desventaja con respecto a las tecnologías posicionadas en el mercado, por lo que la formación de mercado requiere de mecanismos como: la formación de nichos de mercado temporales, regímenes fiscales favorables o cuotas de consumo mínimo (Hekkert et al., 2007); también se relaciona con el grado en que la innovación satisface necesidades de los clientes potenciales y el nivel de influencia de los primeros en adoptar la innovación.
6. *Movilización de recursos*. Una de las características de los clústeres de innovación es el movimiento permanente de recursos. Se crean nuevas empresas y mueren otras. Las personas y el capital se encuentran en una búsqueda constante de oportunidades. Para la movilización de recursos se requiere de la atracción de capital, la presencia de capitalistas de riesgo, la rotación de personal dentro del clúster (movilización y reciclaje, especialmente en *start-ups*), diversidad de capacidades y experiencia del personal y procesos de innovación abierta (Engel, 2014).

7. *Creación de legitimidad.* El éxito de las innovaciones depende de las estrategias de legitimación adoptadas, que pueden tener fuentes internas o externas. Las nuevas empresas adquieren legitimidad ante el mercado al formar alianzas con empresas establecidas, otras al crear un historial de lanzamientos de productos exitosos o por contratar ejecutivos o científicos de renombre (Rao, Chandy, & Prabhu, 2008), o por la obtención de certificados y premios.

La sección 1.3 presenta información adicional sobre los elementos estructurales y funcionales de los sistemas de innovación.

### 3.3 Metodología de estudio de casos

La naturaleza de esta investigación es cualitativa, de tipo exploratorio-descriptivo debido a que se enfoca en la determinación de un conjunto de factores fundamentales que se caracterizan por una serie de atributos. Estos factores claves actúan de forma sinérgica para generar resultados favorables (exitosos) en el desempeño de los clústeres de innovación, en particular de los biotecnológicos (objeto de estudio).

**Tabla 3.1**

*Diseños de la investigación cualitativa*

Diseño de la investigación	Tipo de pregunta de investigación	Cuando usar cada diseño	Formas de recolección de datos	Estrategias para el análisis
Investigación narrativa	<b>Preguntas cronológicas o históricas</b> Preguntas sobre acciones o series de eventos que se desarrollan a lo largo del tiempo.	Cuando las historias detalladas contribuyen a entender el problema	Entrevistas Documentos	Cronología, elementos de una historia (relato)

Estudio de casos	<b>Preguntas descriptivas en profundidad</b> Preguntas enfocadas en el desarrollo de una comprensión profunda sobre cómo el caso o los diferentes casos proporcionan información sobre un problema.	Cuando el investigador tiene un caso delimitado por el tiempo el lugar que puede brindar información sobre el problema	Entrevistas Observaciones Documentos Artefactos	Descripción del caso y temas del caso, así como los temas de los casos cruzados
Teoría fundamentada	<b>Preguntas de proceso</b> Preguntas sobre qué teorías explican mejor las experiencias que ocurren en un periodo de tiempo o cambios que tienen etapas y fases.	Cuando no existe una teoría o las teorías existentes son inadecuadas	Principalmente entrevistas	Codificación abierta, codificación axial, codificación selectiva
Fenomenología	<b>Preguntas sobre la esencia</b> Preguntas acerca de lo que es la esencia que las personas experimentan sobre un fenómeno.	Cuando el investigador busca entender las experiencias vividas de las personas sobre un fenómeno	Principalmente entrevistas, también pueden ser considerados, observaciones	Clusterización, unidades de significado, descripción textual, descripción estructural, esencia del fenómeno
Investigación de acción participativa	<b>Preguntas de acción comunitaria</b> Preguntas sobre cómo ocurren los cambios en una comunidad.	Cuando el problema de una comunidad necesita ser dirigido para que el cambio ocurra	Depende de las necesidades de la comunidad pueden usarse instrumentos cualitativos y cuantitativos	La comunidad está involucrada en las decisiones sobre cómo analizar los datos

Nota: adaptado de Creswell, Hanson, Clark Plano, y Morales (2007)

Con base en las características de los diseños de la investigación cualitativa (Tabla 3.1) y el objetivo de la investigación se ha seleccionado la metodología de estudio de casos debido a que permite investigar problemas contemporáneos en contextos reales, en donde las variables a estudiar superan la información disponible, lo que exige la indagación de múltiples fuentes de evidencia y el desarrollo previo de un marco teórico que guíe la obtención de información en campo y contribuya al análisis de los datos (Bergen & While, 2000). El estudio de caso es idóneo para analizar en un contexto empresarial aspectos de dirección,

organización y estrategia, encaminados a establecer relaciones de causa, establecer perfiles, proponer teorías desde una perspectiva exploratoria o explicativa. (Villarreal y Landeta,2010)

Los estudios de casos corresponden a los clústeres de biotecnología en Colombia y Alemania para validar el Macro Modelo Propuesto (Figura 3.8) y analizar si su éxito está relacionado con los factores de éxito identificados. Finalmente, la discusión de la literatura similar y la literatura contradictoria permitirá explorar, en adición a la evidencia empírica recolectada, las implicaciones prácticas del Macro Modelo. La Figura 3.9 muestra el diseño de investigación que se empleará.

**Figura 3.9**

*Diseño de la investigación*



Nota: Elaboración propia, basado en (Creswell, 2014)

Los casos que se estudian en investigación pueden ser un grupo de personas, un individuo una organización o una relación social. Este tipo de estrategia de investigación, implica un análisis profundo y comprehensivo de un caso en su contexto (Ciesielska & Jemielniak, 2018).

Además, una característica de los estudios de caso es el amplio rango de técnicas de investigación combinadas con varios tipos de datos (Ciesielska & Jemielniak, 2018; Gerring, 2004; Yin, 2013). Esta variedad de herramientas y tipos de dato es propia de los estudios de casos, puesto que casi todos los estudios cualitativos recurren a varias formas de recolectar información: entrevistas, videos, fotografías observación, análisis de contenido, etc. Lo mismo

puede decirse de las preguntas que generalmente obedecen al por qué y el cómo del fenómeno de estudio (Yin, 2013). En esta investigación se tomará como referencia la definición de estudio de caso propuesta por Creswell (2007), en la que un estudio de caso es entendido como un enfoque cualitativo en el que el investigador explora un sistema delimitado (un caso) o múltiples sistemas delimitados (casos) en el tiempo, para ello hace una recolección de datos detallada y profunda que involucra múltiples fuentes de información (Ej. observaciones, entrevistas, material audiovisual, documentos y reportes), y reporta una descripción de temas basados en el caso.

Según la tipología de (Yin, 2013) corresponde a estudio de casos múltiples con una tendencia crítica, que sigue una lógica de empírica que produce resultados comparables

**Tabla 3.2**

*Metodología de estudio de casos*

<b>Paso</b>	<b>Actividad</b>
<b>1. Inicio</b>	Definición de la pregunta de investigación
	Posibles constructos a priori
<b>2. Selección de casos y expertos</b>	Sin teoría y sin hipótesis
	Especificar el sistema estudiado
	Muestreo teórico
<b>3. Creación de instrumentos y protocolos</b>	Múltiples métodos de recolección de datos
	Datos cualitativos y cuantitativos combinados
	Múltiples investigadores
<b>4. Trabajo de campo</b>	Solapar métodos de recolección y análisis, incluyendo notas de campo
	Métodos de colección de datos flexibles y oportunistas
<b>5. Análisis de datos</b>	Análisis dentro del caso
	Uso de técnicas divergentes para buscar patrones en los casos

	Para cada constructo una acumulación iterativa de la evidencia
<b>6. Dar forma a las hipótesis</b>	Reproducibilidad, no por muestreo sino por la lógica entre casos.  Buscar evidencia del porqué de las relaciones
<b>7. Integrar la literatura</b>	Comparación con la literatura en contra  Comparación con literatura similar
<b>8. Buscar un cierre</b>	Saturación teórica si es posible

Tomado de: Eisenhardt (1989)

Siguiendo estas líneas de pensamiento y el proceso de propuesto por Eisenhardt (1989), se describen a continuación las etapas que hacen parte de la metodología de investigación seleccionada (Tabla 3.2).

### **3.3.1 Inicio**

En esta etapa de preparación del estudio de casos se define las preguntas de investigación y sus objetivos relacionados.

#### **1. Preguntas de investigación**

El estudio de casos dará respuesta directa a las siguientes preguntas secundarias de la investigación: ¿Cuál es el desarrollo de cada uno de los factores de éxito en el estudio de caso?, ¿Cuáles son las dinámicas de los actores inmersos en el estudio de caso? y ¿El Macro Modelo de Factores de Éxito se ajusta a la realidad de los casos objeto de estudio?

#### **2. Objetivos del estudio de caso**

- Identificar la información relevante del desarrollo de cada uno de los factores de éxito en el estudio de caso.
- Identificar las dinámicas de los actores inmersos en estudio de caso.

- Validar el Macro Modelo de Factores de Éxito.

### **3.3.2 Selección de casos y participantes**

En un estudio de caso hay dos niveles de muestreo, uno para seleccionar los casos y otro para seleccionar las fuentes de datos dentro del caso o casos. También en la literatura se encuentran los dos tipos de muestreo más populares en metodologías cualitativas: el muestreo propositivo y el muestreo teórico (Creswell, 2007, 2014; Gentles et al. 2015; Yin, 2013).

El muestreo propositivo es definido por Yin (2011) como “la selección de participantes y fuentes de datos para ser usadas en un estudio, basado en la riqueza y la relevancia esperada de la información con respecto a las preguntas de investigación del estudio” (p.311). Además, este es uno de los métodos más comunes (Patton, 2002), y serviría para seleccionar los estudios de casos y los participantes dentro de cada caso en función del objetivo y la pregunta de investigación.

Este tipo de muestreo nace de la teoría fundamentada y es definido como un proceso en el que la recolección de los datos es orientada por la teoría en desarrollo. Su objetivo consiste en definir categorías de acuerdo con sus propiedades y dimensiones (Gentles et al., 2015). En contraste con el muestreo propositivo, el muestreo teórico puede basarse en personas, grupos, organizaciones o también en conceptos y teorías. En esta investigación se realizará un muestreo teórico como lo recomienda (Eisenhardt, 1989) para la selección de los casos y categorías que hacen parte de los clústeres de innovación en biotecnología con enfoque agrícola.

**Selección de la muestra.** En el estudio de caso la selección de la muestra debe contemplar el objetivo de la investigación, estar orientada hacia la información y al tipo de

estudio que se va a desarrollar, de manera que se aproveche al máximo la información recaudada, ya sea desde pequeñas muestras o casos únicos. Por lo anterior los casos son escogidos teniendo en cuenta su contenido informativo. Flyvbjerg (2006).

De acuerdo a la clasificación realizada por Padua (1979), con relación al tipo de muestreo, donde afirma que por lo general en los estudios de caso la muestra es no probabilística, intencional, ya que es el resultado de una elección de casos de acuerdo al criterio del investigador, quien mediante esta metodología escoge casos “típicos” de su interés. Teniendo en cuenta lo anterior la presente investigación atiende un muestreo no probabilístico, intencional de diseño múltiple.

En relación con la cantidad de casos que se deben contemplar, diversos autores han revisado la práctica de esta metodología de investigación y emiten sus conclusiones, por ejemplo, Samaja (1994 citado por Kazes, 2009) afirma. “Que, en un diseño exploratorio-descriptivo de carácter interpretativo, se puede tomar desde un solo individuo hasta unos pocos y a la vez tomar grandes cantidades en otro nivel. Esta situación permite hacer conjeturas bien fundadas acerca del universo en ese mismo nivel.” (p.8)

Kazes (2009) dice que: “La muestra en los estudios exploratorios no está regida por la exigencia de generalizar los resultados sino por la necesidad que las características de los sujetos seleccionados sean apropiadas para responder las preguntas de la investigación”

Eisenhardt, (1989), citado por Martínez 2006) expone: “el objetivo de la muestra teórica es elegir casos que probablemente pueden replicar o extenderla teoría emergente... deben adicionarse el número de casos hasta la saturación de la teoría” (p.183), en el estudio de caso no se selecciona una muestra representativa de una población sino una muestra teórica. A su vez afirma, recomienda entre cuatro y diez casos, ya que considera que con menos de cuatro

casos es difícil generar una teoría consistente, y desde la práctica resulta inconveniente.

Eisenhardt (1989:545)

Por otra parte, Patton (1990:181), citado por Martínez (2006) afirma que “no hay reglas” para el tamaño de la muestra en una investigación cualitativa. Para Perry (1998), no hay una condición clara que argumente el número de casos seleccionados en un estudio, por lo tanto, afirma que “esta decisión se deja al investigador...” Perry (1998), citado por Martínez (2006). Para establecer la cantidad de casos a estudiar es preciso determinar, el contexto, la disponibilidad y la forma de análisis a utilizar, Martínez, (2006) en la investigación que realizó sobre “El método de estudio de caso estrategia metodológica de la investigación científica” cita a Hersen & Barlow (1976) donde argumentan que para los estudios de caso múltiple se aplica la lógica de la repetición la cual se comporta de manera similar a la aplicada en los experimentos múltiples. Por medio de un ejemplo donde se contemplan tres estudios de caso, establecen que la repetición se da, cuando se obtienen resultados similares en los tres casos, aportando evidencia de que los casos tienen el mismo comportamiento.

Por lo anterior para proponer una teoría, cada caso se debe seleccionar con sumo cuidado, ya sea para vislumbrar una “repetición literal” (resultados parecidos) o una “repetición teórica” (resultados contrastantes). Teniendo en cuenta lo anterior, los autores afirman que en un diseño de caso múltiple donde se contemplan entre seis o diez casos de estudio, dos o tres de ellos serían repeticiones literales y los casos restantes (cuatro a seis) pueden tomarse como repeticiones teóricas, donde la coincidencia en sus conclusiones apoya las proposiciones iniciales del investigador. Por otra parte, cuando los resultados de los casos son opuestos es propio revisar las propuestas iniciales y probar con otro conjunto de casos. Este procedimiento de repetición permite establecer una estructura teórica sólida, donde se formulan contextos en los cuales un fenómeno específico llegue a identificarse, así la estructura teórica posibilita la generalización a nuevos casos. (Martínez, 2006, p. 165-193)

**Estudio de casos seleccionados.** Los casos que se estudiarán en esta investigación corresponden a un desarrollo conjunto de la biotecnología en Colombia<sup>8</sup> y un clúster de innovación en biotecnología en Alemania haciendo uso de un cuestionario y la documentación de los diferentes casos, para luego realizar una triangulación de los datos (Creswell, 2014) con el objetivo validar los elementos y constructos del Macro Modelo de Factores de Éxito propuesto (Figura 3.8). Esto también permitirá identificar diferencias entre los dos clústeres y posiblemente desarrollar replanteamientos y recomendaciones (Eisenhardt, 1989).

En este sentido, la **unidad de análisis** considerada se inscribe en el clúster o sistema de innovación en biotecnología del Valle del Cauca-Colombia y el Biotechpark Gatersleben-Alemania. Esto incluye a los actores del Clúster, sus dinámicas, la infraestructura que promueve el desarrollo de procesos de innovación y las condiciones marco que regulan el comportamiento de los actores. En el análisis también se incorporan elementos exógenos al Clúster que resultan determinantes para su éxito, entre ellos se encuentran las políticas públicas, el entorno macroeconómico, el contexto social y las características territoriales.

**Perfil de expertos.** La validez presente y la suficiencia de contenido para un estudio de caso, se obtiene de las entrevistas cara cara con los expertos, ya que estos suministran información viable, confiable, que se puede analizar y constatar rápidamente (Beech 2001, Sharkey y Sharples 2001).

---

<sup>8</sup> Aún no se han definido y puesto en marcha clústeres de biotecnología en Colombia. Solo existe esfuerzos de consolidación de un Sistema Regional de Innovación en Biotecnología.

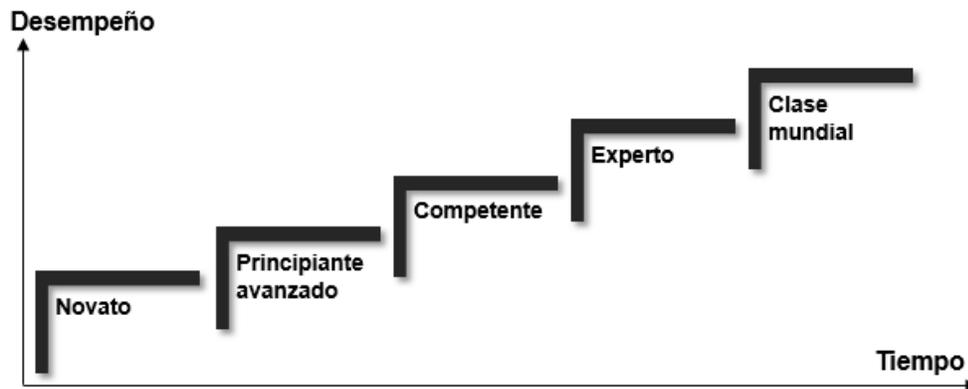
Es importante tener en cuenta que una definición muy limitante de las características del experto disminuye el tamaño de la muestra. (Duncan et al 2004). Por lo tanto, (Cantrill et al 1996, Keeney et al 2001, Kennedy 2004), sugieren ampliar características de selección donde es relevante la elección informada sobre la experiencia y el conocimiento del tema.

Existen diversos métodos para identificar si una persona es realmente un experto en su dominio, entendiendo dominio en el sentido más general que hace referencia a dominios formales como la biología o el ajedrez; y dominios informales como cocer o cocinar (Chi, 2006). Uno de estos métodos es la retrospectiva que consiste en ver qué tan aceptado es el resultado o producto para determinar si una persona es experta o no. Otro método puede ser una medida estándar, como una puntuación en un examen (Masunaga & Horn, 2001) o el resultado de un torneo de ajedrez (Jastrzembski, Charness, & Vasyukova, 2006).

Según (Chi, 2006), existen dos enfoques de estudio sobre expertos, uno denominado por la psicología como experticia absoluta o excepcional y el otro es un enfoque relativo de la experticia. En el primero, para identificar a un experto realmente excepcional se necesita una medida de desempeño para luego estudiar los aspectos innatos o de azar que lo hacen sobresalir de los demás (Simonton, 1977). En el segundo, se observa un enfoque comparativo entre novatos y expertos para distinguirlos entre sí de manera continua, es decir, que el novato puede aprender y volverse experto, y que el experto si no obtiene los mejores resultados, puede dejar de serlo (Drejer, 2001), Ver Figura 3.10.

### **Figura 3.10**

*Perfil de expertos*



Nota: Adaptado de Drejer (2001)

Desde un punto de vista organizacional, algunos autores se concentran en el desarrollo de habilidades a nivel individual. El resultado son proposiciones de modelos que pueden explicar cómo un adulto pasa de novato a experto, tal es el caso del modelo de cinco niveles de Dreyfus (2004) para el desarrollo de habilidades. Otros, como Drejer (2001) y (Drejer & Riis, 1999) ya habían explorado de este modelo para proponer un marco teórico para el desarrollo de competencias.

Para este caso se hace referencia a los elementos de experticia definidos por Quast (2018):

- **Función conceptual**, la función de servicio que cumple el experto para obtener resultados superiores a otras personas.
- La **autoridad** hace referencia a la apreciación y responsabilidad que recae en el experto y es otorgada por la sociedad, se podría decir que este es un componente de la reputación (Goldman, 2018).
- El experto es **suficientemente competente**, es decir que es capaz de mejorar la implementación social de los recursos disponibles aptos para beneficiar a un grupo de clientes o interesados.

- La **responsabilidad**, vista como un elemento multidimensional compuesto por la capacidad de racionalizar o rendir cuentas de las actividades que se realizan; luego se encuentra el debido proceso siguiendo los parámetros de un ente regulador o una agencia; y finalmente, se encuentra expuesto a sanciones morales o legales (Williams, 2013).
- La **dificultad** hace referencia al menor uso de recursos que el experto es exitoso en actividades de servicio que son comparativamente difíciles respecto a un grupo de referencia.
- El **crédito** se describe como el hecho de que este desempeño superior en actividades del dominio se atribuye a la persona por la manifestación y al desarrollo de sus competencias y no puede atribuirse al azar.

La presencia de estos seis elementos permite identificar si una persona es experta en un campo o no. Siguiendo esta línea de ideas, alguien es considerado experto en ejecutar una serie de tareas (u obtener ciertos productos) del dominio de la biotecnología si y solo si es una autoridad con respecto a la innovación biotecnológica y es suficientemente competente para llevar a cabo actividades de servicio difíciles, por las que es responsable, de manera segura y acreditable dentro de este dominio.

En este sentido se desarrolló un conjunto de factores a tener en cuenta o condiciones de experticia para los diferentes actores. Estas características permiten identificar a los principales expertos de los clústeres y podrían ser entrevistados y/o encuestados en este estudio (Tabla 3.3).

Tabla 3.3

*Factores para la identificación de expertos en los casos seleccionados*

<b>Criterios</b>	<b>Universidades e instituciones de Investigación</b>	<b>Entidades gubernamentales</b>	<b>Empresas/Emprendedores</b>
<b>Función Conceptual</b>	Realizar investigación básica y aplicada en el sector de biotecnología.	Crear las condiciones legales y financieras para fomentar el desarrollo regional y local.	Desarrollo y lanzamiento de productos biotecnológicos al mercado.
<b>Autoridad</b>	Número de patentes Número de publicaciones Número de citaciones Índice h Reconocimiento por otros expertos	Participación en la creación de legislación. Participación en decisiones financieras del sector. Reconocimiento por otros actores	Éxito de los proyectos Número de licencias Número de patentes Nuevos productos lanzados al mercado Reconocimiento en el sector privado
<b>Suficientemente competente</b>	Grado académico (Doctorado, Maestría) en el campo	Años de experiencia en el sector	Años de experiencia en el sector
<b>Responsabilidad</b>	Participación en los clústeres El rol en el clúster	Participación en el clúster El rol en el clúster	Participación en el clúster El rol en el clúster
<b>Credibilidad</b>	El rol en el clúster Impacto sobre el clúster Colaboración con otros actores	El rol en el clúster Impacto sobre el clúster Colaboración con otros actores	El rol en el clúster Impacto sobre el clúster Colaboración con otros actores

Elaboración propia

### 3.3.3 Creación de instrumentos y protocolos

La investigación busca dar respuesta a la pregunta: ¿Cuáles son los factores de éxito para el desarrollo de clústeres de biotecnología en Colombia que promuevan la innovación en las PYMEs del sector?

Para dar respuesta a la pregunta se identificaron un conjunto de factores de éxito desde la perspectiva teórica y la perspectiva práctica que constituyen el fundamento para el diseño del

modelo que se validara con los resultados del estudio de casos (consulta de fuentes primarias- encuesta- y secundarias –revisión documental).

El instrumento principal para la recolección de información de fuentes primarias de los estudios de casos es la encuesta con escala Likert que se encontrará acompañada de los comentarios de los expertos durante el proceso de calificación de las proposiciones.

**Encuesta utilizando la escala de Likert.** Con el objetivo de validar el Macro Modelo de Factores de Éxito propuesto, se utiliza un instrumento de encuesta con proposiciones que son valoradas por los expertos de acuerdo con las categorías de una escala Likert. El instrumento de encuesta inicial se construyó siguiendo los siguientes pasos: identificación de los factores de éxito y sus relaciones, determinación de los factores de éxito que se incluirán en la encuesta de acuerdo con la disponibilidad de información secundaria y con base en lo anterior se estableció al menos una proposición para cada factor de éxito seleccionado. Finalmente, la validación del instrumento se realizó a través de una prueba piloto aplicada a expertos que actuaron como jueces del instrumento (Matas, 2018).

***a. Identificación de variables (factores de éxito)***

Para la identificación de las variables (factores de éxito) de los clústeres de innovación en el sector biotecnológico se usan como constructos los elementos de la dimensión espacial, estructural y funcional de los sistemas de innovación del Macro Modelo Propuesto (Figura 3.8). La Tabla 3.4, presenta la conexión existente entre las dimensiones de análisis, los constructos y los factores de éxito asociados a estos.

Tabla 3.4

*Conexión entre dimensiones, constructos y factores de éxito*

Dimensión	Constructo	Factor de Éxito
Espacial	A. Políticas públicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Política de desarrollo basada en sistemas de innovación</li> <li>• Visión de desarrollo compartida</li> <li>• Política de innovación</li> <li>• Claridad y articulación de las políticas públicas</li> </ul>
	B. Contexto social frente a la biotecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepción sobre el desarrollo de la biotecnología</li> <li>• Disposición al cambio.</li> </ul>
	C. Contexto macroeconómico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempeño económico</li> <li>• Producción</li> <li>• Exportaciones</li> <li>• Ambiente de negocios</li> </ul>
	D. Características del territorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento y capacidades agroecológicas y en biotecnología pre-existentes</li> <li>• Infraestructura física</li> <li>• Cultura de la innovación</li> <li>• Cultura del emprendimiento</li> <li>• Atractivos territoriales</li> <li>• Industrias/sectores relacionados con la biotecnología</li> <li>• Mercado laboral y atracción de personal</li> <li>• Reconocimiento de la región (<i>branding</i>)</li> </ul>
Estructural (Sector)	A. Competencias de los actores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitador o director</li> <li>• Sistema político</li> <li>• Investigación y Educación</li> <li>• Sistema de creación de valor</li> </ul>
	B. Interacción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filosofía de colaboración y propiedad colectiva</li> <li>• Atracción de actores competitivos</li> <li>• Enlaces externos</li> <li>• Trabajo en red</li> </ul>
	C. Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiación</li> <li>• Plataforma científico-tecnológica</li> <li>• Infraestructura de servicios</li> </ul>
	D. Condiciones marco (reglas de juego)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de protección intelectual</li> <li>• Marco regulatorio</li> <li>• Condiciones y requerimientos para acceso a financiación de proyectos de innovación</li> </ul>
Funcional	<p>Orientación de la investigación</p> <p>Desarrollo de conocimiento</p> <p>Difusión del conocimiento</p> <p>Actividades de emprendimiento</p> <p>Formación del mercado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación de la investigación</li> <li>• Desarrollo de conocimiento</li> <li>• Difusión del conocimiento</li> <li>• Actividades de emprendimiento</li> <li>• Formación del mercado</li> </ul>

Dimensión	Constructo	Factor de Éxito
	Mobilización de recursos	• Mobilización de recursos
	Creación de legitimidad	• Creación de legitimidad

Fuente: Autor (2019)

- **Formulación de proposiciones.** La escala Likert es un instrumento con una escala de calificación ordinal, que permite medir las percepciones de los participantes respecto con su grado de acuerdo o desacuerdo con cada proposición o afirmación elaborada para cada factor de éxito estudiado. Para el trabajo en campo con los expertos (fuentes primarias) no se tomaron todos los factores de éxito identificados (Tabla 3.4) para construir el instrumento de recolección de información, sino que se seleccionaron aquellos factores de éxito, cuya disponibilidad y profundidad de la información provista por las fuentes secundarias no era suficiente (Tabla 3.5).
- **Vinculación lógica de los datos a las proposiciones.** Las tres dimensiones analíticas del Macro Modelo de Factores de Éxito (Figura 3.8) ordenan categóricamente los constructos y sus variables o factores de éxito, de esta manera, se construye una estructura para la recolección de la información relevante (Tabla 3.5). Las proposiciones ofrecen una guía para análisis a los aspectos fundamentales de los hallazgos. Los factores de éxito (ítems) y sus correspondientes proposiciones fueron validadas por jueces y ajustadas (ver Anexo A y Anexo B).

Tabla 3.5

*Vinculación de los factores de éxito con sus correspondientes proposiciones*

Dimensión	Constructo	Factor de Éxito	Proposición
Espacial	A. Políticas públicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Política de desarrollo basada en sistemas de innovación</li> <li>Visión de desarrollo compartida</li> <li>Política de innovación</li> <li>Claridad y articulación de las políticas públicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Políticas públicas</b> La claridad y articulación de políticas de innovación y desarrollo biotecnológico y agrícola son fundamentales en la selección de iniciativas del clúster</li> <li><b>La visión y estrategia correcta</b> La coordinación de actores claves del clúster bajo una visión y valores compartidos, es esencial para el éxito del clúster.</li> </ul>
	D. Características del territorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimiento y capacidades agroecológicas y en biotecnología pre-existentes</li> <li>Infraestructura física</li> <li>Cultura de la innovación</li> <li>Cultura del emprendimiento</li> <li>Atractivos territoriales</li> <li>Industrias/sectores relacionados con la biotecnología</li> <li>Mercado laboral y atracción de personal</li> <li>Reconocimiento de la región (<i>branding</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Conocimiento preexistente</b> El conocimiento preexistente de la región (tecnologías y otras formas de conocimiento) es una semilla importante para una iniciativa clúster.</li> <li><b>Infraestructura física</b> La inadecuada infraestructura física (Internet, transporte, TICs, etc.) de la región es un obstáculo para el desarrollo de clústeres.</li> <li><b>Cultura de emprendimiento</b> En el clúster existe una cultura de emprendimiento débil (<i>start-ups</i>, <i>spin-off</i>, instalación de empresas extranjeras) lo que impide que crezca.</li> <li><b>Mercado laboral</b> La presencia de trabajadores calificados (tecnólogos), tiene un efecto importante en el desarrollo exitoso de las PYMEs en el clúster.</li> <li><b>Buena calidad de vida</b> El atractivo de la región, donde está el clúster, atrae a talento humano externo e influye en el éxito empresarial.</li> </ul>
Estructural (Sector)	A. Competencias de los actores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facilitador o director</li> <li>Sistema político</li> <li>Investigación y Educación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Gerencia y servicios del Clúster</b> La cohesión y desarrollo del clúster necesitan de un facilitador</li> </ul>

Dimensión	Constructo	Factor de Éxito	Proposición
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema de creación de valor</li> </ul>	<p>que actué como director, administrador e interlocutor entre diferentes entidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Programas académicos</b> La comunicación y cooperación del sector empresarial y el educativo ha permitido la adaptación y/o creación de nuevos programas académicos.</li> <li><b>Calidad de la educación</b> La calidad de los egresados de las instituciones de educación se ajusta a los requerimientos de las empresas del clúster.</li> <li><b>Capacidad de innovación (I+D)</b> Los actores del clúster se caracterizan por un alto grado de apertura hacia nuevas ideas, tecnologías, etc.</li> </ul>
B. Interacción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Filosofía de colaboración y propiedad colectiva</li> <li>Atracción de actores competitivos</li> <li>Enlaces externos</li> <li>Trabajo en red</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Cultura de la colaboración (asociatividad)</b> La relación entre las empresas del clúster ha permitido crear un ambiente de colaboración y competencia (rivalidad).</li> <li><b>Actores fuertes con competitividad y competencias medulares</b> La sostenibilidad del clúster depende de su capacidad para atraer, vincular y conservar actores fuertes.</li> <li><b>Crecimiento sostenible</b> El clúster promueve el ingreso de nuevas empresas, el fortalecimiento de las existentes y la cooperación con clústeres relacionados.</li> <li><b>Enlaces externos (interregionales e internacionales)</b> Las empresas de clúster necesitan vincularse e interactuar con mercados y cadenas de valor globales para desarrollar "Spillovers".</li> </ul>

Dimensión	Constructo	Factor de Éxito	Proposición
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Redes de base tecnológica</b> Se requiere de políticas y la participación de entidades de gobierno para la creación de redes de PYMEs de base-tecnológica</li> <li>• <b>Confianza (calidad de las relaciones en la red)</b> La confianza entre los miembros del clúster (públicos-privados) ha facilitado la formación de alianzas, convenios, acuerdos, etc.</li> <li>• <b>Proximidad geográfica</b> La cercanía entre las empresas y las instituciones de investigación ha impulsado la transferencia tecnológica y el desarrollo de innovaciones.</li> </ul>
C. Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiación</li> <li>• Plataforma científico-tecnológica</li> <li>• Infraestructura de servicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiación</li> <li>• Plataforma científico-tecnológica</li> <li>• Infraestructura de servicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Financiación</b> La insuficiencia de fuentes de financiación y de apoyo gubernamental es una barrera para el desarrollo de proyectos de innovación.</li> <li>• <b>Plataforma científico-tecnológica</b> La transferencia tecnológica exitosa requiere de una plataforma científico-tecnológica que dinamice la investigación y la realización de pruebas-ensayos de los emprendedores.</li> <li>• <b>Infraestructura de servicios</b> Los servicios de agencias de mercadeo, abogados de patentes y consultorías para emprendedores, impactan significativamente el desarrollo del clúster.</li> </ul>
D. Condiciones marco (reglas de juego)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de protección intelectual</li> <li>• Marco regulatorio</li> <li>• Condiciones y requerimientos para acceso a financiación de proyectos de innovación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de protección intelectual</li> <li>• Marco regulatorio</li> <li>• Condiciones y requerimientos para acceso a financiación de proyectos de innovación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Protección de propiedad intelectual</b> La falta de experiencia sobre procesos de protección de propiedad intelectual ha llevado a la pérdida de oportunidades de negocio.</li> <li>• <b>Marco regulatorio</b></li> </ul>

Dimensión	Constructo	Factor de Éxito	Proposición
			Un marco regulatorio armónico y completo (acceso a recurso genético-comercialización) es esencial para el desarrollo de una red biotecnológica exitosa.
Funcional	Formación del mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formación del mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Demanda de productos y servicios especializados</b></li> </ul> Los mercados atendidos actualmente por las empresas del clúster tienen un nivel de sofisticación bajo.

Fuente: Autor (2019)

### ***b. Revisión del instrumento***

Después de formular las proposiciones para los factores de éxito se determinó una escala Likert de cinco categorías numeradas de 1 a 5, siendo 1: Muy en desacuerdo, 2: En desacuerdo, 3: Indiferente, 4: De acuerdo, 5: Muy de acuerdo. La encuesta se aplica como prueba piloto a un grupo de expertos que actúan como jueces (Anexo A). Después de recibir los comentarios y recomendaciones de los jueces se ajustó el instrumento de recolección de información (Anexo B).

### ***c. Formulario de recolección de información***

La versión revisada y ajustada del formulario de encuesta se aplica a los expertos de los seleccionados para el estudio de casos en Colombia y Alemania (Anexo B).

## **3.3.4 Análisis de los resultados**

**Estrategia analítica e interpretativa de los datos.** La estrategia analítica es el desarrollo del estudio de caso con base en la estructura lógica que provee el Macro Modelo de Factores de Éxito, que identifica los elementos endógenos y exógenos de la unidad de análisis, lo que permite ver el todo en sus partes constitutivas e inducir desde lo particular el

comportamiento general de la unidad de análisis. El proceso interpretativo estará acompañado del estudio semántico del discurso de los expertos respecto a sus apreciaciones sobre cada uno de las proposiciones formuladas a cada factor de éxito. El enfoque epistemológico de la complejidad permitirá realizar análisis y discusiones sobre el estudio de casos.

**Análisis de los resultados de la Encuesta con Escala Likert.** Debido a que la naturaleza de los datos recogidos con la Escala Likert es ordinal se realizarán pruebas estadísticas no paramétricas. Las categorías de ordenamiento que los participantes pueden seleccionar son: (a) Muy de acuerdo, (b) De acuerdo, (c) Indiferente, (d) En desacuerdo y (e) Muy en desacuerdo. Las distancias entre categorías son desconocidas.

Para analizar los datos de la encuesta se utilizará el análisis descriptivo y se triangularán los datos.

**Análisis descriptivo.** Este análisis consiste en describir el comportamiento de las respuestas de los expertos consultados. En especial, los factores de éxito en los que las opiniones de los participantes coinciden, lo que permite tener un mayor acercamiento en la determinación de cuáles son los factores de éxito que son críticos para el desarrollo de un clúster de biotecnología.

**Triangulación de los datos.** La triangulación hace referencia al uso de diferentes métodos o fuentes de datos en la investigación de tipo cualitativa para el objetivo de tener una comprensión completa del fenómeno de estudio. También se le utiliza como estrategia de la investigación cualitativa para verificar la validez mediante la convergencia de información de diferentes fuentes, que pueden incluir la observación, entrevistas y notas de campo. La triangulación de las fuentes de información implica la recolección de datos de diferentes

personas o grupos de personas para disponer de múltiples perspectivas y validar la información. (Carter et al. 2014).

Para esta investigación, se aplicará la triangulación de las respuestas de los expertos con los hallazgos de la revisión documental, utilizados para la construcción de cada caso con el objetivo de confirmar los resultados mediante la convergencia de diferentes perspectivas y de esta manera reducir los sesgos. La triangulación se realizará solo para los factores de éxitos en los que existe coincidencia para los dos estudios de casos, con el propósito de estandarizar el análisis.

**Síntesis.** Con el propósito de profundizar y determinar cuáles son los factores de éxito críticos para el desarrollo de clústeres en el sector biotecnológico en Colombia que contribuyan a mejorar el desempeño en innovación de las PYMEs se requiere de un diseño de la investigación que se ajuste a estos requerimientos. El capítulo inicia con el enfoque epistemológico de la Complejidad que brinda elementos para la comprensión y análisis de sistemas complejos como los clústeres. En este contexto, se selecciona la Metodología de Estudio de Casos debido a que se ajusta muy bien a las necesidades de exploración y descripción de la investigación. En este sentido, la sección 3.3.1 da inicio a la preparación de la investigación. La sección 3.3.2 presenta los criterios para la selección de los casos (Colombia y Alemania) y los participantes, quienes brindaran sus opiniones y apreciaciones sobre los factores de éxito de análisis. La sección 3.3.3 toma la estructura del Macro Modelo de Factores de Éxito para el diseño del instrumento de recolección de información de fuentes primarias, que fue validado y ajustado de acuerdo con los comentarios de los jueces consultados. Y la sección 3.3.4 finaliza con los procedimientos para el análisis de los resultados alcanzados. El siguiente

capítulo presenta los resultados y sus respectivos análisis de acuerdo con la estructura del Macro Modelo de Factores de Éxito y los procedimientos aquí establecidos.

## 4. Análisis de casos

En este capítulo se presentan los resultados y el análisis de los casos estudiados que permitirán la validación del Macro Modelo de Factores de Éxito propuesto (Figura 3-8).

### 4.1 Caso Valle del Cauca, Colombia

Figura 4.1

*Caso Valle del Cauca, Colombia*



Tomado de: Invierta en Colombia (2019)

El departamento del Valle del Cauca, y en general la región del occidente colombiano se caracteriza por su gran diversidad de recursos biológicos y genéticos, que ha favorecido la construcción de capacidades tecnológicas e institucionales en torno a la biotecnología y la

bioindustria. Estas capacidades se concentran en los centros de investigación como Cenicaña, Ceniuva, Cenicafé, Corporación Biotec y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); las universidades con programas académicos relacionados con la biotecnología y el sector agro; y las empresas alrededor de estas temáticas. (Matta Díaz et al. 2004)

#### **4.1.1 Descripción de los eventos**

Desde el año 2000, se empezaron a hacer esfuerzos por consolidar las capacidades en torno a la biotecnología aplicada a la agroindustria y bioindustria en una estructura organizada de red, la Corporación Biotec, la Cámara de Comercio de Cali, ANDI-Valle, Smurfit Cartón de Colombia, Sucromiles, Levapan, Laboratorios Recamier, 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, se agruparon con el propósito de conformar el Clúster Bioindustrial del Occidente Colombiano (CBOC) en torno a diez cadenas productivas<sup>9</sup>. El CBOC constituye una apuesta productiva de la región para generar impactos económicos, sociales y ambientales positivos, usando la biotecnología como catalizador y eje transversal de la innovación en el sector agrícola<sup>10</sup>. (Matta Díaz et al., 2004)

---

<sup>9</sup> “1) Agricultura industrial, de ciclos cortos; 2) industria agroalimentaria y agropecuaria; 3) microorganismos (levaduras) y derivados; 4) caña de azúcar; 5) frutales; 6) café; 7) forestales y maderables, industria papelera y derivados; 8) producción pesquera y aprovechamiento marino; 9) aceites, jabones e industria cosmética; y 10) productos naturales, derivados del uso sostenible de la biodiversidad” (Matta Díaz et al., 2004, p. 59). “El sector de la caña de azúcar y sus derivados, es conjuntamente con el café y sus desarrollos en el país cafetero, el sector de más avanzado desarrollo productivo tecnológico e institucional en el Valle del Cauca. Algunos de estos sectores, desde el punto de vista de sus desarrollos científicos, tecnológicos y de innovación, están vinculados como sectores de talla mundial, a redes y clubes internacionales, específicamente en desarrollos biotecnológicos, como son los casos de la caña de azúcar, el sector forestal, el sector de levaduras”. (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 262)

<sup>10</sup> En 2005 se diseñó un sistema de monitoreo para el CBOC.

Posteriormente y teniendo en cuenta los desarrollos alcanzados, se construye en 2004 la Agenda Prospectiva de Ciencia, Tecnología e Innovación del Valle del Cauca<sup>11</sup> y se acoge la estrategia Bioregión Valle del Cauca, como una de las apuestas de desarrollo para el Departamento (PERCTI, 2011), se aprueba el proyecto N.º 525-2004 “Puesta en marcha de la Estrategia de Bioregión Valle del Cauca Fase I Plan de Acción Inmediato” financiado por Colciencias. Dentro de este Proyecto se identificaron siete “sub-proyectos”<sup>12</sup> seleccionados a manera demostrativa, se realizó el proceso de articulación con la Agenda Interna para la Productividad y Competitividad del Departamento y con el apoyo de Colciencias y la Gobernación del Valle se constituyó el Consejo de la Estrategia Bioregión (CoBI), que facilitó la formulación participativa del Plan de la Estrategia Bioregión Valle del Cauca al 2019 (Arboleda et al., 2007). Entre los años 2007-2008, se da inicio a la “Puesta en marcha de la Estrategia Bioregión Valle del Cauca Fase II Plan de Acción Inmediato” con la firma del Convenio

---

<sup>11</sup> Los siete ejes prioritarios de innovación y desarrollo de la Agenda fueron: 1) Biodiversidad y Medio Ambiente, 2) Desarrollo eco-agroindustrial, 3) Salud, 4) Transporte y Logística, 5) Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, 6) Energía y Minería y 7) Realidad Social, económica y Cultural del Valle del Cauca. (Arboleda, Rodríguez, & Herrera, 2007)

<sup>12</sup> 1. “Agricultura Saludable: Reconversión agrícola para enfrentar la pobreza y el hambre”. Liderado por: Corporación BIOTEC. 2. “Banco de germoplasma de Bambusoideas del Jardín Botánico “Juan María Céspedes” con la reintroducción de ecotipos caracterizados molecularmente, para la generación de investigación e innovación, que permita mayor valor agregado para el desarrollo social y empresarial, bajo criterios de sostenibilidad”. Liderado por: INCIVA. 3. “Desarrollo de capacidades tecnológicas para la producción y transformación preindustrial de guadua en el Departamento del Valle del Cauca”. Liderado por: Pontificia Universidad Javeriana. 4. “Creación y establecimiento de un centro de excelencia en informática médica para contribuir a la solución de los problemas de salud pública prioritarios de la Costa Pacífica Colombiana”. Liderado por: Centro internacional de Vacunas. 5. “Programa estratégico para el fortalecimiento de la capacidad de investigación y desarrollo tecnológico en instituciones prestadoras del clúster exportador de salud del Valle del Cauca”. Liderado por: Pontificia Universidad Javeriana. 6. “Programa para la conservación, investigación y uso sostenible de serpientes venenosas de las familias *Viperidae* y *Elapidae* del Valle del Cauca”. Liderado por: Centro internacional de Vacunas. 7. “Disminución del impacto de las enfermedades infecciosas en la morbi-mortalidad del Valle del Cauca y Colombia, mediante alternativas innovadoras para su prevención, diagnóstico, tratamiento y control”. Liderado por: CIDEIM. (Presentación, 2008)

Interadministrativo de Cooperación Técnica entre la Gobernación del Valle-Secretaría de Planeación y la Universidad del Valle-Vicerrectoría de Investigaciones<sup>13</sup>.

Bioregión fue definida como una estrategia de desarrollo y competitividad fundamentada “en el uso sostenible de la biodiversidad, los recursos y capacidades bioindustriales y su integración intersectorial, como motor de desarrollo regional; apoyada en el sistema de innovación tecnológica, en respuesta a las necesidades y oportunidades críticas de la sociedad” (p.). Esta Estrategia se planteó como visión a 2019:

El Valle del Cauca y el Occidente colombiano son reconocidos nacional e internacionalmente por la cohesión y fortaleza, en el desarrollo de las ciencias de la vida; por el uso sostenible de la biodiversidad, la competitividad de la producción y la generación de bionegocios y por los crecientes índices de calidad ambiental y desarrollo humano. Los productos distintivos de Bioregión Valle del Cauca son símbolo de innovación tecnológica y contribución a la vida. (Arboleda et al. 2007)

Con base en los resultados alcanzados se identificó la necesidad de consolidar las condiciones apropiadas para el desarrollo y aprovechamiento de la biotecnología y las ciencias de la vida, como herramientas de desarrollo y prosperidad de la región. En este contexto, la Corporación Biotec en 2009, presenta a Colciencias la propuesta: “Sistema regional de innovación de la biotecnología para la reconversión agrícola, agroindustrial y bioindustrial del

---

<sup>13</sup> La Estrategia Bioregión es retomada en el Plan de Desarrollo Departamental 2004-2007 “Vamos Juntos por el Valle del Cauca” y fue complementada con estrategias como: a) El fortalecimiento de las cadenas productivas agroindustriales mediante una alianza estratégica entre la economía urbana y rural, b) La reactivación de la economía campesina asociada a procesos de seguridad alimentaria y agricultura orgánica, c) La planificación participativa, coordinada e integral del sector agropecuario, pesquero, forestal y turístico y d) La adecuación competitiva del territorio para constituirnos en una plataforma y en un corredor de comercio exterior que permite posicionar y sostener una oferta productiva de mayor valor agregado, a partir de la especialización en bienes y servicios que combinan insumos derivados de nuestros recursos naturales y biológicos con habilidades de transformación e interpretación de las tendencias del mercado. (Arboleda et al., 2007, p. 239)

occidente colombiano: Contribución a su consolidación”, con un doble objetivo, por un lado, el fortalecimiento institucional de la Corporación Biotec en armonía con el marco de la Ley y la política del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (SNCTI), y por el otro, la “promoción de una plataforma tecnológica asociativa para la región, soporte de un Sistema Regional de Innovación de la Biotecnología, SRIB, que vincule, potencie y optimice recursos existentes y futuros, convocando academia y centros de investigación, gobierno, empresas y cooperación nacional e internacional” (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 261).

Estos son los mayores adelantos en la generación de estructuras de organización compleja que reúne a múltiples actores de las cadenas Agrícola, Agroindustria y Bioindustria, en las que la biotecnología es interpretada como una herramienta para el avance tecnológico, económico, ambiental de estas cadenas. Aun no se ha generado una estructura de clúster de innovación en biotecnología.

A continuación, se presenta la descripción de los desarrollos alcanzados en cada uno de los factores de éxito en el Valle del Cauca, de acuerdo con las tres dimensiones analíticas del Macro Modelo de Factores de Éxito: Espacial, Estructural y Funcional<sup>14</sup>.

#### **4.1.2 Análisis Espacial**

Particularidades de los factores de éxito que se encuentran agrupados en los constructos: políticas públicas, contexto social frente a la biotecnología, contexto macroeconómico y características del territorio.

---

<sup>14</sup> A menos que se indique lo contrario, la mayor parte de la información fue tomada de los boletines institucionales de la Corporación Biotec.

**a. Políticas públicas.** Entre los años 1995 y 2000, el departamento del Valle del Cauca experimentó un “severo estancamiento” de su desarrollo que se hizo evidente en el ámbito económico, social e institucional. A fin de aclarar el panorama de desarrollo del Departamento, los diversos actores regionales trabajaron en la conformación de una **visión compartida** del deber ser del “Valle del Conocimiento” para el año 2015. En este contexto, se formuló el Plan Maestro de Desarrollo Regional, Integral, Estratégico y Prospectivo al 2015 como referente de direccionamiento basado en conocimiento y se garantizó su cumplimiento con el Gran Pacto Social. (Arboleda et al., 2007, p. 234)

La **visión de desarrollo** del Valle del Cauca a 2025 reconoce a la Ciencia, la Tecnología y la Innovación como mecanismo para la transformación productiva y social del territorio. Para lograrlo se priorizaron como focos estratégicos la Biodiversidad, cuatro sectores económicos (Agropecuario-Agroindustria, Servicios-Logística, Energía y Turismo), y dos sectores sociales (Salud y Educación). (Gobernación del Valle del Cauca, 2016, p. 30). Lo anterior, se reafirma en la nueva **visión para la competitividad, la ciencia, la tecnología y la innovación**, en ella se espera que “para el año 2032, el Valle del Cauca sea un departamento con altos índices de equidad, competitividad y sostenibilidad en Colombia, mediante la Ciencia, Tecnología e Innovación, para su transformación productiva y social con articulación regional y perspectiva global en los focos Biodiversidad, Agropecuario-Agroindustrial, Servicios-Logística, Salud, Energía Turismo y Educación” (Gobernación del Valle del Cauca, 2018).

Estos focos estratégicos guían la formulación de las Apuestas y las Líneas Programáticas de la **política de innovación** del Departamento. Estas involucran el fomento de la producción científica y la investigación; la formación de alto nivel del capital humano; la creación y el fortalecimiento de las capacidades de los centros de investigación, parques científicos y tecnológicos; el mejoramiento de la competitividad del tejido empresarial mediante la implementación de actividades de ciencia, tecnología e innovación tecnológica; el fomento de

la cultura de la CTI; la viabilización de la movilidad internacional de la comunidad académica; la generación y fortalecimiento de la innovación social; y el fortalecimiento institucional para la CTI. (Gobernación del Valle del Cauca, 2016, p. 30)

Adicionalmente, la política de innovación encuentra un marco de actuación en la **política de desarrollo basada en sistemas de innovación**. La Ley 1286 de 2009 plantea la evolución de los sistemas de investigación hacia los sistemas de innovación; igualmente, el CONPES 3582 de 2009 resalta la importancia de la construcción en red de actores claves. En este sentido, iniciativas como SRIB (Sistema Regional de Innovación en Biotecnología) contribuyen a la incorporación de conocimiento específico como factor determinante del desarrollo e innovación regional basado en recursos y capacidades territoriales como lo son la Biodiversidad y el sector Agrícola, Agroindustrial y Bioindustrial, en particular. (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 264):

Actualmente, la **visión de competitividad, ciencia, tecnología e innovación** para el año 2032 determina que “el Valle del Cauca será un departamento con altos índices de equidad, competitividad y sostenibilidad en Colombia, mediante la Ciencia, Tecnología e Innovación, para su transformación productiva y social con articulación regional y perspectiva global en los focos Biodiversidad, Agropecuario-Agroindustrial, Servicios-Logística, Salud, Energía, Turismo y Educación”. Se puede apreciar consistencia y continuidad en el escenario de desarrollo deseado para el territorio.

Los anteriores avances son algunos de los resultados de esfuerzos constantes en la **aclaración y articulación de las políticas públicas** del territorio, que interpretan el conocimiento, y la CTI como motores de cambio y desarrollo. A través de la Agenda Prospectiva de CTI se complementó el componente de CTI del Plan Maestro y se logró “articular los cuatro pactos establecidos con diversas estrategias de innovación y desarrollo”.

Posteriormente, la Gobernación de Valle, junto con otros actores regionales, formularon la Agenda Interna de Productividad y Competitividad (Arboleda et al., 2007, p. 234). Finalmente, en 2016 la Gobernación del Valle y representantes del CODECYT “reconocieron la importancia de la articulación de las Metas País con las de las regiones en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación”. La articulación “en el Valle del Cauca responde a la consideración de i) el Plan Estratégico Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PERCTI), ii) el Plan de Desarrollo Departamental, Visión Valle 2032, iii) el Plan Regional de Competitividad, iv) el Programa de Transformación Productiva (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo), v) la Agenda de Crecimiento Extraordinario y Crecimiento Regional (Innpulsa),vi) el Plan Hortofrutícola (Ministerio de Agricultura), y vii) Agendas en Ciencia, tecnología e Innovación (Ministerio de Salud y Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicación), entre otros”. (Gobernación del Valle del Cauca, 2016, p. 17)

***b. Contexto social frente a la biotecnología.*** La percepción sobre el desarrollo de la biotecnología no goza de una amplia aceptación en la sociedad colombiana (Innpulsa, 2013). En particular, en el Valle del Cauca la Corporación Biotec una serie de medidas que contribuyen a mejorar la imagen de la biotecnología en la comunidad, algunas de ellas son: las estrategias “para el fortalecimiento de la percepción pública sobre la relación entre biotecnología y competitividad y prosperidad y la articulación de las actividades relacionadas, en el entorno regional, y la toma de decisiones y acciones de política pública y estrategia privada” que hacen parte del Proyecto del Sistema regional de Innovación de la biotecnología para la agricultura, la agroindustria y la bioindustria (SRIB) (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 261); el Curso-Taller “Biotecnología para no Biotecnólogos: una oportunidad de desarrollo” que tiene por objetivo “promover la apropiación social y productiva de la biotecnología y las ciencias de la vida como herramienta de desarrollo entre actores claves de

la región, en sectores agrícolas, agroindustrial y bioindustrial”; y la realización de procesos de acompañamiento a agricultores, en sus predios, y a procesadores e innovadores de la agroindustria y la bioindustria, en diversas zonas del país.

Lo anterior ha contribuido a que la comunidad objetivo tenga una mayor **disposición al cambio** y sea más receptiva en la adopción de nuevas iniciativas. “La pertinencia del proceso SRIB en la región ha sido avalada. El proceso de cambio hacia Sistemas de innovación, parece ser una transición sin reversa, apoyados en la Ley de Ciencia, tecnología e innovación de Colombia. El cambio y adaptación requieren persistencia, insistencia y resistencia y estamos dispuestos.” (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 269). Aun sí la región sigue apoyando su economía en los sectores tradicionales.

**c. Contexto macroeconómico.** A partir de 2014, el departamento del Valle del Cauca ha experimentado un crecimiento anual del PIB superior al consolidado del PIB nacional. En 2018, la participación en el PIB nacional fue del 9,71%; para el mismo periodo las exportaciones per cápita alcanzaron los US\$394,5 y ocupó el sexto puesto en el Índice Departamental de Competitividad. Los sectores determinantes en el **desempeño económico** del departamento son de acuerdo con su participación en el PIB: comercio, hoteles y reparación (17,8%), industrias manufactureras (15,3%), administración pública y defensa (12,9%), actividades inmobiliarias (11,9%). Las actividades científicas y técnicas y el sector agropecuario aportan al PIB departamental en un 9,4% y 5,9%, respectivamente. (MINCIT, 2019). Buga, Buenaventura, Cali, Cartago, Jamundí, Palmira, Tuluá y Yumbo generan el 84% del PIB departamental (CCC, 2016).

La **producción** industrial se concentra especialmente en la fabricación/procesamiento de alimentos y bebidas, elaboración de productos químicos, producción de papel y cartón, y

elaboración de productos farmacéuticos y químicos medicinales. Respecto al sector agrícola, la caña de azúcar representa el 96% de los cultivos permanentes y el maíz el 47,6% de los cultivos transitorios del Departamento. (MINCIT, 2019). De acuerdo con el más reciente Censo Nacional Agropecuario aplicado por el DANE, se establece que el Valle del Cauca es el principal productor agrícola de Colombia y aporta el 9,6% del volumen total de la producción agrícola del país. (CCC, 2016)

Para el periodo 2011 a 2018, el Valle del Cauca reportó una participación promedio en las **exportaciones** nacionales de 4,3%. Aunque las exportaciones totales del Departamento crecieron un 5,3% de 2017 a 2018, no ocurrió lo mismo con las exportaciones de productos agroindustriales que decrecieron un 4,1%. Aun así, las exportaciones del Departamento se concentran en los sectores agroindustrial y la industria básica, con una participación del 27,5% y el 26,1, respectivamente. Los tres principales productos exportados a julio de 2019 fueron: azúcar (11,2%), café (7,4%) y artículos de confitería (5,4%). A su vez, los tres principales destinos de las exportaciones fueron: Estados Unidos (20,7%), Ecuador (19,3%) y Perú (12,3%). (MINCIT, 2019)

Respecto al **ambiente de negocios**, en 2017 el Valle del Cauca mantuvo en el sexto puesto en cuanto a las facilidades que ofrece para abrir una empresa; sin embargo, en asuntos como el pago de impuestos y la obtención de permisos de construcción, se ubicó en el puesto 23 y 31, respectivamente (MINCIT, 2019). Eventos como las Macroruedas Internacionales de Negocios abren las perspectivas de los empresarios de la región al desarrollo de nuevos negocios mediante el contacto con clientes potenciales y brindan un espacio adecuado para ofrecer sus productos y servicios.

**d. Características del territorio.** El Valle del Cauca limita al norte con Chocó y Risaralda, al este con Quindío y Tolima, al sur con Cauca y al oeste con Chocó y el Océano

Pacífico. La Isla de Malpelo se ubica dentro de su jurisdicción. La temperatura promedio de la región oscila entre los 23°C-24°C y la humedad relativa fluctúa en el rango 65%-75%.

Los recursos naturales del Departamento son los **atractivos territoriales** más importantes. Entre estos recursos se encuentran: 192 especies de reptiles (33,6% del total nacional), 130 especies de anfibios (17% del total nacional), 210 especies de mamíferos (43,8% del total nacional), 80 especies de peces (5,2% del total nacional) y 859 especies de aves (42,4% del total nacional, la misma cantidad de especies de aves de toda Norteamérica). De acuerdo con Encuesta Nacional Agropecuaria–2016, el Departamento es el principal productor de frutales del país (piña, papaya, manzana, melón, sandía etc.) con una participación del 20% del total nacional; igualmente, produce el 14,1% del banano, 11,8% de la caña de azúcar, 11,1% del aguacate y 9,1% del café de todo el país. (CRC, 2017)

En este sentido, el Valle del Cauca es reconocido por ser uno de los departamentos cuya actividad económica depende en gran medida del uso de sus recursos biológicos, su aprovechamiento junto con los esfuerzos del tejido empresarial, académico y de investigación han conllevado a la generación de iniciativas de desarrollo regional basado en ciencias de la vida e innovación. Se han identificado diez macro cadenas bioindustriales en la región: “1) agricultura industrial, de ciclos cortos; 2) industria agroalimentaria y agropecuaria; 3) microorganismos (levaduras) y derivados; 4) caña de azúcar; 5) frutales; 6) café; 7) forestales y maderables, industria papelera y derivados; 8) producción pesquera y aprovechamiento marino; 9) aceites, jabones e industria cosmética; y 10) productos naturales, derivados del uso sostenible de la biodiversidad” (Matta Díaz et al., 2004, p. 59). Además, el Valle del Cauca es uno de los nodos regionales del Clúster de Conocimiento en Biotecnología. Estos **conocimientos y capacidades agroecológicas y biodiversas pre-existentes** en el territorio ofrecen oportunidades para un posterior desarrollo clúster en torno a la biotecnología.

Los negocios se ven favorecidos gracias al apoyo que ofrece la **infraestructura física** del Departamento, esta se encuentra compuesta principalmente de: la Vía Panamericana que atraviesa todo el territorio y lo conecta con varios países de América Latina; una red férrea de 500 Km que facilita el transporte de mercancías desde el Puerto de Buenaventura - Armenia a través del Ferrocarril del Pacífico; cinco aeropuertos en operación, el más importante es el Aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón de Palmira; el Puerto de Buenaventura que es el único puerto polivalente de Colombia, posee instalaciones especializadas en gráneles, contenedores, líquidos, sólidos, etc., se enlaza con aproximadamente 203 puertos marítimos en todo el mundo y moviliza alrededor del 80% del comercio exterior en Colombia; zonas francas y parques industriales; y una importante infraestructura de telecomunicaciones, catalogada como una de las mejores de Colombia. (Invest Pacific, 2013)

La presencia de varios centros de investigación especializados en la agroindustria como Corpoica, Cenicaña, CIAT, Biopacífico, CIPAV, CINARA, Corporación Biotec, entre otros, son fundamentales en el desarrollo de nuevas tecnologías y de una **cultura de la innovación**. Empresas como Levapan, Ingredión Colombia S.A., Sucroal S.A., Casa Grajales S.A., Colombina, Laverlam S.A., Laboratorios Recamier, etc. se caracterizan por su interés en la innovación, que se encuentra presente en el desarrollo de productos y soluciones a medida de las necesidades de sus clientes, la incorporación de procesos de innovación abierta, inversiones en infraestructura para I+D, la vigilancia permanente a las tendencias de sus sectores, entre otros asuntos. En el sector agrícola, también se aprecia la incorporación de prácticas culturales innovadoras con importantes impactos en el rendimiento de los cultivos.

El desarrollo empresarial se concentra en Cali, una de las ocho ciudades del Valle del Cauca, allí se ubica el 88% de las empresas y se genera alrededor del 95% de los ingresos de la región (CRC, 2017b). El asentamiento de grandes empresas de la industria azucarera, avícola, porcícola y la industria de pulpa, papel y cartón representan un importante insumo de

diferentes tipos de biomasas para la generación de energía eléctrica y biocombustibles (CRC, 2017, p.5). Actualmente, el Valle del Cauca cuenta con más de 1200 empresas que exportan a más de 140 países, “varias empresas de la región participan en categorías de mercado y segmentos de alto valor, lo cual refleja el destacable grado de sofisticación y capacidad competitiva que puede alcanzar el Departamento” (CRC, 2017b, p.6). Todo esto da cuenta de la **cultura del emprendimiento** que caracteriza al territorio.

Entre las **industrias/sectores relacionados con la biotecnología** más importantes del Valle del Cauca se encuentran: medio ambiente y forestal (guadua, madera, entre otros), agroindustria (frutas frescas, macrosnacks, hortofrutícola y plantas medicinales, cafés especiales y de origen), salud y energía (bioenergía)). También, se han realizado esfuerzos a favor del **reconocimiento de la región** en el ámbito nacional e internacional como líder en la aplicación de la biotecnología en procesos industriales.

Otro factor determinante para la creación de nuevas empresas y la permanencia y crecimiento de las empresas en el territorio se relaciona con las características del **mercado laboral** y la capacidad de la región de **atraer personal**. La mayor parte de la fuerza laboral se ocupa en el sector de comercio y en el de servicios. En Cali, el sector manufacturero ocupa a un 17% de la mano de obra; mientras que el sector agropecuario tan solo al 0,6% (MINCIT, 2019). La tasa de desempleo se ha reducido paulatinamente, de un 17,3% en 2001 a un 11,3 en 2018. Aun así, el Departamento ocupa el quinto lugar entre los departamentos con mayores índices de desempleo (DANE, 2019).

En cuanto a la profesionalización del **mercado laboral**, Colciencias reporto en 2014, que el Valle del Cauca contaba con 806 investigadores activos y certificados, de estos 106 eran *senior*, 224 asociados y 476 junior. En el periodo 2010 a 2014, el Departamento fue beneficiario de 445 becas doctorales en las áreas de ciencias básicas, desarrollo tecnológico e innovación industrial, y en ciencias sociales. Respecto a las maestrías, el Departamento obtuvo 271 en las

áreas de ciencias básicas, desarrollo tecnológico e innovación industrial, y en ciencias de la salud. “Este resultado se ha logrado, debido a la inversión de más de \$155.121 millones de pesos en formación de alto nivel en el Valle del Cauca” (Gobernación del Valle del Cauca, 2016, p. 9).

Además de las oportunidades laborales, los índices de calidad de vida desempeñan un papel importante en la **atracción de personal**. En 2018, según la Encuesta de Calidad de Vida para el Valle de Cauca: un 44,1% de los hogares eran propietarios de vivienda; el 94,1% de los habitantes del Valle del Cauca se encontraban afiliadas al Sistema General de Seguridad Social en Salud; y un 93,1% de los niños, niñas y adolescentes en edad escolar (personas entre 5 y 16 años) asistieron a un establecimiento educativo formal (DANE, 2018). El Departamento tiene diez universidades y se ofrecen 379 carreras profesionales (372 en modalidad presencial, cinco a distancia y dos virtuales), 255 especializaciones, 157 maestrías y 29 doctorados, para unos 40.000 estudiantes. Las inversiones en la modernización de los campus superan los \$150.000 millones, entre los más sobresalientes se encuentran el de la Universidad del Valle, la Universidad ICESI, la Pontificia Universidad Javeriana de Cali y la Universidad Autónoma de Occidente. (Ortegón, 2018)

#### **4.1.3 Análisis Estructural**

Descripción de los factores de éxito que se encuentran agrupados en los constructos: competencias de los actores, interacción, infraestructura y condiciones marco.

**a. Competencias de los actores.** Uno de los actores claves para el desarrollo futuro de un clúster de biotecnología en la región del Valle del Cauca es la Corporación Biotec, que ha tomado el liderazgo, en el marco de la Estrategia Bioregión, de la consolidación del Sistema Regional de Innovación de la Biotecnología para la agricultura, la agroindustria y la bioindustria-SRIB. La naturaleza institucional de la Corporación Biotec es asociativa, lo que le permite reunir

a actores de gobierno, actores empresariales y a actores de la academia y la investigación; por lo tanto, entiende que el liderazgo de la consolidación del SRIB es un proceso colectivo, y por ende, la Corporación Biotec ha asumido la coordinación de la gestión de este (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 269), en otras palabras, actúa como su **facilitador**.

La Corporación Biotec ha fortalecido sus capacidades mediante la ampliación de su capital relacional y su posicionamiento nacional e internacional que se deriva de la realización de misiones internacionales, su participación en el nodo del Pacífico y en la construcción de la Agenda Nacional de Bioprospección para el sector agropecuario, entre otras actividades.

**1. Sistema político.** El sistema político del Valle del Cauca reconoce las problemáticas y necesidades principales de su población y ha formulado planes de acción para llevar a la región a un estado de desarrollo deseable. Un ejemplo de ello fue el ejercicio de diagnóstico y la elaboración del Plan Maestro de Desarrollo Regional, Integral, Estratégico y Prospectivo al 2015. En el diagnóstico se identificó como problema central que “el desarrollo regional no responde a las necesidades de bienestar de la población, a las potencialidades existentes en su territorio y a los desafíos del entorno”: Las causas identificadas y relacionadas con la función pública fueron: la “débil gestión del territorio Vallecaucano y su entorno” y la “desestabilización institucional y de gobernabilidad en los entes territoriales”, esto se deriva de la “crisis de legitimidad del sistema político”, la insuficiente articulación interinstitucional”, la “baja gestión gerencial”, el “deterioro de las finanzas territoriales” y la “violencia política y conflicto armado” (Arboleda et al., 2007, p. 235).

Actualmente, a pesar de que la economía del Valle del Cauca es más dinámica y ocupa el tercer lugar en su aportación al PIB nacional, persisten algunas problemáticas. El diagnóstico para la política pública de competitividad, ciencia, tecnología e Innovación del Valle del Cauca

identifico como problema central “El Valle del Cauca registra u bajo desarrollo económico, social y ambiental, coeficiente articulación regional y perspectiva global, correlacionado con bajos índices de competitividad, ciencia, tecnología e innovación” (Ordenanza 478, del 12 de febrero de 2018). Esto no desconoce la importancia de la industria manufacturera del territorio, pero esta no lograr tener una participación como la del sector comercial o de servicios. Aun los niveles de violencia e inseguridad son notables, al igual que las desigualdades sociales y económicas. Existe voluntad política y capacidad estratégica, pero existen dificultades en su implementación.

Uno de los aspectos fundamentales para la aplicación de las políticas son los **fondos financieros públicos**. Bajo el marco del Pacto Nacional por la Innovación, se promovió la constitución de un fondo regional de innovación con el propósito de cofinanciar iniciativas de investigación aplicada o de desarrollo productivo enfocadas en los sectores estratégicos priorizados en los diferentes ejercicios de planificación. Para ello se realizó un convenio entre Colciencias, la Universidad del Valle, el Comité Intergremial del Valle del Cauca y la Gobernación del Valle para aunar capacidades y recursos “para cofinanciar programas, proyectos y actividades de investigación, innovación y desarrollo tecnológico relacionados con micros, pequeñas y medianas empresas vinculadas a sectores productivos y sociales estratégicos”. El Fondo Regional para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación fue una de las estrategias financieras para gestionar recursos y apalancar con mayor especificidad y capacidad las iniciativas regionales y refuerza los recursos de inversión del gobierno departamental (Arboleda et al., 2007, p. 241). Actualmente, dentro de la Política Pública de C+CTel se plantea el fortalecimiento y la consolidación del Fondo (Gobernación del Valle del Cauca, 2018). Se planea que la financiación del SRIB sea posible a través de recursos públicos como las regalías a las que las iniciativas regionales pueden acceder, con el apoyo de Colciencias (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013).

Otro de aspecto fundamental para la implementación de las políticas son los **mecanismos de coordinación interinstitucional**. De acuerdo con Arboleda et al. (2007, p. 233) la Agenda Interna de Productividad y Competitividad se constituyó en un “catalizador de las alianzas estratégicas” entre el Estado, la academia, los gremios y la sociedad civil, con el propósito de superar las brechas competitivas “a nivel micro, macro, meso y meta” de la región. Con el fin de coordinar las iniciativas de CTI del territorio la Secretaria de Planeación definió un esquema organizacional para utilizar las diversas instancias de concertación del Departamento en el ámbito regional y subregional para debatir las necesidades y alternativas de las iniciativas. (Arboleda et al., 2007, p. 242)

**2. Investigación y educación.** En el Valle del Cauca cinco de sus diez universidades son oriundas de la región mientras que el resto son foráneas. En términos de **calidad**, de acuerdo con el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, cinco universidades cuentan con acreditación institucional. En Cali se reúnen todas las universidades de la región en un radio menor a ocho kilómetros cuadrados, lo que le ha permitido configurar un nodo de educación superior que facilita el desarrollo de proyectos, convenios de movilidad estudiantil, trabajos colaborativos de investigación, entre otros.

El Valle del Cauca también se caracteriza por ser “el tercer departamento con mayor oferta de **programas académicos** relacionados con los Bionegocios” (CRC, 2017, p.6). La región ha realizado un proceso de fortalecimiento de las ciencias de la vida las universidades y en los centros de investigación, y el fortalecimiento de las relaciones con el CIAT. La Universidad del Valle, la Pontificia Universidad Javeriana, la Universidad de San Buenaventura y la Universidad Autónoma cuentan con una oferta educativa en programas para el sector agrícola y la aplicación de la biotecnología. De acuerdo con Sánchez-Mejía y Gutiérrez-Terán (2013), en la región se han alcanzado importantes desarrollos en el campo de las ciencias de la

vida, entre ellos se encuentran los programas docentes y grupos de investigación de la Universidad del Valle, Cenicaña, CIDEIM, CIPAV, Corpoica Valle, Corporación Biotec, Universidad Nacional de Colombia – sede Palmira y el CIAT. Algunas de las iniciativas e inversiones se han realizado en la Facultad de Ciencias Naturales y la Facultad de Medicina del ICESI, en los programas de Biología y Medicina de la Pontificia Universidad Javeriana – Cali, en el Centro de Investigación Científica Cauceseco, en el desarrollo del posgrado en Biotecnología Agroindustrial de la Universidad San Buenaventura, en los programas en Ciencias Medioambientales de la Universidad Autónoma de Occidente, entre otros.

Resulta esencial que la **educación adopte una visión holística** de la biotecnología en los diferentes niveles de formación. La Agenda Común del SRIB plantea cuatro ejes estratégicos en el desarrollo de capacidades de recursos humanos: a) la “inserción de la biotecnología en la educación básica rural” (Secretaría Departamental de Educación del Valle)<sup>15</sup>, b) la technoacademia<sup>16</sup>, c) el seminario-taller Biotecnología para no biotecnólogos

---

<sup>15</sup> En el marco del proyecto “Biotecnología en la educación básica y media rural”, la Secretaría de Educación Departamental con la cooperación de la Corporación Biotec, diseñó un modelo pedagógico, que incorpora conceptos y aplicaciones prácticas de la biotecnología, en la malla curricular de la educación rural, incorporando conceptos de desarrollo sostenible, innovación tecnológica y prácticas de agricultura saludable, con la realización de una prueba piloto en cuatro Instituciones Educativas. Los resultados alcanzados al finalizar 2011 fueron: a) la introducción de estudiantes y profesores para la inserción en procesos regionales y nacionales de innovación tecnológica con base en biotecnología y ciencias de la vida; b) un esquema de formación: que es una estrategia metodológica de acercamiento a la investigación y la innovación con las instituciones educativas agropecuarias, agrícolas o agroindustriales regionales, directivos docentes, docentes, padres de familia y estudiantes; c) las propuestas de ajuste de estructuras curriculares con conceptos de biotecnología; d) bases para un modelo de aprendizaje significativo de la biotecnología en las instituciones educativas rurales y para el material pedagógico correspondiente; e) identificación de requerimientos de formación y profundización en biotecnología para los docentes de las instituciones educativas rurales; y f) contextualización de las instituciones educativas del caso piloto con las tendencias y cambios de políticas educativas, ambientales, sociales y económicas, en y para el campo colombiano.

<sup>16</sup> En 2012, se celebró la reunión de la mesa sectorial de biotecnología en el SENA para la identificación de las “necesidades de formación y certificación de competencias laborales en biotecnología, para formar el talento humano que se requiera”. En este contexto, en 2013, la “Corporación Biotec contribuyó con el diseño curricular y la verificación de las listas de chequeo aplicables a la formación de técnicos en producción biotecnológica de material vegetal. En 2018, se anunció el proyecto de construcción del nuevo

(alianza Corporación Biotec-CIAT) y d) el desarrollo de posgrados en biotecnología<sup>17</sup> (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013).

Respecto a los procesos de **transferencia tecnológica** el documento de Política de C+CTel, reconoce que existen “bajos niveles de transferencia y adopción de tecnología y conocimiento entre los actores del ecosistema de C+CTel, asociados a las vocaciones productivas y las problemáticas socioeconómicas del Valle del Cauca”, algunas de las causas identificadas son: el “débil esquema de servicios de apoyo a la Transferencia de Conocimiento Tecnológico (TCT) y al desarrollo de agrupaciones empresariales”; la “baja cooperación y trabajo interdisciplinario e interinstitucional en función de incrementar los niveles de transferencia de conocimiento y tecnología”; los “bajos niveles de internacionalización de procesos de transferencia de tecnología y conocimiento desde y hacia el Valle del Cauca”; entre otras (Gobernación del Valle del Cauca, 2018, p. 76). Algunos ejercicios de transferencia tecnológica que se aprecian en la región son: la capacitación de Corporación Biotec en técnicas de laboratorio In Vitro, por parte de la Unidad de Biotecnología de la Universidad Católica de Oriente; la alianza entre la Corporación Biotec - Vivero Profrutales Ltda., para la obtención de plántulas sanas de aguacate (*Persea americana Mill*); proyectos de innovación tecnológica para empresas agroindustriales, entre otros.

---

Centro de Biotecnología Industrial del SENA en Palmira, con capacidad de formar a 1500 aprendices al año.

<sup>17</sup> En 2012, la Dra. Myriam Sánchez en su conferencia: Agronegocios y biotecnología: retos y oportunidades para el Valle del Cauca y el Pacífico colombiano, resaltó la importancia de un programa de maestría acorde con las nuevas apuestas económicas regionales, nacionales e internacionales para el desarrollo de la agroindustria con base en la biotecnología. Esta Maestría tiene como objetivo la formación de un magister con visión integral, capaz de conjugar la investigación, la técnica y su capacidad emprendedora para liderar proyectos investigativos y socioeconómicos que puedan dar respuesta a los problemas y potencialidades del contexto de la región donde se desempeñe como profesional, con la competencia específica el desarrollo de proyectos en bioprocesos y bionegocios, su optimización, impacto en la comunidad, generación de nuevos productos biotecnológicos y su comercialización.

**3. Sistema De Creación De Valor.** Los principales actores empresariales que agregan valor a sus productos a través de la innovación y la biotecnología, y que se ubican en el sector agrícola alimentario, son:

- **Levapan S.A.** Es una empresa de origen colombiano que ha extendido su operación con plantas productoras en Paraguay, Venezuela, República Dominicana y Ecuador. Su oferta de productos se dirige a los sectores: panadería, gastronomía, agroindustria y alimentos para el hogar. La empresa cuenta con un departamento de I+D, realiza importantes inversiones en innovación y participa frecuentemente en convocatorias de Colciencias, en una de ellas se benefició de vincular un doctor en ciencias agrícolas dentro del grupo de I+D para la búsqueda de soluciones a productos particulares, siguiendo métodos de investigación más estructurados y rigurosos. La empresa colabora estrechamente con sus clientes para ayudarlos a encontrar nuevas maneras de elaborar sus productos y añadir valor a sus negocios.
- **Sucroal S.A.** Es una empresa colombiana que nació en 1966 en el Valle del Cauca con el nombre de Sucroquímica colombiana como una iniciativa de los ingenios y el IFI (Instituto de Fomento Industrial). A partir de 2012, la Organización Ardila Lülle tiene la totalidad de sus acciones y adoptó el nombre Sucroal S.A. Partimos del conocimiento de los procesos de nuestros clientes para co-crear y trabajar en soluciones innovadoras y eficientes que satisfagan sus necesidades. Hace uso de la biotecnología para lograr mejores productos y soluciones para los clientes. A través de procesos biotecnológicos transforma la caña de azúcar en una variedad de ingredientes naturales libres de modificación genética y soluciones a la medida, utilizados ampliamente en la industria de alimentos y bebidas, farmacéutica, cosmética, alimentación animal, construcción, química, plastificantes y otros. Atiende el mercado de 32 países.

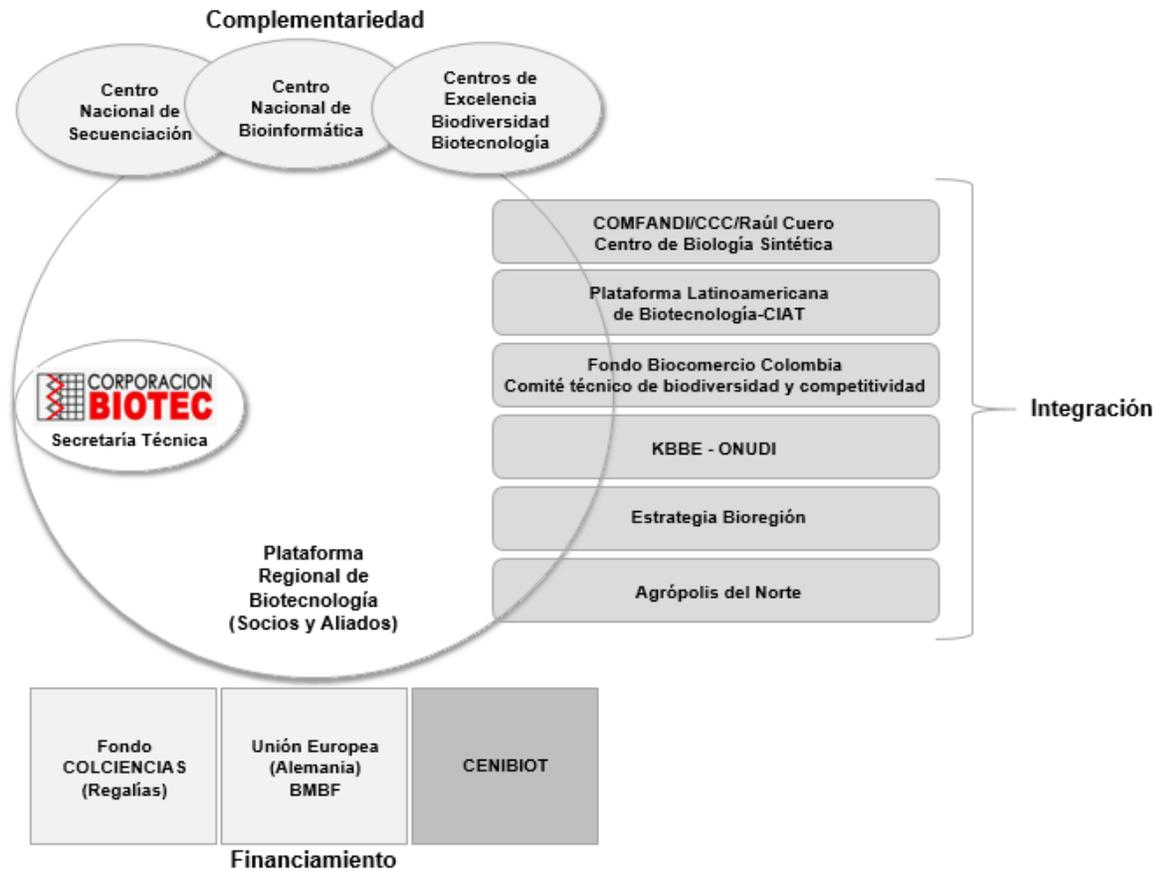
- **Ingredión Colombia S.A.** Es una empresa filial de *Ingredion Incorporated* (Fundada en 1906, en New Jersey-Estados Unidos). Inicio sus operaciones en Barranquilla Colombia desde 1933, empackando fécula de maíz, bajo el nombre de la empresa Maizena S.A. En 1941 estableció la segunda planta empackadora en Cali. Actualmente, Ingredion Inc. es una empresa global con aproximadamente 11.000 empleados y con clientes empresariales en 120 países. Convierte materiales vegetales en ingredientes de alto valor agregado y soluciones para las industrias de alimentos, bebidas, papel y corrugado, nutrición y salud animal, entre otras. Cuenta con un portafolio de 1.000 soluciones de ingredientes (con materias primas certificadas orgánicas), compuesto por: almidones, edulcorantes, ingredientes para la nutrición, concentrados naturales, fibras y proteínas de legumbres. Ingredion Inc. cuenta con una red propia de centros de innovación denominados Idea Labs, en la que se buscan soluciones a la medida a cada cliente. Casi la mitad de la tapioca abastecida de manera local bajo esta certificada con el programa Colombia GAP.

**b. Interacción.** Respecto a la interacción entre los actores de la región, según diversos análisis consultados por el CoBI (2007, citado en Sánchez-Mejía y Gutiérrez-Terán (2013)) se caracteriza por la “desarticulación entre los sectores y desarrollos, entre los niveles público y privado, entre la academia y la investigación y la producción empresarial y entre los potenciales y el desarrollo social y económico regional”. (p.262)

Los esfuerzos por configurar una estructura de interacción, han convergido en el esbozo de la Figura 4.2.

Figura 4.2

*Sistema Regional de Innovación de la Biotecnología para la Reconversión Agrícola, Agroindustrial y Bioindustrial del Occidente Colombiano –SRIB (Punto de Partida)*



Fuente: Corporación Biotec

La Figura 4.2, presenta a la Corporación Biotec en su rol de Secretaría Técnica del SRIB, que funciona como Plataforma Regional de Biotecnología. Se requiere de la integración de múltiples actores entre ellos se encuentran: Comfandi, la Cámara de Comercio de Cali, el CIAT, el Fondo de Biocomercio Colombia (Comité Técnico de biodiversidad y competitividad), KBBE-ONUDI, la Estrategia Bioregión y Agrópolis del Norte. Como actores complementarios en términos de investigación están: el Centro Nacional de Secuenciación, Centro Nacional de Bioinformática y el Centro de Excelencia de Biodiversidad y Biotecnología. Los actores financieros nacionales e internacionales son: Colciencias (Fondo de regalías), Unión Europea

(BMBF-Alemania) y CENIBIOT. “En el proceso de construcción del SRIB hasta formular la agenda común, participaron directamente alrededor de 80 actores, de más de 30 instituciones, de los sectores empresariales, gubernamental, académico y de investigación, y de organizaciones de la comunidad, públicas y privadas. Corporación Biotec actúa como gestor y coordinador del proceso.” (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 261)

Para el SRIB se han definido cuatro proyectos articuladores a los cuales pertenecen grupos de actores que participaron en el establecimiento de propuestas sobre la temática y los ejes estratégicos del SRIB (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 267). También, se elaboró la Agenda Común que constituye la hoja de ruta para la articulación de acciones dentro del SRIB. La Agenda Común establece las bases para la formulación de políticas y la ejecución de acciones públicas y privadas, de investigación, innovación e inversión regional y nacional; la Agenda Común contempla la conformación y diseño de una infraestructura del SRIB, asociativa, descentralizada, coordinada, compartida y en red (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013).

La Corporación Biotec tiene más de veinte años de experiencia en procesos asociativos en el Valle del Cauca y el Occidente colombiano, que ha permitido “identificar y construir, mediante casos piloto de efecto demostrativo, el enfoque de “cadena de valor de la investigación y la innovación”” alrededor de la biotecnología, el conocimiento y la innovación en “procesos de construcción social de la región con la participación de los diversos actores de la cadena” (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 263). Los aportes de la Corporación Biotec, tanto teóricos como aplicados, sobre la cadena de valor de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, se han convertido en referentes de construcción colectiva, acogidos en el proceso SRIB, lo que fomenta la formación de la **filosofía de colaboración y propiedad colectiva**. Los mecanismos y espacios de comunicación entre los

actores claves del sector biotecnológico de la región son: talleres, seminarios, conferencias, congresos, mesas sectoriales, entre otros.

La colaboración entre actores se aprecia en el **trabajo en red**. En el marco del SRIB se definieron cinco perfiles de proyectos regionales en red: 1) Programa de investigación e innovación tecnológica para la obtención de ingredientes naturales (IN) aplicados a las industrias cosmética, alimentaria, nutricional y la salud pública, 2) Innovación tecnológica para el desarrollo sostenible de la industria frutícola de Agrópolis del norte-IFAN, 3) Red de investigación e innovación en frutales de la región Pacífico del occidente colombiano, 4) Construcción de capacidades de recursos humanos en el marco del SRIB y 5) Desarrollo y fortalecimiento de una Plataforma de infraestructura, asociativa, descentralizada, coordinada, compartida, en red, con financiación nacional e internacional, para el Sistema Regional de Innovación de la Biotecnología, para la agricultura, la agroindustria y la bioindustria SRIB. Los actores de la región, en especial los institutos de investigación y las universidades cuentan con experiencia en la realización de proyectos conjuntos y en el establecimiento de alianzas con entidades regionales, nacionales e internacionales (Ej. participación en redes de laboratorios)

El desarrollo clúster requiere de una masa crítica de actores, algunos de ellos son atraídos por las ventajas que ofrece el territorio, la composición del tejido empresarial y social, y las facilidades de investigación, desarrollo e innovación. Entidades como Invest Pacific y la Corporación Biotec han desempeñado un papel importante en **atraer actores** a la región. Empresas interesadas en la biotecnología y en generar alianzas de I+D+i se han acercado a la Corporación Biotec por el reconocimiento regional y nacional de la institución. Los asesores de inversión para el Sector Agroindustrial de Invest Pacific han visitado a la Corporación Biotec para obtener apoyo y orientación desde lo conceptual, lo temático, la planeación de los foros realizados para promover la inversión en bionegocios en el Valle del Cauca. También, los

talleres realizados en el marco de construcción del SRIB se han convertido en espacios para motivar la participación de las instituciones involucradas.

La iniciativa SRIB contempla como prioridad la integración inter-regional de los departamentos Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño. “Igualmente, la región Eje cafetero, con sus desarrollos, en los cuales venimos intercambiando asociativamente de tiempo atrás” (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 269). Estos **enlaces externos** del Valle del Cauca se extienden y tienen alcance internacional, lo que ha sido promovido especialmente por la realización de misiones, que brindan la oportunidad de establecer alianzas entre instituciones para el futuro desarrollo de proyectos (Ej. centros de investigación internacionales como STEPS Universidad de Sussex, GB, el BMBF de Alemania, CENIBiot de Costa Rica y el CIAT (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013)).

**c. Infraestructura.** Uno de los recursos claves es el **financiero** en los sectores intensivos en conocimiento. Para el SRIB se estimó un presupuesto inicial de U\$25 millones para la primera fase de cinco años, lo que incluye una inversión básica en infraestructura y para la ejecución de los cuatro proyectos articuladores. Además de los fondos públicos, se considera posible el acceso a recursos derivados de procesos de cooperación internacional con países de la Unión Europea como Suiza, Alemania y Francia, con los que entidades como la Corporación Biotec han realizado proyectos conjuntos o han establecido contacto. (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013)

Las actividades de I+D+i, requieren de una **plataforma científico-tecnológica** de soporte, por ello después de un análisis de la política nacional de dotación de centros nacionales de infraestructuras y equipos robustos orientados al desarrollo de la biotecnología

en el país<sup>18</sup>, la Corporación Biotec propuso la creación del Centro Nacional para la Bioindustria y la Biotecnología en el Valle del Cauca como parte del SRIB, que se caracterice por gestión descentralizada, la asociatividad, la coordinación y la formación de redes, con financiación nacional e internacional teniendo en cuenta las condiciones de la región y del sector agrícola, agroindustria y bioindustria. Igualmente, mediante el SRIB se pretende articular la infraestructura científica-tecnológica existente, complementarla y potenciarla en un nuevo esquema organizacional, un sistema de innovación. (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013)

A lo anterior, se suma la **infraestructura de servicios** que brindan apoyo a los actores claves en temas de consultoría, promoción de la imagen de la región, servicios tecnológicos de acompañamiento, entre otros. Algunos de estos actores son: Araujo Ibarra & Asociados, una firma de consultoría especializada en mecanismos de inversión y comercio internacional, además de brindar asesoría técnica en innovación en modelos de negocios y estructuración de proyectos. La Corporación Biotec y Araujo Ibarra & Asociados promovieron en 2010 una misión a Biovalley y a la Bioregión del Valle del Cauca con el objetivo de acercar a todos los actores interesados en la consolidación del Valle del Cauca como una Bioregión. La Consultora INVENTTA elaboro el inventario de infraestructura y recurso humano y plataforma tecnológica de la región a través de un convenio. INVENTTA también lideró en 2010 el seminario-taller EMBATE-Emprendimiento de Base Tecnológica. Además de sus otras actividades la Corporación Biotec ofrece servicios tecnológicos de acompañamiento para la implementación del Sello Agricultura Saludable. Los servicios tecnológicos incluyen: servicios de información (Unidad de Servicios de Información-USI); análisis cromatográficos, fisicoquímicos y microbiológicos para la agricultura y la industria (BIOLAB); Agricultura Específica por Sitio en

---

<sup>18</sup> Centro de Excelencia de la Biotecnología, Centro Nacional de Secuenciación, Centro Nacional de Bioinformática y Biología Computacional.

frutales; Selección de Plantas para Material de Siembra; Caracterización Molecular y Sistema Integral de Ajuste y Transferencia de Tecnología (SIAT)<sup>19</sup>.

**d. Condiciones marco.** En 2014, la Corporación Biotec y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible firmaron el Contrato 102 que habilita el acceso a recursos genéticos y productos derivados de la Guanábana. Esto contribuye a la competitividad y el uso sostenible de la agrobiodiversidad frutícola del Valle del Cauca mediante el aprovechamiento de frutas como la guanábana. Para este frutal la Corporación Biotec cuenta con la patente de invención para los procesos de propagación clonal in vitro de plantas de guanábano, resolución No. 172004 de 2006 obtenida conjuntamente con el CIAT, así como con diversos desarrollos tecnológicos para la cadena productiva, lo que supone un uso importante del **sistema de protección intelectual** del país, en términos de biotecnología verde.

En términos generales, en el sector biotecnológico existen importantes falencias en el **marco regulatorio**. Al respecto, la Corporación Biotec señala como factor limitante la política pública para la comercialización de la biotecnología (CONPES 3697), que presenta retrasos con gestiones clave como el acceso a Recursos Genéticos aún en curso. Por otro lado, en el ámbito regional sectorial, para proyectos como el “Agrópolis del Norte: Una iniciativa de desarrollo local, en el marco de la Estrategia Bioregión Valle del Cauca”. Los actores sociales acordaron los estatutos de la Corporación y se definió la gerencia y subgerencia de la iniciativa (Alcaldía de Zarzal), el subgerente de la Estrategia de Fortalecimiento de Capacidades

---

<sup>19</sup> La Corporación Biotec centra su oferta tecnológica en cinco temáticas: Biotecnología en cadenas productivas de frutales promisorios, 2) evaluación y mejoramiento genético de la biodiversidad tropical de leñosos, 3) Identificación y uso de metabolitos vegetales o microbianos con potencial aplicación industrial (Nuevos productos naturales) 4) Manejo y aprovechamiento de residuos sólidos, líquidos o gaseosos/ condiciones sanitarias y toxicológicas en cadenas productivas y 5) gestión especializada para la innovación tecnológica, biotecnología en procesos de construcción social de la región.

(Comfandi), de políticas públicas (Universidad del Valle, sede Zarzal) y de desarrollo empresarial (Grupo C. Lozano). Lo que permite contar con marcos de actuación que regulan y dan claridad a las acciones y roles de los actores involucrados.

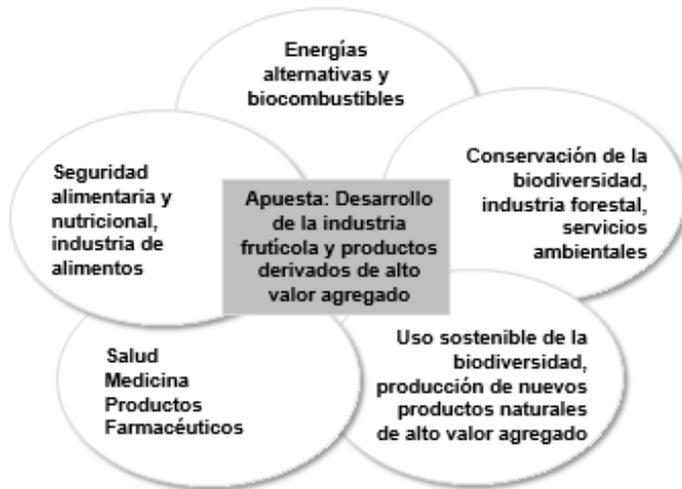
Otro factor limitante, consiste en las dificultades para cumplir con las **condiciones y requerimientos para acceder a financiación para proyectos de innovación**. En 2013, la Corporación Biotec indicó que “la puesta en operación del SGR-CTI, proceso complejo aún en construcción al cual CB le ha apostado, ha sido un factor limitante para la concreción de mayores logros” de la iniciativa SRIB.

#### **4.1.4 Análisis Funcional**

Características de las funciones de la innovación: orientación de la investigación, desarrollo de conocimiento, difusión de conocimiento, actividades de emprendimiento, formación de mercado, movilización de recursos y creación de legitimidad.

**a. Orientación de la investigación.** Del proceso del SRIB, se identificaron cinco grandes grupos temáticos como tendencias BIO de la región (Figura 4.3). La cadena productiva frutícola fue seleccionada como apuesta prioritaria de desarrollo por el SRIB; la cadena incluye la producción frutícola y va hasta sus productos industriales derivados de alto valor agregado para el sector cosmético, la salud pública y la seguridad alimentaria y nutricional. (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013)

Figura 4.3

*Tendencias BIO Valle del Cauca*

Fuente: Corporación Biotec

Para el desarrollo de la “iniciativa SRIB, la Corporación Biotec formuló como metodología una estrategia con dos componentes complementarios: la realización de un inventario de recursos y capacidades de infraestructura existentes en la región y la construcción participativa de dinámicas en “proyectos articuladores” (Figura 4.4). Los proyectos articuladores tienen por objetivo generar dinámicas que orienten la inversión en una plataforma que responda a las necesidades de la región y genere sinergias en los esfuerzos de los actores y permita el adecuado aprovechamiento de los recursos existentes (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 266).

Figura 4.4

*SRIB, Proyectos articuladores*



Fuente: Sánchez-Mejía y Gutiérrez-Terán (2013, p. 266)

La selección de los cuatro proyectos articuladores se realizó teniendo en cuenta tres criterios: a) los desarrollo y potenciales de la región<sup>20</sup>, b) el análisis de las tendencias BIO en bioeconomía en el país y el mundo y las políticas en CTI de Colombia y otros países de Latinoamérica y c) la importancia de los temas en la región (ámbito económico, social y

<sup>20</sup> Los desarrollo y potenciales de la región fueron identificados por los actores clave y a través de la "recopilación de información, experiencias previas y antecedentes, conjuntamente con la experiencia de CB en el trabajo en la agricultura, la agroindustria y la bioindustria en el región y el país y las lecciones aprendidas en procesos asociativos de innovación"(Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 267).

ambiental), la existencia de iniciativas y oportunidades y la viabilidad de su ejecución por la existencia de actores claves vinculados a ellas (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013).

“Estos proyectos articuladores, en consistencia con su denominación, son programas macro, de alta complejidad y enfoque a largo plazo<sup>21</sup>.” (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 267)

**b. Desarrollo de conocimiento.** En el Valle del Cauca se ha desarrollado conocimiento en diferentes áreas desde el diseño de maquinaria agrícola, pasando por modelos agrícolas más eficientes hasta el uso de la biotecnología como herramienta para el mejoramiento de las cadenas agrícola, agroindustria y bioindustria, algunos ejemplos de ello son:

- Diseño y puesta en marcha del prototipo o maquina mezcladora de sustratos de crecimiento para porta injertos de aguacate para el mejoramiento de la homogenización y aumento de la calidad de estos materiales para garantizar optimo crecimiento de las plántulas (Corporación Biotec, 2010)
- Desarrollo del Modelo AESFRUT (Agricultura Específica por Sitio Aplicado en Frutales) que “consiste en el ajuste de las prácticas agronómicas requeridas por una especie vegetal de acuerdo con las condiciones especiales y temporales del sitio donde se

---

<sup>21</sup> Con el propósito de viabilizar y hacer operacionales los proyectos articuladores se estableció una Unidad Estratégica de Análisis (UEA) por proyecto. “En las UEA se desglosó el tipo de productos esperados, hasta el nivel de complejidad 4, siendo 1 el de mayor complejidad y 4 el tradicional de proyectos puntuales realizados generalmente por un grupo o una pequeña asociación de actores, para períodos de realización de 1 a 2 años. Este desglose en diversidad de niveles de complejidad busca, de un lado promover la asociatividad para responder a situaciones oportunidades o problemas- y de otro lado reconocer e involucrar los proyectos de cada actor, para mostrar y reconocer la pertinencia e inclusión de diversos intereses, pero subordinados a intereses colectivos.” (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013, p. 268)

cultiva para obtener de ella el máximo rendimiento. Manejo integrado de plagas y enfermedades”. (Corporación Biotec, 2014)

- Cenicaña ha realizado estudios para la “evaluación de la resistencia al virus del síndrome de la hoja amarilla (*Sugarcane Yellow Leaf Virus Sc YLV*) en plantas transgénicas de caña de azúcar empleando el áfido *Melanaphis sacchari* como vector de transmisión” y para el estudio de la “Diversidad genética en híbridos de caña de azúcar cultivados en Colombia, mediante el uso de marcadores moleculares” (Schuler & Orozco, 2005, p. 26).
- El proyecto: “Biotecnología aplicada a la identificación de características específicas en frutales – FRUTIBIOTEC (*Fruit Specific Traits Identification Applying Biotechnology*). El propósito de FRUTIBIOTEC es utilizar la biotecnología para contribuir a la competitividad y sostenibilidad de la industria frutícola en el país, mediante la identificación de genes y características de interés agronómico, nutricional y comercial en bancos de germoplasma de frutas existentes en Colombia. Para buscar los genes o secuencias de resistencia contra factores bióticos y abióticos” (Corporación Biotec, 2013)

**c. Difusión del conocimiento.** Algunos de los mecanismos y espacios de difusión del conocimiento que han sido usados son las publicaciones impresas, fichas técnicas, congresos, etc. Algunos ejemplos son:

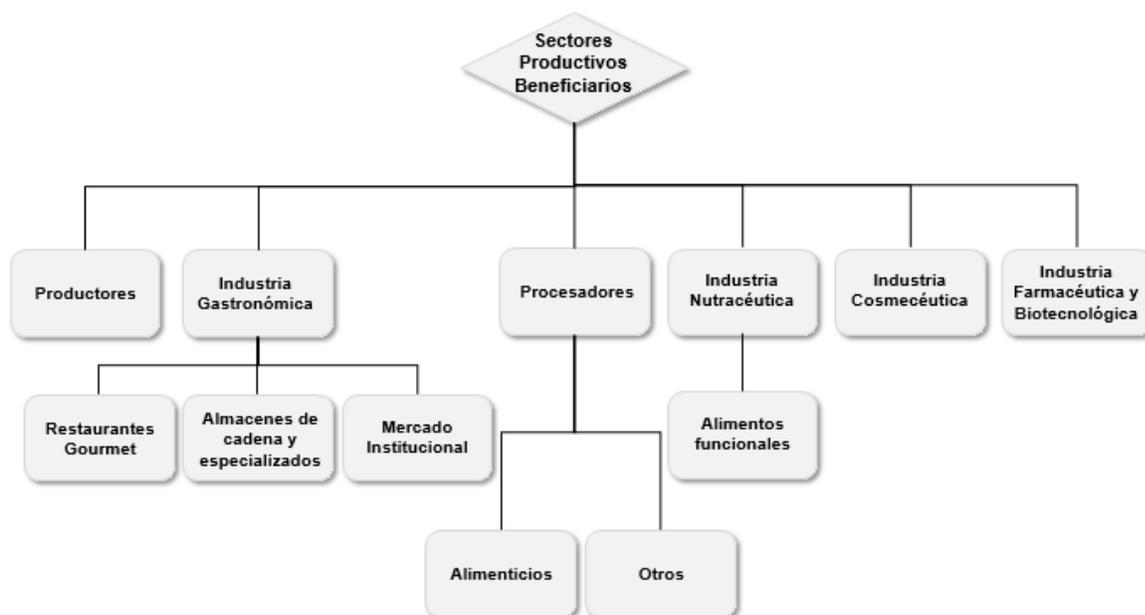
- Publicación del proyecto “Modelos bioinspirados para agricultura específica por sitio en Caña de Azúcar y Frutas Tropicales”, liderado por Corporación Biotec, en el libro “Ciencia y Tecnología para la competitividad del sector Agro-pecuario 2002-2010” del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (Corporación Biotec, 2010)

- Elaboración de fichas técnicas para el manejo de plántulas y recomendaciones de tipo agronómico, agroindustrial y económico (caso: plántulas de aguacate). (Corporación Biotec, 2010)
- En el II Congreso Latinoamericano y del Caribe de plátano y banano “los productores, procesadores de plátano de Guachené y Padilla y los técnicos de la Corporación Biotec y Corporación Vallenpaz compartieron con expertos de otras zonas y entidades de Colombia y de otros países experiencias relacionadas con el cultivo de plátano, generando recomendaciones e intercambios de ideas para el mejoramiento de los procesos de obtención de material de siembra y del procesamiento de productos alimenticios”. (Corporación Biotec, 2013)

**d. Actividades de emprendimiento.** La iniciativa SRIB tiene en cuenta el conocimiento como factor de producción que genera valor a la sociedad; en este sentido, orienta la investigación y la innovación al sector agrícola, agroindustria y bioindustria (Figura 4.5).

Figura 4.5

*Cadena productiva y sectores productivos beneficiarios del SRIB*



Fuente: Sánchez-Mejía y Gutiérrez-Terán (2013, p. 265)

En Julio de 2010, se realizó el Seminario-taller de “EMBATE® - Emprendimiento Base Tecnológica”, “liderado por INVENTTA, donde se buscaba despertar y estimular competencias en emprendimiento tecnológico y de mercado, fortaleciendo las competencias de innovación de los 25 finalistas de la convocatoria INNOVALLE”. (Corporación Biotec, 2010)

La generación de emprendimientos agroindustriales de alto valor agregado en procesos integrales de desarrollo en la economía campesina, se orientan a introducir aportes de innovación tecnológica, con criterios de sostenibilidad social, financiera y ambiental, y a fortalecer la promoción del emprendimiento rural con base en capacidades locales, como fuente de mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad productora. Corporación Biotec ha diseñado el modelo de innovación tecnológica para empresas agroindustriales de alto valor agregado en la economía social campesina, IECAM, para aplicación en diversas cadenas y en diversas regiones del país. (Corporación Biotec, 2012)

**e. Formación del mercado.** Como herramienta para la formación de mercado que se ha originado en el Valle del Cauca es la Cultura y Sello Agricultura Saludable–CySAS®, que de acuerdo con la Corporación Biotec se basa en principios fundamentales que “posibilitan hacer de la producción agrícola una actividad en la que se pueden reducir costos, incrementar el valor agregado, incluir la responsabilidad social, ser amigable con el medio ambiente, contribuir con la seguridad alimentaria y facilitar el acceso a nuevos mercados”. Para ello en el marco del convenio entre Corporación Biotec e Icontec, se construyó la NORMA CORPORACIÓN BIOTEC, que contiene los requisitos para la implementación del Sello Agricultura Saludable en productos agrícolas y agroindustriales.” Esta norma fomenta la cultura de la calidad y la innovación en la cadena productiva agrícola-agroindustria que favorezca la inserción de los productos en nuevos mercados.

**f. Movilización de recursos.** Los recursos que tienen una mayor movilidad o disponibilidad en la región son los recursos humanos y los tecnológicos. En cuanto a los recursos financieros estos son más difíciles de acceder. Algunas situaciones que los ejemplifican son las siguientes:

- Los estudiantes de pregrado y posgrado de las universidades de la región forman equipos de trabajo y realizan procesos de acompañamiento a empresas del sector agroindustrial (Ej. Universidad Nacional de Colombia- sede Palmira y Profrutales Ltda.).
- En 2016, la Universidad del Valle, la Corporación Biotec y el CIAT firmaron el Convenio Marco de Cooperación con el objetivo de establecer y acordar actividades que se llevan

a cabo entre las partes para la ejecución de proyectos de interés común y mediante la complementariedad e integración de recursos.

- A pesar de que en el marco de la Estrategia Colombia/Expedición BIO se realizó el primer “Taller nacional en las regiones: Biodiversidad y Biotecnología en escenarios de Cambio Climático en Colombia” con el acompañamiento de Colciencias, en alianza con el CIAT y con participación de 40 representantes de sectores empresariales, académicos y de investigación. No se ha logrado materializar la Estrategia en términos de proyectos por falta de recursos.

**g. Creación de legitimidad.** La Cultura y Sello Agricultura Saludable–CySAS®, es según la Corporación Biotec una apuesta concreta basada en fundamentos clave como el cumplimiento de normas y regulaciones para mercados específicos, la búsqueda de la armonía, agricultura y salud, una cultura de innovación tecnológica y el incremento de la rentabilidad.” El cumplimiento de las normas y requerimientos de los mercados externos crea legitimidad en los productos, lo que fomenta su consumo.

#### **4.1.5 Encuestas a los expertos**

Resultados de la encuesta de Escala Likert aplicada a los expertos consultados en Colombia.

**a. Perfil de los expertos.** La Tabla 4.1, presenta el perfil de los expertos que participaron en la identificación de los factores claves para los clústeres de biotecnología.

**Tabla 4.1**

*Perfil de los expertos de Colombia*

CRITERIOS	DESCRIPCIÓN
<b>Entidad</b>	Corporación Biotec
<b>Experto</b>	Myriam Sánchez
<b>Cargo</b>	Directora
<b>Educación</b>	Perfeccionamiento en la Universidad de Duke (Biotechnology Business), Magister de <i>Ecole Polytechnique Federale De Lausanne</i> , Especialización en la Escuela de Negocios de Harvard, Especialización en la Universidad de Londres
<b>Experiencia</b>	Investigadora Emérita
<b>Entidad</b>	Universidad Javeriana de Cali
<b>Experto</b>	Julián Piñeres Ramírez
<b>Cargo</b>	Docente e investigador
<b>Educación</b>	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.
<b>Experiencia</b>	Docencia e investigación. Participación en la Corporación Biotec
<b>Entidad</b>	BIOS Manizales
<b>Experto</b>	Jorge William Arboleda Valencia
<b>Cargo</b>	Director científico
<b>Educación</b>	Ing. Agrónomo y PhD. En Ciencias Biológicas con énfasis en Biología Molecular (Universidad de Brasilia, Brasil)
<b>Experiencia</b>	Trabajó en CENICAFE, en universidades públicas como privadas de Colombia y Brasil, y en Centro de Recursos Genéticos y Biotecnología (EMBRAPA)
<b>Entidad</b>	FLAR
<b>Experto</b>	Maribel Cruz
<b>Cargo</b>	Investigadora CIAT-FLAR
<b>Educación</b>	PhD.
<b>Experiencia</b>	Fitomejoramiento del arroz
<b>Entidad</b>	Bioregión
<b>Experto</b>	Freddy Lenis
<b>Cargo</b>	Experto en CTI
<b>Educación</b>	Ing. Industrial, Especialización en TICs, Maestría en Creación de Empresas
<b>Experiencia</b>	Profesional Especializado Secretaría de Planeación Departamental
<b>Entidad</b>	Gobernación del Valle del Cauca
<b>Experto</b>	Alba Ruby Imbago
<b>Cargo</b>	Profesional Especializado Coord.-Seguimiento Proyectos de Regalías
<b>Educación</b>	Maestría en Ciencias de la Organización
<b>Experiencia</b>	

Elaboración propia

**b. Resultados.** Las respuestas de los expertos<sup>22</sup> a las proposiciones de la encuesta se presentan en la Tabla 4.2, de acuerdo con la escala de calificación usada: (a) Muy de acuerdo, (b) De acuerdo, (c) Indiferente, (d) En desacuerdo y (e) Muy en desacuerdo<sup>23</sup>.

Tabla 4.2

*Respuestas de los expertos (Colombia)*

FACTORES DE ÉXITO	a. Muy de acuerdo	b. De acuerdo	c. Indiferente	d. En desacuerdo	e. Muy en desacuerdo
1. Políticas públicas	3	3	0	0	0
2. Redes de base tecnológica	0	3	3	0	0
3. Marco regulatorio	5	1	0	0	0
4. Financiación	2	4	0	0	0
5. Infraestructura física	1	4	1	0	0
6. Infraestructura de servicios	4	2	0	0	0
7. Mercado laboral	6	0	0	0	0
8. Programas académicos	3	1	2	0	0
9. Calidad de la educación	2	2	0	2	0
10. Plataforma científico-tecnológica	6	0	0	0	0
11. Protección de propiedad intelectual	4	2	0	0	0
12. Demanda de productos y servicios especializados	5	1	0	0	0
13. Cultura de emprendimiento	5	1	0	0	0
14. Buena calidad de vida	3	1	2	0	0
15. La visión y estrategia correcta	4	0	2	0	0
16. Confianza (calidad de las relaciones en la red)	4	0	0	1	1

<sup>22</sup> Teniendo en cuenta el carácter exploratorio descriptivo de esta investigación, ha de interpretarse los resultados de las opiniones de los expertos como complementarias y validadoras de los hallazgos de la revisión documental, en ningún momento deben considerarse generales para el caso objeto de estudio.

<sup>23</sup> En esta sección se analizan únicamente los factores de éxito en los que todos los expertos consultados (seis) están “Muy de acuerdo” con las descripciones de las proposiciones; los factores de éxito en los que los que cinco expertos están “Muy de acuerdo” y los factores de éxito en los que en el orden “Muy de acuerdo” y “De acuerdo” reúnen la opinión de seis o cinco expertos. Los demás factores de éxito consultados a los expertos también son importantes; sin embargo, no se les considera en este análisis por la existencia de mayor dispersión en las respuestas.

<b>FACTORES DE ÉXITO</b>	<b>a. Muy de acuerdo</b>	<b>b. De acuerdo</b>	<b>c. Indiferente</b>	<b>d. En desacuerdo</b>	<b>e. Muy en desacuerdo</b>
<b>17. Proximidad geográfica</b>	4	1	0	1	0
<b>18. Conocimiento preexistente</b>	6	0	0	0	0
<b>19. Actores fuertes con competitividad y competencias medulares</b>	4	2	0	0	0
<b>20. Cultura de la colaboración (asociatividad)</b>	3	1	0	2	0
<b>21. Capacidad de innovación (I+D)</b>	1	3	1	0	1
<b>22. Enlaces externos (interregionales e internacionales)</b>	5	1	0	0	0
<b>23. Crecimiento sostenible</b>	3	2	1	0	0
<b>24. Gerencia y servicios del Clúster</b>	5	1	0	0	0
<b>FRECUENCIA ABSOLUTA</b>	<b>88</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
<b>FRECUENCIA RELATIVA</b>	<b>60,8%</b>	<b>25,2%</b>	<b>8,4%</b>	<b>4,2%</b>	<b>1,4%</b>

Fuente: Encuestas Escala Likert (2019)

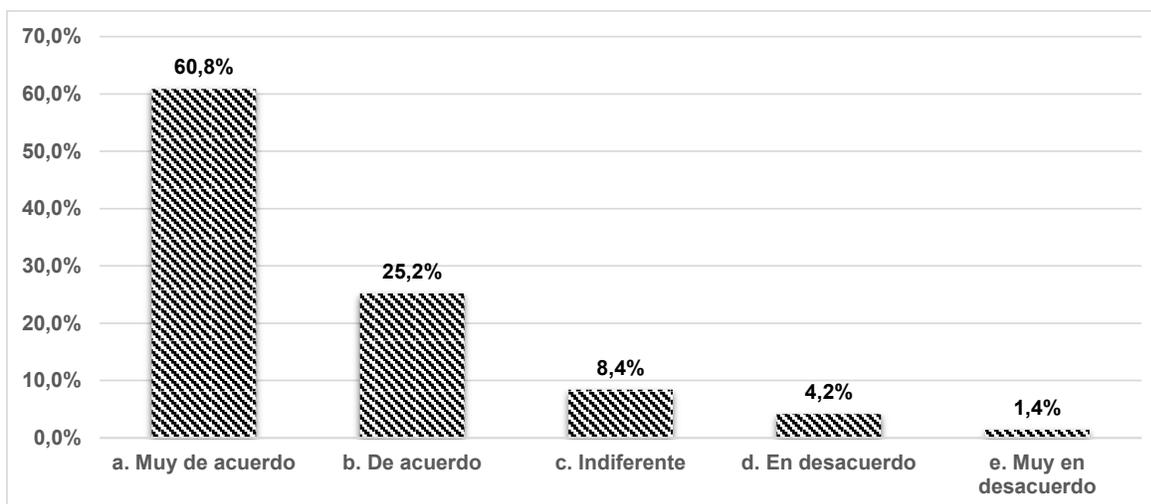
El 60,8% de los expertos está “Muy de acuerdo” con las condiciones descritas en las proposiciones en que son muy importantes para desarrollar un clúster de biotecnología que promueva la innovación en las PYMEs o son un reflejo casi exacto de la realidad de la región (Figura 4.6). Los factores de éxito en los que todos los expertos coinciden en estar “Muy de acuerdo” son: Mercado laboral, Plataforma científico-tecnológica y Conocimiento preexistente. Todos los expertos consideran que la presencia de trabajadores calificados tiene un efecto importante en el desarrollo exitoso de las PYMEs en el “clúster”<sup>24</sup> y que el conocimiento preexistente de la región (tecnologías y otras formas de conocimiento) es una semilla importante para una iniciativa clúster. También ha de tenerse en cuenta que la transferencia

<sup>24</sup> Las respuestas en las que se hace alusión al clúster de biotecnología, deben interpretarse como el sector biotecnológico en el estudio de caso colombiano, por esta razón aparece la palabra clúster entre comillas en algunas ocasiones.

tecnológica exitosa requiere de una plataforma científico-tecnológica que dinamice la investigación y la realización de pruebas-ensayos de los emprendedores.

**Figura 4.6**

*Frecuencia relativa consolidada (Colombia)*



Nota: Encuestas Escala Likert (2019)

Los factores de éxito en los que tan solo un experto no estuvo “Muy de acuerdo” fueron: Marco regulatorio, Demanda de productos y servicios especializados, Cultura de emprendimiento, Enlaces externos y Gerencia y servicios del Clúster. La mayoría de los expertos considera esencial que en Colombia exista un marco regulatorio armónico y completo que contemple desde el acceso a recurso genético hasta la comercialización de productos para el desarrollo de una red biotecnológica exitosa. También, opinan que los mercados atendidos actualmente por las empresas del sector biotecnológico del Valle del Cauca tienen un nivel de sofisticación bajo y que las empresas de “clúster” necesitan vincularse e interactuar con mercados y cadenas de valor globales para desarrollar “*Spillovers*”; adicionalmente, existe una cultura de emprendimiento débil (*start-ups*, *spin-off*, instalación de empresas extranjeras), que impide que crezca una estructura clúster en la región. Igualmente, reconocen que la cohesión y

desarrollo del clúster necesitan de un facilitador que actué como director, administrador e interlocutor entre diferentes entidades.

Otros factores de éxito importantes, por número de opiniones, son: Políticas públicas, Financiación, Infraestructura física, Infraestructura de servicios, Protección de propiedad intelectual, Actores fuertes con competitividad y competencias medulares y Crecimiento sostenible. La mayoría de los expertos considera que la claridad y articulación de políticas de innovación y desarrollo biotecnológico y agrícola, son fundamentales en la selección de iniciativas del “clúster”. Sin embargo, la inadecuada infraestructura física (Internet, transporte, TICs, etc.) de la región es un obstáculo para el desarrollo de clústeres y la insuficiencia de fuentes de financiación y de apoyo gubernamental es una barrera para el desarrollo de proyectos de innovación.

Además, reconocen que una infraestructura servicios con agencias de mercadeo, abogados de patentes y consultorías para emprendedores, impacta significativamente el desarrollo del “clúster”. Sin embargo, la falta de experiencia sobre procesos de protección de propiedad intelectual ha llevado a la pérdida de oportunidades de negocio y que la sostenibilidad del “clúster” depende de su capacidad para atraer, vincular y conservar actores fuertes. Por lo tanto, el “clúster” promueve el ingreso de nuevas empresas, el fortalecimiento de las existentes y la cooperación con “clústeres” relacionados.

#### **4.1.6 Triangulación de los datos**

Como se mencionó en la sección 3.3.4, la triangulación se realizará solo para los factores de éxitos en los que existe coincidencia para los dos estudios de casos.

**Análisis espacial.** Los expertos opinaron que la **claridad y articulación de políticas** de innovación y desarrollo biotecnológico y agrícola, son fundamentales en la selección de iniciativas del clúster. El Valle del Cauca ha desarrollado múltiples ejercicios que aclaran el horizonte de desarrollo del Departamento y buscan articularse con los diferentes instrumentos de política pública del departamento y el país. Dentro de la Política Pública de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (C+CTel) se encuentra priorizado como Foco Estratégico el sector Agroindustria-Agropecuarios; sin embargo, no contempla la Biotecnología como un sector prioritario ni como eje transversal para el desarrollo de otros sectores de interés en el departamento.

Respecto a las **características del territorio**, los expertos consideran que en el “clúster” existe una cultura de emprendimiento débil (*start-ups*, *spin-off* e instalación de empresas extranjeras), lo que impide que crezca. Si bien, el Valle del Cauca es reconocido por tener una importante base de desarrollo de industrias/sectores en los que la biotecnología tiene un alto potencial de aplicación, el número de empresas de base biotecnológica en el territorio es muy reducido. Algunas de las grandes empresas que trabajan en biotecnología con implicaciones en el sector agrícola alimentario son Levapan S.A., Sucroal S.A. e Ingredión Colombia S.A. En cuanto al mercado laboral, los expertos reconocen que la presencia de trabajadores calificados (tecnólogos), tiene un efecto importante en el desarrollo exitoso de las PYMEs en el “clúster”. En el Departamento, se están realizando esfuerzos para elevar el nivel de profesionalización del mercado laboral local, lo que beneficia al desarrollo de sectores intensivos en conocimiento como el biotecnológico. Esta profesionalización se hace evidente en la participación en becas de doctorado y maestría en ciencias básicas, desarrollo tecnológico e innovación y; por el fortalecimiento institucional de las universidades de la región y la creación de programas de posgrado relacionados con biotecnología.

**Análisis estructural.** Las **competencias de los actores** dentro de un clúster son fundamentales para su óptimo desarrollo. En especial, los expertos señalan que la cohesión y desarrollo del clúster necesitan de un facilitador que actúe como director, administrador e interlocutor entre diferentes entidades. En el Valle del Cauca, la entidad que ha actuado como facilitador del SRIB ha sido la Corporación Biotec; sin embargo, requiere de la formalización de estas funciones en el sistema de innovación que se encuentra en consolidación. Por el momento, se plantea que la Corporación Biotec actúe como Secretaría Técnica del SRIB.

En cuanto a la **interacción** entre los actores, se reconoce la importancia de generar una suficiente masa crítica para el sector de la biotecnología. Los expertos señalan que el “clúster” promueve el ingreso de nuevas empresas, el fortalecimiento de las existentes y la cooperación con “clústeres” relacionados. Dentro de las Apuestas de desarrollo del Valle del Cauca se encuentra la sofisticación e impulso a la innovación empresarial en los focos estratégicos (Ej. Agroindustrial-Agropecuario). No se hace mención explícita, desde las políticas públicas, al fortalecimiento del tejido empresarial del sector biotecnológico. Sin embargo, deja la puerta abierta para apoyar la ejecución de proyectos de innovación aplicada en los que se desarrollen productos/servicios en alianza con actores internacionales y actores del Sistema Nacional de CTI (Ej. Centro Nacional de Secuenciación, Centro Nacional de Bioinformática, Centro de Excelencia de la Biotecnología).

Los expertos también reconocen que las empresas de “clúster” necesitan vincularse e interactuar con mercados y cadenas de valor globales para desarrollar “*Spillovers*”. Las grandes empresas que trabajan en biotecnología en el Valle del Cauca han logrado expandir su mercado y han penetrado en segmentos de mercado extranjeros; sin embargo, esto no sucede con frecuencia en las PYMEs. De hecho, los expertos indican que los mercados atendidos por

las empresas tienen un nivel de sofisticación bajo. Lo que en definitiva no promueve el avance de las empresas en la búsqueda de soluciones innovadoras disruptivas. Igualmente, los expertos están de acuerdo que la sostenibilidad del “clúster” depende de su capacidad para atraer, vincular y conservar actores fuertes. El proceso del SRIB ha logrado convocar a múltiples actores representativos del sector empresarial, gubernamental y de instituciones académicas y de investigación, junto a organizaciones de la comunidad. Sin embargo, además de atraer y vincular a los actores se requieren de esfuerzos continuos y decididos para conservarlos y lograr consolidar las iniciativas.

En términos de **infraestructura**, una de las mayores preocupaciones es la disponibilidad de recursos financieros para el desarrollo del sector biotecnológico. Al respecto, los expertos perciben que la insuficiencia de fuentes de financiación y de apoyo gubernamental es una barrera para el desarrollo de proyectos de innovación. En los documentos consultados se evidencia la necesidad de recurrir a procesos de cooperación internacional para acceder a recursos financieros adicionales a los que provienen de fuentes públicas. Asimismo, los expertos aducen que la transferencia tecnológica exitosa requiere de una plataforma científico-tecnológica que dinamice la investigación y la realización de pruebas-ensayos de los emprendedores. Dentro del SRIB se plantea la articulación y el fortalecimiento de la infraestructura científico-tecnológica existente, indicando con ello, las brechas que aún debe superar el sector para impulsar la innovación en las PYMEs, robustecer los procesos de transferencia tecnológica e incubar empresas de base biotecnológica.

Los expertos mencionan que los servicios de agencias de mercadeo, abogados de patentes y consultorías para emprendedores, impactan significativamente el desarrollo del “clúster”. Las empresas de consultoría han desempeñado un papel importante en la región en asuntos como la promoción de misiones internacionales, en la elaboración de estudios

especializados y en el desarrollo de seminarios para estimular el emprendimiento entre los actores de la región.

Finalmente, respecto a las **condiciones marco**, la mayoría de los expertos considera esencial que en Colombia exista un marco regulatorio armónico y completo que contemple desde el acceso a recurso genético hasta la comercialización de productos para el desarrollo de una red biotecnológica exitosa. El marco regulatorio se ha convertido en uno de los obstáculos más grandes para el desarrollo del sector biotecnológico. Se aduce que los compromisos del CONPES 3697 de 2011 no se han cumplido, que existen grandes demoras y dificultades para acceder al recurso genético, el marco regulatorio no se encuentra unificado, sino que cada principio activo requiere de un permiso especial, las empresas tienen dificultades para desarrollar proyectos conjuntos en biotecnología por la existencia de vacíos regulatorios, entre otros. En el Valle del Cauca se han hecho esfuerzos en el establecimiento de condiciones marco particulares para el desarrollo de proyectos en el que participan múltiples actores, tal es el caso del proyecto “Agrópolis del Norte”, para el que se definieron estatutos para la ejecución y gestión del proyecto.

**Análisis funcional.** Entre los expertos de los dos estudios de caso no hubo ninguna coincidencia para los factores de éxito de esta dimensión de análisis.

## 4.2 Caso Gatersleben, Alemania

Figura 4.7

*Caso Gatersleben, Alemania*



Fuente: basado en GGG (2018)

Gatersleben es un municipio de Seeland, ubicado a 10 km de la ciudad de Quedlinburg y casi en el centro del estado federal de Sajonia-Anhalt, se le reconoce por su investigación y desarrollo en torno a las semillas. Se puede llegar fácilmente desde ciudades y aeropuertos cercanos en transporte público y en automóvil. (GGG, 2018).

Sajonia-Anhalt es uno de los 16 estados federados de Alemania y comprende tres distritos urbanos: Magdeburgo, Halle, Dessau-Roßlau y once distritos rurales. La riqueza

natural de este estado federado se aprecia en sus parques naturales y reservas de biosfera que alojan a una gran variedad de plantas y animales (Sachsen-Anhalt, 2011)

#### **4.2.1 Descripción de los eventos**

Gatersleben está ubicado en una de las zonas más fértiles de Alemania, en un centro histórico y actual de fitomejoramiento, y ahora es el centro de excelencia para la biotecnología vegetal en Alemania (IMG, 2019). La importancia de Gatersleben en la biotecnología vegetal se debe en gran medida al Instituto Leibniz de Genética de Plantas e Investigación de Cultivos (IPK), que alberga el mayor banco de genes de cultivos de Alemania y tiene más de 60 años de experiencia en investigación (GGG, 2018).

En 1999, las primeras empresas ubicadas en Gatersleben fueron empresas derivadas del IPK. En 2000 se construyó un centro de biotecnología y en 2006 se consolidó el Parque Biotecnológico de Gatersleben. En la actualidad, existe una amplia red que conecta a actores de la industria y los negocios con entidades de investigación y agentes políticos. En 2012, *Bayer CropScience AG* inauguró su Centro Europeo de Mejoramiento de Trigo en Gatersleben, desde donde coordina todas las actividades de investigación europeas de la empresa para el mejoramiento de trigo. (GGG, 2018)

Es importante destacar que el Green Gate Gatersleben-GGG es una iniciativa de las empresas e instituciones de investigación en plantas y en biotecnología, así como de las autoridades públicas regionales con sede en Gatersleben. El objetivo de GGG es comercializar y presentar conjuntamente al mundo exterior a Gatersleben y las competencias y servicios de sus socios. "Bajo la marca paraguas "*Green Gate Gatersleben® - The Plant Biotech Center*", los socios de GGG definen las actividades que llevarán a cabo conjuntamente, como simposios, seminarios y la participación conjunta en ferias comerciales." (Eise & Stuber, 2016, p. 106)

### 4.2.2 Análisis Espacial

Particularidades de los factores de éxito que se encuentran agrupados en los constructos: políticas públicas, contexto social frente a la biotecnología, contexto macroeconómico y características del territorio.

a. **Políticas públicas.** Alemania dispone de un esquema administrativo compuesto por tres niveles: nacional, regional y federal. El nivel nacional se enfoca en el desarrollo de condiciones marco (favorables), y el desarrollo de campos relevantes a gran escala para todo el país, que requieren la agrupación de fuerzas; el nivel regional se concentra en las condiciones específicas del territorio (estructura empresarial, sectores predominantes, potenciales y recursos, debilidades y desafíos específicos). “En algunos campos de política, ambas partes pueden participar (los llamados *Gemeinschaftsaufgaben* (acuerdos conjuntos nacionales-regionales)), particularmente en mejorar la estructura económica regional y en mejorar la agricultura y la preservación costera.” (Zenker & Kroll, 2014, p. 4) De esta manera actúan en bloque bajo una **visión de desarrollo compartida.**

En asuntos particulares del desarrollo al sector biotecnológico la Comisión Central para la Seguridad Biológica (ZKBS, Instituto Robert Koch) es el principal organismo asesor del Gobierno en investigación y manipulación genética (Ley de Tecnología Genética de 1990). La ZKBS unifica los intereses de sus miembros, quienes representan a los sindicatos, los organismos de salud ocupacional, la industria, las instituciones de investigación y los grupos de protección del medio ambiente. A su vez, “la Oficina Federal de Protección al Consumidor y Seguridad Alimentaria (BVL) es la autoridad competente que autoriza ensayos de campo abierto, comercialización y brinda asesoría a la ZKBS.” (Rigaud, 2008, p. 60)

En 2014, “el gobierno de Sajonia-Anhalt adoptó la Estrategia de Innovación Regional (RIS) que establece una serie de medidas para el desarrollo de la bioeconomía e identifica al sector como uno de los principales mercados de la región.” (Charles et al., 2016, p. 9)

El desarrollo del sector de la bioeconomía en Sajonia-Anhalt es una iniciativa del gobierno regional y forma parte del RIS desarrollado por la región. El Consejo Asesor de Socios de WISO que se ocupa de los fondos de la Unión Europea y comprende asociaciones científicas, ONG, OSC (organizaciones de la sociedad civil) y otras asociaciones, participó en el proceso de desarrollo del RIS. Además, el grupo de BioEconomía reúne a socios de la industria y la ciencia, quienes son actores clave dentro de la bioeconomía regional, están fuertemente involucrados en el desarrollo y la implementación del RIS. El grupo de BioEconomía cubre los estados de Sajonia-Anhalt y Sajonia (Leipzig, Dresden) y se concentra alrededor de Leuna. “El objetivo del clúster es desarrollar la región de Alemania Central y transformarla en un modelo internacional para la bioeconomía.” (Charles et al., 2016, p. 15)

Específicamente, la estrategia de Sajonia-Anhalt “se centra en mejorar la competitividad de las PYMEs de la región y generar un crecimiento inteligente, sostenible y socialmente inclusivo y promover la innovación, a través del clúster de BioEconomía”. El Ministerio de Educación y Economía de Sajonia-Anhalt trazó un mapa de ruta para la implementación de RIS. (Charles et al., 2016, p. 16)

Respecto a la **política de innovación**, el estado federal sigue el enfoque de vincular la investigación y la innovación para iniciar y presentar actividades innovadoras. Este modelo tiene tres elementos clave de las políticas regionales de investigación e innovación: (i) Fomentar la producción de conocimiento, (ii) Promover la transferencia de conocimiento y (iii) Apoyar las actividades de innovación. Las políticas dirigidas a la producción de conocimiento apoyan la investigación fundamental de alto nivel orientada a su aplicación en campos de investigación centrales. Las destinadas a la transferencia de conocimiento y tecnología, se

reflejan en diversas medidas para apoyar el intercambio de recursos entre los sectores industrial y de investigación. Finalmente, el apoyo a la innovación en las empresas regionales está orientado especialmente a la capacidad de absorción en la mayoría de las empresas regionales, para ello se han creado varios instrumentos para crear conciencia y proporcionar incentivos para la innovación. (Zenker & Kroll, 2014, p. 3)

Un enfoque importante de la política científica y económica del estado federal es el fortalecimiento de los potenciales y capacidades de innovación de las empresas regionales. Sin embargo, emerge como desafío el bajo nivel de participación privada en actividades de investigación y desarrollo. Por lo tanto, “la medida clave de la política regional se concentra, por un lado, en apoyar las interconexiones y la creación de redes entre las PYMEs y las universidades regionales, y por el otro, en promover que las PYMEs utilicen, implementen y exploten los impulsos innovadores del sector científico regional.” (Zenker & Kroll, 2014, p. 21)

Durante períodos anteriores, el enfoque de la política se centró fuertemente en la construcción y el establecimiento de nuevas infraestructuras (Ej. institutos de investigación aplicada), redes y clústeres. La política actual centra sus esfuerzos en su consolidación y en mejorar su eficiencia. Con la Estrategia de Innovación Regional 2014-2020 de Sajonia-Anhalt, la política regional integra la especialización en mercados líderes y define doce pautas de la estrategia. El objetivo es convertirse en una ubicación líder para atraer y apoyar negocios innovadores y actividades científicas en los mercados líderes identificados de: Energía; ingeniería mecánica, construcción de plantas, eficiencia de recursos; salud y medicina; movilidad y logística; **química y bioeconomía**; y alimentos y agricultura<sup>25</sup>. (European Commission, 2019)

---

<sup>25</sup> Las doce directrices tienen como objetivo dar forma al perfil regional a través de la orientación de la política de innovación en los mercados líderes, la atracción de nuevas empresas, clústeres y redes de

Los esfuerzos realizados en la construcción de redes y clústeres resultan coherentes con la **política de desarrollo basada en sistemas de innovación**. “El sistema de innovación de Sajonia-Anhalt evolucionó sustancialmente durante los últimos años; muchas estructuras fueron recientemente establecidas. Esto se refiere a la infraestructura de investigación (por ejemplo, institutos de investigación aplicada), así como a organizaciones intermediarias como clústeres y redes.” (Zenker & Kroll, 2014, p. 4).

Sajonia-Anhalt cuenta con varias redes y clústeres. La política de clústeres fue uno de los objetivos de la Estrategia de Innovación 2013, esta integró los resultados de un análisis de los potenciales de clústeres regionales. Los clústeres reciben fondos públicos por un período de seis años. El Ministerio de Educación y Economía define los acuerdos objetivo con cada clúster individual; uno de los clústeres admitidos es el de biotecnología en Alemania Central. “Las redes y los clústeres se consideran condiciones previas importantes para crear crecimiento y empleo en la región, particularmente mediante el equilibrio de las desventajas existentes a través de la alta proporción de PYMEs”. Respecto a las redes regionales en biotecnología se destaca la red de biotecnología vegetal InnoPlanta. “A través de una movilización sostenible de potenciales económicos regionales, el apoyo al desarrollo estratégico de Clústeres de Vanguardia (*Leading-Edge Clusters*) tiene el objetivo de aumentar el crecimiento, asegurar o crear empleos y mejorar el atractivo de Alemania como un lugar para la innovación y los negocios.” (Zenker & Kroll, 2014, p. 17)

---

innovación, para desarrollar el potencial de innovación de las empresas regionales, para centrarse aún más en el potencial científico regional, para fortalecer la cultura empresarial, internacionalización y agrupación de fondos regionales, nacionales y europeos disponibles, etc. y para crear sinergias en las cadenas de valor. La implementación de la estrategia se centrará en la colaboración entre la ciencia, la industria y la política, y se invita a otras partes interesadas como las cámaras y asociaciones regionales a contribuir activamente a este proceso. Existen instrumentos adicionales para la promoción de la investigación a través de los Fondos Estructurales de la Unión Europea, en particular el ERDF. La razón principal es abordar la promoción de la ciencia y los negocios relacionados con la ciencia para mejorar el número de empresas con sus propias instalaciones de investigación y desarrollo en la región. (European Commission, 2019)

Los avances alcanzados son el resultado de **políticas públicas claras y articuladas**. Uno de los documentos más importantes es la Estrategia de Alta Tecnología de 2006, debido a que es el primer marco integral e interministerial para la política de innovación alemana. La innovación es entendida desde una perspectiva amplia y por lo tanto la Estrategia Alta Tecnología tiene como objetivo integrar y coordinar diferentes campos de políticas. Convertir a Alemania en una ubicación industrial y de servicios intensiva en investigación y conocimiento hace parte de la Iniciativa de Excelencia en universidades alemanas, la Competencia de Clúster de Vanguardia, el Pacto de Educación Superior o la Iniciativa Conjunta de Investigación e Innovación, entre otras. Este enfoque se desarrolló aún más, dando como resultado la Estrategia de Alta Tecnología 2020 que busca contribuir a la resolución de problemas y desafíos globales. (Zenker & Kroll, 2014, p. 17)

**b. Contexto social frente a la biotecnología.** En Alemania, **percepción sobre el desarrollo de la biotecnología** no ha sido positiva. Las ONG han estado activas desde principios de la década de 1980, mucho antes que en la mayoría de los países de la Unión Europea y existía una fuerte resistencia pública contra los OGM, debido a que se les percibía en gran parte como una amenaza a la "naturaleza": En años anteriores, hubo una intensa oposición a la agricultura industrial, incluida la agricultura biotecnológica, por parte de los promotores de la agricultura alternativa. Esta oposición se evidenció en la destrucción de los campos genéticamente modificados que obligaron a Ingenta a trasladar sus ensayos de campo abierto a los Estados Unidos. A lo largo de la década de 1990, la polarización del conflicto no evolucionó. Después de 2001, el debate se ha vuelto más racional. La Ley de 2005 ha sido elogiada por los ambientalistas (*Greenpeace*) y criticada por el sindicato de campesinos (DBV), los investigadores (Instituto *Max Planck*) y la industria (*BIO Mitteldeutschland GmbH*). "El

estado de Sajonia-Anhalt ha presentado una queja sobre la constitucionalidad de la ley”.

(Rigaud, 2008, p. 60)

Respecto al clúster de BioEconomía de Sajonia-Anhalt, las empresas y las entidades de ciencia, junto con el gobierno regional han sido sus principales promotores; sin embargo, “las ONGs y otros grupos de la sociedad civil han tenido poco o ningún compromiso” (Charles et al., 2016, p. 17).

A pesar de las iniciativas del gobierno regional se evidencia aún no hay una suficiente **disposición al cambio**. “La economía de Sajonia-Anhalt es una que, por su propia naturaleza, no es muy receptiva a las estrategias de transformación económica. Por el contrario, la economía regional sigue dependiendo en gran medida de una serie de actores industriales titulares y un número limitado de polos de crecimiento más recientes.” (Zenker & Kroll, 2014, p. 15). Además, “es muy difícil lidiar con el pensamiento tradicional y comunicar nuevas ideas entre los ciudadanos (por ejemplo, agricultores en Sajonia-Anhalt). La promoción de nuevas ideas es aún más desafiante cuando la discusión se centra en temas relacionados con la bioeconomía” (Charles et al., 2016, p. 62).

**c. Contexto macroeconómico.** El estado de Sajonia-Anhalt se encuentra entre los estados federados orientales de Alemania con mayor inversión extranjera directa (Sachsen-Anhalt, 2011), lo que ha tenido un impacto importante en el **desempeño económico** más reciente del territorio. La región ha enfrentado una transformación política y económica significativa desde la década de 1990 y se “caracteriza por estructuras económicas frágiles y una dependencia comparativamente alta de las grandes empresas industriales que, con frecuencia sin sede en la región, tienen sus instalaciones de investigación en otros lugares. Además, la región se caracteriza por disparidades intrarregionales: las actividades económicas se concentran en gran medida en un número limitado de ciudades, mientras que otras partes

están escasamente pobladas y dominadas por actividades agrícolas.” (Zenker & Kroll, 2014, p. 2)

Respecto a otras regiones, Sajonia-Anhalt se encuentra algo rezagada en varias dimensiones, como: el PIB per cápita, la tendencia de crecimiento del PIB a largo plazo, el alto desempleo estructural, un crecimiento limitado de la productividad laboral. Además, la región se encuentra entre las más orientadas a actividades agrícolas. “La economía regional depende de la minería, las industrias pesadas, el transporte público y el sector de servicios para crear y mantener el empleo, y enfrenta dificultades para construir nuevos centros económicos en un área envejecida y estructuralmente débil” (Zenker & Kroll, 2014, p. 7)

La transformación de la región se ha debido en parte a la privatización de los sectores de carbón y químico después del proceso de reunificación; de la relocalización de nuevas industrias del occidente de Alemania, la Unión Europea, los Estados Unidos y otras partes del mundo; de alta Inversión Extranjera Directa y de la herencia industrial basada en maquinaria pesada, manufactura, refinería y especialmente química. “La región ahora tiene un número de parques químicos modernos que ofrecen buenas sinergias e iniciativas cooperativas entre varias empresas en el parque y una voz común para interactuar con jugadores e inversionistas globales.” (OCDE, 2012, p. 197)

En términos de **producción**, aunque la actividad económica en Sajonia-Anhalt sigue fuertemente caracterizada por la industria química, así como la minería, la construcción de maquinaria, las industrias alimentarias, los servicios públicos, el transporte, la logística y la agricultura. “No obstante, se han desarrollado nuevos campos, principalmente en automoción, biotecnología, tecnologías médicas, tecnologías de la información y la comunicación, y energías renovables (particularmente energía eólica, fotovoltaica)”. (Zenker & Kroll, 2014, p. 2)

Respecto a las **exportaciones**, la región de Sajonia-Anhalt no es fuerte en comparación con otras regiones de Alemania. De acuerdo con Oficina Estatal de Estadística de Sajonia-

Anhalt, en 2017, el 69% de las exportaciones tuvieron como destino a los estados miembros de la Unión Europea, el 37,7% a países de la Eurozona. Los principales países de destino de las exportaciones de Sajonia-Anhalt fueron Polonia (+8,5%), el Reino Unido (+8.6%), los Países Bajos (+16.0%) y Francia (-6,7%)". (IMG, 2019)

El **ambiente de negocios** de Sajonia-Anhalt es favorable debido a que la región ofrece un alto nivel de seguridad y de protección para la propiedad intelectual, estabilidad política, un sistema legal confiable y una alta aceptación de la industria. Además, los procedimientos de aprobación de los negocios son rápidos y fáciles, servicios de consultoría son gratuitos, profesionales y orientados al cliente (IMG, 2019).

**d. Características del territorio.** El estado de Sajonia-Anhalt dispone de condiciones climatológicas favorables. Las épocas de lluvias y los suelos fértiles promueven la agricultura y la fitotecnia moderna. (Eise, 2018). Dos tercios del área de Sajonia-Anhalt son tierras agrícolas. Los suelos negros del Magdeburger Börde son particularmente fértiles. La calidad del suelo de esta región se encuentra entre las mejores de toda Alemania, estos **atractivos territoriales** proporcionan una base excelente para la agricultura y el sector de procesamiento de alimentos. (Sachsen-Anhalt, 2011). Adicionalmente, Sajonia-Anhalt ofrece paisajes variados, desde tierras bajas con bosques en la región de Altmark hasta paisajes de montaña en la región de Harz con su monte "Brocken" de 1.142 metros de altura. Los ríos Elba, Saale y Unstrut, así como muchos otros ríos y numerosos lagos, complementan el paisaje único de Sajonia-Anhalt. Se creó varias reservas naturales como el Parque Nacional Harz y la Reserva de la Biosfera del Elba para conservar esta singularidad. (IMG, 2019)

Sajonia-Anhalt se encuentra en el corazón de Alemania y en el centro de Europa. (IMG, 2019) Esta es una ubicación geográfica favorable, próxima a los mercados europeos principales. Después de la reunificación y la expansión de los límites de la Unión Europea hacia

el este, en 2004, “Sajonia-Anhalt disfruta ahora de una ubicación central con respecto los mercados europeos principales, tanto al oriente como al occidente. Esta ubicación central ha sido un elemento importante en la atracción de capital de Inversión Extranjera Directa y en la relocalización de empresas”. (OCDE, 2012, p. 197)

Previamente al establecimiento de GGG, la región había desarrollado **conocimientos y capacidades agroecológicas y en biotecnología**. El territorio dispone de una experiencia amplia en la construcción de invernaderos y en fitomejoramiento. Las empresas artesanales y comerciales residentes han adaptado sus perfiles de servicio a los requisitos de las empresas de biotecnología. (Eise, 2018, p. 23). La región cuenta con experiencia en la elaboración de productos alimenticios, productos químicos, en el procesamiento de madera/celulosa y en la economía agrícola; además, “un conocimiento excelente sobre recursos renovables y procesos de biotecnología como base para la industria, la energía y la nutrición.” (IMG, 2019)

La fuente principal de conocimientos en biotecnología vegetal es el Instituto IPK, fundado en 1943 como el Instituto Kaiser Wilhelm para la Investigación de Plantas Cultivadas, posteriormente se integró en la Academia de Ciencias de la GDRGDR, y en 1992 adoptó el nombre de Instituto Leibniz de Genética de Plantas e Investigación de Cultivos-IPK. La experiencia del Instituto por más de 75 años, lo “ha convertido en uno de los principales centros mundiales de investigación de plantas, empleando a unos 250 científicos de más de 30 países. Como miembro de la Asociación Leibniz (*Leibniz-Gemeinschaft*), está financiado por la República Federal de Alemania y los Estados de Sajonia-Anhalt y Mecklemburgo-Pomerania Occidental”. (Eise, 2018, p. 8)

Los procesos de intercambio de conocimientos y negocios se benefician de la **infraestructura física** de la región. Existen siete autopistas que conectan a la región con el resto de Alemania, cinco terminales trimodales, casi 2.000 Km de ferrocarriles gestionados por *DB Netz AG* y 1.115 Km de ferrocarriles privados. En el territorio hay seis aeropuertos

regionales y se puede acceder a tres aeropuertos internacionales cercanos: el Aeropuerto internacional Leipzig/Halle con operación 24/7 para vuelos de carga; el Aeropuerto de Berlín y el Aeropuerto de Hanover. Además, Sajonia-Anhalt dispone de 600 Km de vías navegables y 18 puertos/terminales de carga. “El Elba, es una de las vías fluviales más importantes de Europa Central y el enlace principal para la navegación interior hacia el puerto internacional de Hamburgo, fluye a través de Sajonia-Anhalt desde el sureste hasta el noroeste, cubriendo una distancia de unos 303 Km”. (IMG, 2019)

Las actividades industriales atraídas después de la reunificación consistieron principalmente en sub-suministro y ensamble final de productos sin ninguna movilización de las oficinas principales de las empresas al área” (OCDE, 2012, p. 198). Lo que ha tenido un impacto importante en la **cultura de innovación** de la región. La estructura económica de Sajonia-Anhalt se caracteriza principalmente por pequeñas y medianas empresas, de estas solo una modesta parte realizan actividades de I+D e innovación y algunos grandes actores industriales participan de manera moderada en actividades de I+D en la región (Zenker & Kroll, 2014). “La proporción estimada de innovadores en el sector de las PYMEs sigue siendo ligeramente superior a la media, al menos en la perspectiva europea. Sin embargo, desde una perspectiva nacional, la situación en el sector de las PYMEs de Sajonia-Anhalt debe parecer bastante sombría. (Zenker & Kroll, 2014, p. 8)

Aunque se han realizado varios esfuerzos para mejorar esta situación y para intentar conectar la base económica regional con las fuentes generadoras de conocimiento e investigación, estos solo tendrán efecto en el mediano y largo plazo (Zenker & Kroll, 2014). “El sector de investigación y desarrollo de Sajonia-Anhalt sigue siendo uno de los más frágiles en Alemania”. “La intensidad local de investigación y desarrollo se mantiene muy por debajo del

promedio nacional (1,37% comparado con 2,82%)". "En general, el gasto regional en I+D empresarial representa solo €214,5 millones, por lo que su intensidad alcanza un 0,44% en comparación con el 1,91% del promedio nacional" (Zenker & Kroll, 2014, p. 9). En este sentido, "el desafío más importante del sistema regional de innovación de Sajonia-Anhalt está relacionado con la estructura empresarial regional, en gran parte compuesta por pequeñas y muy pequeñas empresas, y sus debilidades en investigación, desarrollo e innovación: debido a su pequeño tamaño, su falta de capacidades y recursos para realizar actividades de I+D y participar en actividades de innovación, que, a su vez, son necesarias para garantizar la posición de mercado y la competitividad de las empresas a mediano y largo plazo. Directamente vinculada a esta debilidad está la falta de disponibilidad de conocimiento en la región eso, combinado con la débil capacidad de absorción (parcial) de las empresas regionales, lleva a que los potenciales de innovación existentes no se utilicen por completo". (Zenker & Kroll, 2014, p. 32)

En este contexto, el Ministerio de Ciencias y Asuntos Económicos se ha propuesto como objetivo crear una amplia conciencia de la innovación en todo el estado federal, incluida la divulgación activa a las empresas que hasta ahora no han innovado. Con ese fin, el gobierno regional despliega recursos y fomenta las estructuras regionales de investigación y transferencia, como la Red de Competencia para la Investigación Aplicada y Orientada a la Transferencia (KAT) (Zenker & Kroll, 2014, p. 28). Debido a que el número de innovadores de alta tecnología es moderado, "los programas regionales de innovación para el sector privado tienen como objetivo dar incentivos para que se introduzcan actividades innovadoras, incluida la innovación en tecnologías de media o de bajo nivel" (Zenker & Kroll, 2014, p. 29). Finalmente, "el Premio Hugo Junkers de Investigación e Innovación originario en Sajonia-Anhalt, es una medida adicional para proporcionar incentivos para la innovación a científicos excelentes, así como para sensibilizar al público sobre los logros tecnológicos de los proyectos

ganadores.” El premio económico “está dirigido tanto a empresarios como a científicos de los sectores de investigación regionales universitarios y no universitarios”. (Zenker & Kroll, 2014, p. 35)

“Un aspecto importante de la política de innovación en Sajonia-Anhalt es la introducción e implementación de una **cultura de emprendimiento** como elemento estratégico general de la Estrategia Regional de Innovación” (Zenker & Kroll, 2014, p. 28). Esto se debe a que Sajonia-Anhalt se encuentra entre los estados federados con tasas de establecimiento de nuevas empresas más bajas del país y a que son las PYMEs las responsables de la mayor parte del empleo en el sector industrial local. “Con más del 63% del empleo industrial y el 76% del empleo general” (Zenker & Kroll, 2014, p. 6).

La Corporación de Inversión y Mercadeo - IMG de Sajonia-Anhalt brinda apoyo a las empresas en términos de inversión en el Estado. Este acompañamiento inicia desde la idea y va hasta la implementación del negocio. Su gestión ha sido determinante en los últimos años para la actividad de emprendimiento y la generación de nuevos empleos y el aseguramiento de los puestos ya establecidos. (IMG, 2019)

Adicionalmente, la Iniciativa *Mittelstand 13* del Ministerio de Ciencia y Economía en Sajonia-Anhalt apoya a las PYMEs en procesos de innovación, inversión y apertura de nuevos mercados internacionales. Las entidades de apoyo de la región, como “las cámaras de comercio, las asociaciones, los bancos y las instituciones de investigación, ofrecen asesoría técnica o financiera para la innovación o la inversión”. (Charles et al., 2016, p. 22)

Entre las **industrias/sectores relacionados con la biotecnología**, se encuentra el sector químico, que es una de las industrias de mayor tradición del estado de Sajonia-Anhalt. Grandes corporaciones están ubicadas en la región, entre ellas: *Bayer*, *Total* y *Dow Chemical*. “Un importante centro económico se encuentra alrededor de las ciudades de Halle, Merseburg

y Bitterfeld en Sajonia-Anhalt y Leipzig y Schkeuditz en Sajonia. Se le conoce como el "Triángulo Químico", ya que la región tiene una fuerte concentración de industrias químicas y de refinación de petróleo" (European Commission, 2019). También, la industria farmacéutica, la biotecnología y la tecnología médica desempeñan un papel trascendente. La investigación académica y aplicada forma una red cercana con los productores. Por lo tanto, está creciendo una estructura que reúne competencias y garantiza que los nuevos productos estén rápidamente disponibles para el mercado de la salud. Existe una gran cantidad de fabricantes y proveedores especializados en el campo de las ciencias de la vida. El mayor productor, *IDT Biologika* de *Dessau-Roßlau*, se ha especializado en la producción biotecnológica de vacunas y productos farmacéuticos. La gama de empresas en la región abarca desde filiales de empresas internacionales, hasta plantas farmacéuticas con tradiciones que se remontan a décadas, hasta empresas biotecnológicas modernas. (IMG, 2019)

Consecuentemente, a las tradiciones agrícolas en Sajonia-Anhalt, los aspectos de desarrollo de la bioeconomía son fundamentales. Con el objetivo de extender la aplicación de las energías renovables, el uso de biomasa para la producción de energía ha aumentado. "Más de la mitad de la producción bruta de electricidad proviene de fuentes de energía renovables" (IMG, 2019). Además, "debido a la historia de la región en la industria química, también hay proyectos que utilizan madera para procesos químicos"(Charles et al., 2016, p. 59), entre ellos, "la producción de plástico a partir de celulosa" (IMG, 2019).

La **región es reconocida** por producir la mayor parte del bioetanol alemán, "tiene una industria química altamente desarrollada, empresas de investigación y fitomejoramiento, que brindan oportunidades para el desarrollo de la bioeconomía" (Charles et al., 2016, p. 9). La Región Metropolitana de Alemania Central reúne empresas clave, cámaras empresariales y autoridades locales de los tres estados alemanes Sajonia, Sajonia-Anhalt y Turingia. "El

objetivo principal de esta iniciativa es promover el desarrollo y la comercialización de las regiones de Alemania Central.” (European Commission, 2019)

Un desafío adicional de particular importancia que enfrenta el estado de Sajonia-Anhalt se relaciona con su **mercado laboral** y su capacidad para **atraer personal**. La emigración la fuerza laboral calificada de la región ha sido sustancial. “A medida que la emigración de estudiantes y graduados reduce la base de capital humano calificada de la región también se debilita el sistema regional de investigación e innovación y Sajonia-Anhalt se vuelve cada vez menos atractiva como un lugar de inversión para las empresas orientadas a la tecnología y/o las organizaciones de investigación” (Zenker & Kroll, 2014, p. 2). “La emigración selectiva de la fuerza laboral local hace que la región sea poco atractiva para los posibles inversores. Si bien las empresas pueden estar interesadas en la excelencia local en investigación, la falta de empleados potenciales puede alentarlos a mudarse a otro lugar” (Zenker & Kroll, 2014, p. 15). “La emigración de la parte más joven y mejor educada de la población convierte a la región en un lugar menos atractivo para vivir y establecerse. Incluso si las empresas tecnológicamente más avanzadas o económicamente exitosas invierten en la región” (Zenker & Kroll, 2014, p. 15).

Algunas medidas que contribuyen a **atraer personal** se relacionan con renovación y modernización de las ciudades de Sajonia-Anhalt que cambiaron significativamente de apariencia. Han surgido centros modernos y multifuncionales, y se ha logrado una exitosa mezcla de lo antiguo y lo moderno. Hoy en día hay una sobreoferta de oportunidades de vivienda. En comparación con otros estados federales, Sajonia-Anhalt se caracteriza por precios de alquiler particularmente favorables para viviendas de alta calidad. Además, en el Estado hay suficientes terrenos para construir a precios moderados, y también hay un gran potencial de las viviendas unifamiliares y bifamiliares. (IMG, 2019).

Otra medida se relaciona con las facilidades que se ofrecen en términos de servicios de educación en la región. “En Sajonia-Anhalt, los niños de hasta 14 años tienen el derecho legal a la atención de día completo en una guardería, un jardín de infantes o un centro de atención después de la escuela”. Como resultado, el Estado tiene la tasa de atención más alta entre todos los estados federales alemanes y ofrece a los padres con empleo la oportunidad de acomodar la profesión y la familia. “Las diversas ofertas educativas van desde escuelas educativas y vocacionales generales hasta escuelas de música, escuelas especiales, centros de educación para adultos y universidades”. La conectividad del sistema educativo en Sajonia-Anhalt, ofrece la oportunidad de una buena educación y de adquirir capacidades específicas que correspondan a los potenciales, habilidades e intereses específicos de los estudiantes. (IMG, 2019)

#### **4.2.3 Análisis Estructural**

Descripción de los factores de éxito que se encuentran agrupados en los constructos: competencias de los actores, interacción, infraestructura y condiciones marco.

**a. Competencias de los actores.** La *BMD GmbH* es una asociación de empresas e instituciones del sector de las ciencias de la vida y es responsable de la gestión de clústeres de biotecnología y ciencias de la vida en Sajonia-Anhalt, en este contexto actúa como **facilitadora** del clúster de Gatersleben. Las empresas y las instituciones de investigación reciben apoyo en áreas de desarrollo empresarial, desarrollo estratégico, financiación y comercialización. Uno de los principales campos en los que *BMD GmbH* se centra actualmente es en “la transferencia de tecnología eficiente en todos los niveles de implementación en el sector académico y no académico”. (Eise & Stuber, 2016, p. 110). “El Sr. Eise ha sido director gerente de BGI

*Biotechpark Gatersleben Infrastrukturgesellschaft mbH* desde 2011 y fue elegido portavoz de *Green Gate Gatersleben en 2016*” (Eise & Stuber, 2016, p. 111)<sup>26</sup>

**1. Sistema Político.** Sajonia-Anhalt tiene un parlamento y un gobierno estatales, con sede en la capital regional de Magdeburgo. El parlamento regional es el órgano constitucional y, por lo tanto, aprueba las leyes estatales federales, decide el presupuesto regional, elige al Ministro-Presidente y supervisa el gobierno y la administración. El Ministro-Presidente es el jefe del gobierno estatal federal y determina las pautas de la política del gobierno regional. En general, el sistema alemán de investigación e innovación es diferenciado y descentralizado. Se puede caracterizar por su estructura de gobernanza multinivel, principalmente como resultado del sistema de organización federal del estado alemán.” (Zenker & Kroll, 2014, p. 16)

El Ministerio de Ciencias y Asuntos Económicos<sup>27</sup> es el actor central en la definición de la estrategia de innovación. Las responsabilidades para la innovación y la investigación ahora están integradas bajo el techo de una autoridad regional, lo que facilita los procesos de construcción de estrategias”. (Zenker & Kroll, 2014, p. 3). Este proceso de reorganización

---

<sup>26</sup> “Bernd Eise trabajó en gestión de investigación en el Ministerio Federal de Educación e Investigación de 1969 a 2009. Durante este tiempo, él recibió permiso de 1979 a 1984 para ocupar un puesto como director administrativo en una agencia federal en París. De 1989 a 1991, fue enviado al comité de auditoría de la Agencia Espacial Europea en París, antes de ser nombrado director administrativo del Instituto Leibniz de Genética de Plantas e Investigación de Plantas de Cultivo en Gatersleben, un año después, para el período de 1992 a 2009.” (Eise & Stuber, 2016, p. 111)

<sup>27</sup> “El Ministerio de Ciencias y Asuntos Económicos es el actor del gobierno central en el nivel de desarrollo de estrategias de innovación y desarrollo de políticas de innovación, en estrecha coordinación con la autoridad administrativa del estado federal para los Fondos Estructurales de la UE, auspiciada por el Ministerio de Finanzas y el Estado Cancillería. El Ministerio de Ciencias y Asuntos Económicos también inició y organizó el proceso de creación y consulta de estrategias para la Estrategia Regional de Innovación 2014-2020. La base de esta estrategia fue desarrollada por un estudio externo (*VDI Technologiezentrum GmbH / GIB Gesellschaft für Innovationsforschung und Beratung GmbH* de 2013) que se basa en los elementos de (i) hallazgos empíricos sobre la economía regional, la ciencia y la educación, así como un análisis socioeconómico, (ii) una evaluación de la innovación existente y las políticas de clúster, (iii) un proceso estratégico que apunta en la identificación de potenciales de innovación regional y metas estratégicas para el desarrollo posterior del estado federal, y (iv) un amplio proceso de consulta.” (Zenker & Kroll, 2014, p. 22)

simplificó sustancialmente la coordinación horizontal de diferentes responsabilidades y competencias, y sigue siendo una excepción en Alemania. Este “Ministerio tiene las siguientes tareas principales (reflejadas en cuatro departamentos): 1. Sistema económico, administración, derecho; 2. Investigación, innovación, asuntos europeos; 3. Desarrollo empresarial, energía, minería; y 4. Universidades y ciencia.” (Zenker & Kroll, 2014, p. 21)

“En la política educativa, incluyendo todos los asuntos de educación superior, los estados federales alemanes tienen plena responsabilidad, aunque la mayoría sigue ciertos fundamentos básicos que se aplican en todo el país.” (Zenker & Kroll, 2014, p. 16)

La implementación de estas políticas requiere de **fondos financieros públicos**. Sajonia-Anhalt como el resto de los estados federales de Alemania cuenta con autonomía financiera y fondos para la financiación de actividades de I+D. Las tareas específicas asignadas a los estados federales se establecen en la Ley Básica Alemana (*Grundgesetz*). Para cumplir con estas tareas, los estados federales tienen un presupuesto que controlan de forma libre e independiente. Los presupuestos de los estados federales tienen las siguientes fuentes: (i) Ingresos fiscales (el impuesto sobre la renta, el impuesto de sociedades y los ingresos del impuesto al valor agregado; los impuestos adicionales son impuestos específicamente federales o regionales)<sup>28</sup>; (ii) la participación total de las regiones se distribuye entre los 16 estados federales (básicamente de acuerdo con el número de habitantes y lugares comerciales de las empresas); (iii) un mecanismo de igualación financiera dirigido a igualación de ingresos entre estados más ricos y más pobres, y (iv) los estados pobres reciben fondos federales suplementarios (Ministerio Federal de Hacienda). (Zenker & Kroll, 2014, p. 20)

---

<sup>28</sup> “Los estados federales alemanes (Estados federales) tienen una autonomía política sustancial basada en sus propios poderes legislativos; de hecho, la base impositiva en Sajonia-Anhalt es demasiado débil para aprovechar muchas opciones presupuestarias para la política de innovación regional más allá de las iniciativas financiadas por el ERDF/ESF” (Zenker & Kroll, 2014, p. 19)

La financiación de proyectos y la investigación regional es otorgada principalmente por el Ministerio Federal de Educación e Investigación (*Bundesministerium für Bildung und Forschung*, BMBF), pero también por otros ministerios, principalmente, el Ministerio Federal de Economía y Tecnología (*Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie*, BMWi), y de Defensa (*Bundesministerium der Verteidigung*, BMVg). La estructura del presupuesto gubernamental en 2013 fue: 42,7% para la financiación institucional de la infraestructura de investigación, un 50,0% para financiamiento de proyectos de investigación, y 1,7% para el sector de educación superior. BMBF (52,4%), BMWi (12,8%) y BMVg (12,6%) otorgan financiamiento directo a proyectos de investigación regionales y el 22,2% restante es asignado a otros ministerios<sup>29</sup>. (Zenker & Kroll, 2014, p. 16)

Como todos los estados federales alemanes, Sajonia-Anhalt también contribuye a la financiación básica de los institutos de investigación regionales no universitarios (Fundación Alemana de Investigación, cuatro institutos de la Sociedad *Max Planck*, cuatro institutos regionales de la Asociación Leibniz, dos grandes centros de investigación de la Asociación *Helmholtz* y cinco instalaciones de *Fraunhofer-Gesellschaft*) y a los fondos del DFG (Zenker & Kroll, 2014, p. 16).

---

<sup>29</sup> El "Apoyo a la Investigación y al Desarrollo" se destaca como la medida cuantitativa y financieramente más importante. Apoya proyectos de investigación y desarrollo en solicitantes individuales o en proyectos de colaboración. Otras medidas importantes son la promoción de la transferencia de conocimiento y tecnología y el apoyo con asistentes de innovación. Estas medidas son complementarias para promover la creación de empresas innovadoras en el contexto del programa "ego.-INNOVATIV" para apoyar las empresas *start-ups* (Ej. con préstamos a través de "ego.-START" para empresas innovadoras, tecnológicas o basadas en conocimiento); "ego.-PLUS" apoya las actividades de I+D, inversión o introducción en el mercado de productos, procesos o servicios; o "ego.-PROTOTYPEN" se centra en proyectos innovadores de puesta en marcha). Además, se ofrece apoyo en consultoría de innovación y en la toma de decisiones empresariales. IDEE es un préstamo de innovación que apoya a los fundadores, profesionales o PYME en la etapa posterior al desarrollo del producto, es decir, para introducir conceptos innovadores en el mercado o fortalecer el poder económico. (Zenker & Kroll, 2014)

Sin embargo, existen dos situaciones que amenazan el avance de la región en I+D+i. Por un lado, la disminución de la financiación de fuentes externas a Sajonia-Anhalt (Ej. Fondos Estructurales Europeos, los subsidios cruzados nacionales) ponen en peligro el presupuesto para la investigación, la educación superior y la promoción de la innovación de la región, al provocar una reducción del gasto público (Zenker & Kroll, 2014, p. 3). Y por el otro lado, “la emigración de estudiantes debilita el sistema de investigación regional y disminuye su legitimidad política, ya que los legisladores regionales no estarán dispuestos a pagar la educación de los estudiantes que se mudan antes de la graduación o al menos trabajarán en otro lugar más adelante” (Zenker & Kroll, 2014, p. 15).

Otro de aspecto fundamental para la implementación de las políticas son los **mecanismos de coordinación interinstitucional**. Existen varios mecanismos para coordinar los niveles federal y regional, el más destacado en asuntos relacionados con RTDI<sup>30</sup> es la Conferencia Científica Conjunta (*GemeinsameWissenschaftskonferenz*). Los miembros son ministros federales y regionales responsables de la ciencia y la investigación, por un lado, y de las finanzas, por el otro. Específicamente, la Conferencia dedica sus actividades a la financiación de la investigación, las estrategias políticas en ciencia e investigación y el sistema científico, y se centra en cuestiones que afectan tanto al nivel federal como al regional. El objetivo es coordinar las actividades políticas de interés común al tiempo que se conservan las competencias propias y, por lo tanto, contribuir al fortalecimiento de la ubicación científica y de investigación de Alemania. Más específicamente, los miembros de la Conferencia Científica Conjunta actúan unidamente para promover: (i) las instituciones y los proyectos de investigación no universitarios, (ii) los proyectos de ciencia e investigación en educación

---

<sup>30</sup> *Research, Technology Development and Innovation*-RTDI brinda apoyo con servicios profesionales de gestión de proyectos para la implementación exitosa de los proyectos de I + D o innovación basados en la cooperación a nivel europeo.

superior y (iii) la construcción de edificios de investigación en instituciones de educación superior en casos de importancia suprarregional. El Ministro de Ciencia y Economía y el Ministro de Finanzas representan a Sajonia-Anhalt en la Conferencia. (Zenker & Kroll, 2014)

Otro mecanismo de coordinación es la Conferencia Permanente de los Ministros de Educación y Asuntos Culturales de los Estados Federales en la República Federal de Alemania (*Kultusministerkonferenz*). La Conferencia Permanente aborda cuestiones de educación básica-media, educación superior, investigación y políticas culturales con importancia suprarregional. El objetivo general es construir opiniones conjuntas y voluntad política coordinada, así como la representación de intereses conjuntos. La cooperación de los ministros regionales en la Conferencia Permanente es coordinada por los propios estados federales y tiene como objetivo lograr un cierto acuerdo común en educación básica-media, ciencia y cultura en todo el país. “Las actividades se centran, por ejemplo, en la comparabilidad y el reconocimiento mutuo de títulos, asegurando estándares de calidad en escuelas, escuelas vocacionales e institutos de educación superior, o la promoción de la cooperación entre instituciones científicas, educativas y culturales. El Ministro de Educación y Asuntos culturales y el Ministro de Ciencia y Economía de Sajonia-Anhalt están involucrados en este órgano”. (Zenker & Kroll, 2014, p. 18)

Una particularidad de Sajonia-Anhalt consiste en “un ministerio conjunto para asuntos de ciencia y economía, que agrupa las responsabilidades en toda la cadena de innovación; esto solo, sin embargo, no contrarresta ni modifica toda la complejidad estructural en la gobernanza regional de Alemania para RTDI” (Zenker & Kroll, 2014, p. 19).

**2. Investigación Y Educación.** Sajonia-Anhalt alberga dos universidades principales: la Universidad Martin Lutero de Halle (se estableció en 1502 y está acreditada por Ministerio de Cultura del Estado de Sajonia-Anhalt) y la Universidad Otto von Guericke de Magdeburgo;

estas universidades tienen un enfoque pronunciado en la tecnología, la ingeniería y las ciencias naturales. Además, existen cuatro universidades vocacionales de ciencias aplicadas. (Zenker & Kroll, 2014, p. 10). La Universidad Martin Lutero ofrece **programas académicos** en ciencias de la vida y en ciencias agrícolas. Además, el Biocentro de la Universidad Martin Lutero brinda apoyo para proyectos de investigación interdisciplinarios en ciencias de la vida, y proporciona equipos y laboratorios especializados para uso de las partes interesadas, ya sean miembros de la Universidad o de instituciones de investigación no universitarias. El Biocentro como misión fortalecer los lazos entre la investigación pura, la investigación aplicada y el mundo empresarial. (UniHalle, 2019). Por otro lado, la Universidad Otto von Guericke ofrece **programas académicos**, que guardan cierta relación con la biotecnología, como: Ingeniería Biomédica, Ingeniería de Biosistemas y Biosistemas Moleculares (UniMagdeburg, 2019).

Esta oferta educativa se complementa localmente con el "Laboratorio Verde" de Gatersleben. Su objetivo es estimular el interés de los niños en edad escolar por la ciencia natural y vegetal mientras aún están en la escuela y apoyar a los escolares en la medida de lo posible en su elección de carrera. Aquí los niños y los jóvenes, pueden experimentar por sí mismos y aprender más sobre las plantas y sus hábitats. El "Laboratorio Verde" hace de la ciencia una experiencia práctica y proporciona impulsos vitales que van desde una comprensión general hasta experiencias formativas clave para tomar una decisión vocacional, lo que consiste en sí misma una **educación con visión holística**. "Los cursos que ofrece el "Laboratorio Verde" cubren un amplio espectro de temas de ciencias de las plantas que van desde la botánica a través de la biotecnología vegetal y la genética molecular hasta la ecología y la educación ambiental. El "Laboratorio Verde" cubre así un espectro de contenido educativo que es casi único en Alemania." (GGG, 2018)

Respecto a la investigación en biotecnología vegetal, el Instituto Leibniz de Genética de Plantas e Investigación de Plantas de Cultivos (IPK) en Gatersleben es un centro de

investigación líder en el descubrimiento de los principios fundamentales para la mejora del rendimiento de las plantas y el desarrollo de tecnologías habilitadoras se consideradas esenciales para comprender la arquitectura genética y la evolución de las plantas de cultivo a nivel orgánico, cromosómico y de ADN. El IPK desarrolla estrategias basadas en el conocimiento “para facilitar la utilización selectiva de la diversidad biológica para la producción sostenible de alimentos, piensos y recursos renovables. Estos esfuerzos se complementan con el desarrollo de enfoques transgénicos para mejorar el rendimiento de las plantas”. (GGG, 2018)

El Instituto comprende cuatro departamentos científicos: Genebank, Análisis de Citogenética y Genoma, Genética Molecular, Fisiología y Biología Celular<sup>31</sup>. Los temas de investigación principales son: la conservación, el desarrollo y la explotación de la diversidad genética, la dinámica de los genomas de las plantas y la biología integradora del rendimiento de las plantas (GGG, 2018). Sobre esta base, busca soluciones innovadoras y basadas en conocimiento para la adecuada “explotación de los recursos fitogenéticos, la mejora de la eficiencia en el uso de los recursos y la mejora de la sostenibilidad de la producción vegetal” (Eise, 2018, p. 7). El IPK encabeza un consorcio internacional para mapear y secuenciar el genoma de la cebada. El Instituto también trabaja en marcadores moleculares y técnicas de transformación. Los programas de investigación experimental que apoyan los estudios en genómica estructural y funcional, bioquímica y biología celular, se apoyan con un programa integral de bioinformática y genómica computacional (GGG, 2018).

---

<sup>31</sup> “El IPK emplea a unas 550 personas. Su infraestructura de investigación es de vanguardia, y sus científicos están integrados en una red internacional”. Además, en el IPK se ofrecen **programas educativos** y de apoyo estructurados para estudiantes de doctorado, se han establecido varios grupos de trabajo independientes para desarrollar su propio perfil científico. (Eise, 2018, p. 8)

Adicionalmente, en el IPK se ubica el Banco Federal de genes ex situ para especies de cultivos agrícolas y hortícolas, que es el responsable de la conservación, caracterización y documentación de los recursos genéticos de los cultivos. Desde su fundación, se han enviado más de un millón de muestras de semillas, tubérculos y plántulas. La colección, que comprende más de 150.000 muestras derivadas de unas 3.000 especies. El Banco de Genes hace una contribución importante para detener la degradación de la diversidad genética tanto en los cultivos como en plantas silvestres. Además, el “Banco de Genes actúa como un centro internacional de información para la taxonomía de las plantas de cultivo al mantener una colección completa de referencia botánica”. (Eise, 2018, p. 9)

En este contexto, la experiencia científica disponible en el IPK ha promovido el nacimiento de nuevas empresas de base biotecnológica (Ej. *TraitGenetics GmbH*) y al asentamiento de empresas como *Saaten-Union Biotec GmbH* (IMG, 2019).

El conocimiento científico generado logra materializarse, en parte, gracias a los procesos de **transferencia tecnológica**. Desde mediados de la década de 2000, el Centro de Ciencias de Sajonia-Anhalt - WZW (*Wissenschaftszentrum Sachsen-Anhalt Lutherstadt Wittenberg*) se ha comprometido a apoyar los vínculos entre instituciones de investigación universitarias y no universitarias y la industria. Su misión general es apoyar la política científica del estado federal y los procesos de intercambio entre ciencia, economía, política y sociedad. A pesar de esto, dentro de muchas organizaciones de investigación, la transferencia de conocimiento y tecnología sigue siendo insuficientemente reconocida como una "tercera tarea" después de la enseñanza y la investigación; además, es difícil identificar personas de contacto para temas específicos. Sumado a ello, “la falta de personal calificado e infraestructura física dificultan la implementación de la transferencia de tecnología y conocimiento. Finalmente, la infraestructura de investigación fragmentada a menudo deja brechas en la correspondencia

entre la demanda industrial local de soluciones y las capacidades de investigación disponibles localmente". (Zenker & Kroll, 2014, p. 10)

Aunque existen varias oficinas de transferencia de tecnología y organizaciones relacionadas, la gama de servicios que ofrecen es poco transparente. "La calidad de algunos de los servicios es baja, y su administración requiere mejoras y profesionalización. Una limitación adicional a las actividades locales de transferencia de tecnología es que las universidades locales cooperan menos con socios externos que en otros lugares." (Zenker & Kroll, 2014, p. 10)

Es por ello, que, en la transferencia de conocimiento, las redes y los clústeres desempeñan un papel crucial en la combinación eficiente de los recursos regionales. En esto se destaca la Red de Competencia para la Investigación Aplicada y Orientada a la Transferencia (*Kompetenznetzwerk für Angewandte und Transferorientierte Forschung-KAT*), esta es una red de transferencia del sector regional de educación superior, cuyo propósito se centra en proporcionar soluciones para las empresas regionales (European Commission, 2019).

La misión general de KAT es actuar como catalizador de la innovación para las empresas regionales a fin de fortalecer su competitividad. KAT sigue un enfoque orientado a las necesidades y coopera con las cámaras regionales, las asociaciones y los institutos de transferencia para facilitar la explotación de los resultados de la investigación para las empresas. "KAT no solo se centra en proyectos de investigación y desarrollo e innovación, sino que la red también proporciona acceso a sus instalaciones de infraestructura y equipamiento". (Zenker & Kroll, 2014, p. 24)

Los miembros de KAT se dirigen a las empresas regionales, en especial, a las PYMEs, para motivarlas a innovar. Los instrumentos principales son la transferencia de tecnología a través de visitas personales y comprobantes de transferencia. La Red actualmente apunta a

que sus centros de competencia tengan un mayor desarrollo orientado al mercado; enfocándose en empresas regionales que hasta ahora no han participado en la transferencia de conocimiento y tecnología; fortalecer la cooperación con la agencia regional de patentes y centrarse más en los derechos de propiedad intelectual; o apoyar nuevas empresas innovadoras en cooperación con universidades y a través del programa ego.-INNOVATIV. (Zenker & Kroll, 2014, p. 24)

**3. Sistema De Valor Agregado.** La economía regional de Sajonia-Anhalt se caracteriza por el predominio de las PYMEs. Según Zenker y Kroll (2014, p. 10), “el resultado de esta estructura es que los mercados locales para soluciones complejas permanecen subdesarrollados. Además, muchas empresas locales muestran una falta de capacidad de absorción tecnológica, así como una falta de recursos financieros para participar en colaboraciones ciencia-industria con un resultado poco claro”. Sin embargo, en Gatersleben se aprecia un comportamiento diferente en algunas empresas, que se encuentran activas en innovación, algunas son:

- **Orgentis Chemicals.** Desde 1991 ha desarrollado procesos de síntesis desde escala de laboratorio hasta cantidades semi a granel para moléculas objetivo-predefinidas y sintetiza una amplia gama de compuestos orgánicos específicos para sus clientes. Una de sus actividades principales es la purificación y separación de productos naturales y compuestos orgánicos sintéticos de acuerdo con los requisitos del mercado. En sus laboratorios multipropósito y edificios de planta piloto han implementado tecnologías de vanguardia para: investigación y desarrollo de productos, desarrollo de procesos de síntesis, optimización de los procesos existentes, aislamiento y modificación de productos naturales, escalamiento de laboratorio a escala piloto y síntesis personalizada (GGG, 2018).

- **Gartenland Produktion GmbH.** Es un grupo de empresas de tamaño medio, con alcance internacional, que se dedica a la producción y distribución de semillas (Eise & Stuber, 2016, p. 108). Gartenland produce, principalmente, semillas de vegetales, flores y hierbas. La calidad de la semilla se prueba utilizando procedimientos específicos internacionalmente reconocidos en su propio laboratorio de pruebas. Algunos de los criterios de pruebas de la calidad de las semillas más utilizados son: la capacidad de germinación y la pureza. La capacidad de germinación de cada variedad, especie o lote de semillas de Gartenland es analizada al menos una vez al año por el Laboratorio de Pruebas de Semillas de Calidad en el que se verifica la calidad de las semillas de acuerdo con los métodos estándar de la Asociación Internacional de Pruebas de Semillas (ISTA). (GGG, 2018)
- **TraitGenetics GmbH.** Es una pequeña empresa que emplea a 20 personas, fue fundada en 2001. La empresa se enfoca en el desarrollo de marcadores moleculares y en el análisis de cultivos utilizando estos marcadores<sup>32</sup>. TraitGenetics se especializa en el desarrollo y análisis de diferentes tipos de marcadores moleculares para el fitomejoramiento y la investigación de la biodiversidad. Esto incluye el uso de marcadores moleculares para la construcción de mapas genéticos, selección asistida por marcadores en grandes poblaciones, la construcción de bases de datos de marcadores moleculares para la identificación de variedades de plantas y caracterización de germoplasma, así como la clonación basada en mapas.  
  
*TraitGenetics* atiende principalmente a la comunidad internacional de fitomejoramiento y

---

<sup>32</sup> Los marcadores moleculares son herramientas de diagnóstico que se utilizan en el fitomejoramiento para rastrear la herencia de los rasgos cualitativos (monogénicos) y cuantitativos (poligénicos) durante el cruce y la selección. Los marcadores moleculares se utilizan para identificar y seleccionar plantas con los rasgos deseados en una etapa temprana de su crecimiento y, por lo tanto, ahorrar tiempo y gastos durante el proceso de mejoramiento. (GGG, 2018)

sus clientes se encuentran entre las empresas de fitomejoramiento más importantes, así como empresas regionales más pequeñas, instituciones académicas y otras empresas en el área de investigación de plantas para las que otorgan licencias a sus marcadores y ofrecen servicios de investigación por contrato. (GGG, 2018)

- **El Centro Europeo de Mejoramiento de Trigo.** Este Centro se estableció en 2011, en el parque biotecnológico de Gatersleben. Es un centro de investigación y mejoramiento de la División de Ciencia de Cultivos de *Bayer AG*<sup>33</sup>. “El Centro de Mejoramiento de Trigo coordina todas las actividades de mejoramiento de trigo en Europa y se vincula con las estaciones de mejoramiento de trigo de la empresa para otras regiones productoras de todo el mundo” (Eise & Stuber, 2016, p. 108). “Desde finales de 2015, el Centro ha sido una estación separada de Gatersleben, el Centro se enfoca actualmente en la investigación y mejoramiento para nuevas variedades de trigo adaptadas al mercado europeo. Sus áreas de trabajo son: “el aumento del rendimiento del grano, la utilización eficiente de nutrientes (especialmente nitrógeno y fósforo), la tolerancia al estrés abiótico (sequedad, calor), la resistencia natural a enfermedades fúngicas, la calidad de las semillas y cocción (buena calidad con mayor rendimiento)”. (Eise, 2018, p. 11)

---

<sup>33</sup> *Bayer AG* es una empresa de ciencias de la vida con más de 150 años de experiencia y competencias básicas en los campos de la atención médica y la agricultura. En 2017, su División de Ciencia de Cultivos registro negocios por €9,5 mil millones. Bayer es una de las empresas más innovadoras en protección de cultivos, semillas y características de plantas, así como en control de plagas no agrícolas. La empresa ofrece un servicio integral al cliente para aplicaciones agrícolas y no agrícolas, modernas y sostenibles. “Con 22.000 empleados en más de 120 países, la división puede conciliar todos los elementos de la cadena de valor desde la semilla hasta el consumidor. De esta manera, *Bayer* crea conceptos sostenibles para hacer frente a la complejidad y hacer una contribución para garantizar el suministro mundial de alimentos”. (Eise, 2018, p. 11). En septiembre de 2018, *Bayer* se asoció con *Genedata* para digitalizar la investigación y el desarrollo de la División de Ciencia de Cultivos. Con esta asociación, *Bayer* puede acceder a la plataforma Selector de *Genedata* para apoyar su proceso de descubrimiento global y los esfuerzos de gestión sus datos. “Ayuda a la empresa en el procesamiento, almacenamiento, análisis y evaluación de datos genómicos para el desarrollo de nuevos fungicidas innovadores contra hongos”. (Marketline, 2019, p. 6)

**b. Interacción.** En la iniciativa *Green Gate Gatersleben®* (GGG) participan todas las empresas de biotecnología vegetal y empresas e instituciones asociadas ubicadas en Gatersleben y sus alrededores, junto con organizaciones públicas (Figura 4.8). El objetivo de GGG es la comercialización y presentación conjunta de Gatersleben como la ubicación de biotecnología vegetal más grande de Alemania, lo que ha fomentado la creación de **una filosofía de colaboración y propiedad colectiva**. Los socios de GGG son todos iguales y determinan conjuntamente las actividades que se llevarán a cabo bajo la marca paraguas "*Green Gate Gatersleben® - The Plant Biotech Center*". (GGG, 2018)

Figura 4.8

*Green Gate Gatersleben*



Fuente: GGG (2018)

La colaboración entre actores se aprecia en el **trabajo en red**. La característica más atractiva del Instituto IPK “se basa en su agenda de investigación interdisciplinaria impulsada por equipos de investigación internacionales, que proporcionan una infraestructura de investigación ultramoderna” que se complementa con la conservación de la diversidad genética en uno de los bancos de genes *ex situ* más importantes del mundo. (Eise, 2018, p. 8)

Adicionalmente, la red de biotecnología vegetal *InnoPlanta e.V.* incluye alrededor de 100 socios de investigación, negocios, finanzas y política (IMG, 2019). *InnoPlanta e.V.* es una asociación para promover el fitomejoramiento moderno y participa en una serie de actividades para impulsar la aplicación de la biotecnología vegetal moderna. El Grupo de Trabajo de Agricultores Innovadores (AGIL) se estableció en 2006 dentro de la red *InnoPlanta* y está abierto a todos los agricultores en todo el país. De esta manera, *InnoPlanta AGIL* apoya a los agricultores que desean beneficiarse de las oportunidades y el potencial que ofrece la biotecnología vegetal (GGG, 2018).

Uno de los ejemplos de trabajo cooperativo se observa en el proyecto de *Icon Genetics GmbH* y *Bayer CropScience*. Estas empresas crearon con éxito un nuevo sistema de planta huésped para la elaboración de productos biofarmacéuticos. (GGG, 2018)

Uno de los factores de éxito de los clústeres se relaciona con la capacidad para **atraer actores** de tal manera que en el territorio se cree una masa crítica con una alta interacción. A este respecto, IMG (*Investitions- und Marketinggesellschaft*) es la agencia oficial de promoción y comercialización de inversiones del estado federal de Sajonia-Anhalt. IMG es 100% propiedad del gobierno del estado y presidido por el Ministerio de Economía, Ciencia y Digitalización. IMG apoya a los inversores durante todo el ciclo de vida de la inversión, sin costo para el inversor. Además, la agencia ayuda a las empresas interesadas a encontrar el sitio, los fondos y la financiación adecuados, así como a tratar con las autoridades públicas.

(European Commission, 2019). Además, de IMG, el IPK se ha convertido en un actor ancla que atrae, especialmente a las empresas a Gatersleben y sus alrededores.

El IPK mantiene colaboraciones generalizadas a nivel nacional e internacional, lo que ha favorecido el establecimiento de **enlaces externos** a Gatersleben. Simultáneamente, a su trabajo de investigación, “los científicos del IPK dedican tiempo a enseñar en las universidades, entre ellas la Universidad Martin Lutero de Halle-Wittenberg y la Universidad Anhalt de Ciencias Aplicadas” (Eise, 2018, p. 8).

Igualmente, los socios empresariales de Gatersleben han formado enlaces externos. Por ejemplo, *Orgentis Chemicals* colabora con empresas internacionales y nacionales del sector y con entidades de investigación. Cooperan con institutos académicos como: Instituto Leibniz para Bioquímica de Plantas de Halle, la Universidad Martin Lutero de Halle-Wittenberg y el Instituto Fraunhofer para la Investigación de la madera. También son socios de la red 4Chiral. (Eise, 2018, p. 15)

**c. Infraestructura.** El acceso a suficientes recursos **financieros** es vital para la innovación. De esto se encarga el Banco de Promoción de Inversiones de Sajonia-Anhalt (*Investitionsbank Sachsen-Anhalt*, IB). El Banco gestiona el apoyo financiero para empresas regionales de diversos sectores: agricultura y medio ambiente, bienes raíces, medios de comunicación, cultura y educación, turismo y deportes. El IB está a cargo del apoyo a la innovación y la gestión de los programas relacionados. “Los programas regionales de apoyo a la innovación cubren un amplio espectro de apoyo a la innovación para los actores regionales, excepto *equity*”. (Zenker & Kroll, 2014, p. 23)

El *Beteiligungsgesellschaft Sachsen-Anhalt mbH* (IBG)<sup>34</sup> otorga la inversión de capital. Por lo tanto, IB cubre alrededor del 80-90% de las medidas de apoyo a la innovación en Sajonia-Anhalt y financia el 100% de los programas orientados a tecnología (Zenker & Kroll, 2014, p. 23). El IB ofrece a las empresas de nueva creación en Sajonia-Anhalt una amplia selección de módulos de financiación y desarrollo a medida, así como asistencia para la puesta en marcha de programas de la Unión Europea, el Gobierno Federal y el estado de Sajonia-Anhalt. (European Commission, 2019)

Particularmente, en Gatersleben la empresa *Saaten-Union Biotec GmbH* se encarga de financiar la investigación y el desarrollo en el campo del fitomejoramiento biotecnológico para apoyar el desarrollo exitoso de las variedades de plantas de sus socios. “La empresa fue fundada en 1984 por las siete empresas alemanas de fitomejoramiento”. “En diciembre de 2006, abrió una segunda instalación para la investigación del cultivo de tejidos y para la producción de plantas de doble haploide (DH) en el campus” del Parque de Biotecnología Vegetal Gatersleben. (Eise, 2018, p. 16)

Otro recurso crítico es la disponibilidad a una **plataforma científico-tecnológica**. Al respecto, el Parque de Biotecnología Vegetal Gatersleben ofrece una infraestructura adecuada para promover nuevas tecnologías e ideas relacionadas con las plantas, que incluye áreas de invernadero de investigación, laboratorios y un centro de conferencias. Sin embargo, la plataforma científico-tecnológica más importante la compone: el Centro de Genoma, el Centro de Bioinformática, el Banco de Genes, la Facultad de Fenotipado, y por supuesto el IPK.

---

<sup>34</sup> El IBG *Beteiligungsgesellschaft Sachsen-Anhalt mbH* (IBG) es un instrumento de financiación central del Estado de Sajonia-Anhalt para crear y fortalecer estructuras económicas sostenibles y competitivas en la región. El estado de Sajonia-Anhalt es socio. Los fondos de IBG son fondos de capital de riesgo financiados por el estado y la Unión Europea e invierten en las PYMEs de tecnología que son innovadoras y se encuentran en Sajonia-Anhalt. ([www.ibg-vc.de/](http://www.ibg-vc.de/))

A lo anterior, se suma la **infraestructura de servicios**. El *Biotech Center Gatersleben GmbH* proporciona información y apoyo a las empresas. Establece cooperaciones y transferencia de tecnología. Lleva a cabo actividades de mercadeo y relaciones públicas. *BMD GmbH* – la Agencia de Ciencias de la Vida de Sajonia-Anhalt establece y organiza los contactos, apoya a las empresas de biotecnología vegetal y coordina proyectos transfronterizos. En el corazón de su gestión de cooperación está en la colaboración entre empresas e institutos de investigación, tanto intersectoriales como transfronterizos. La coordinación de proyectos transfronterizos se realiza junto con la Iniciativa Empresarial para Alemania Central. De manera similar, la empresa *WFG Bernburg mbH* (*Wirtschaftsförderungsgesellschaft*) vincula a empresas regionales con posibles socios de cooperación. Su objetivo es impulsar el crecimiento y el empleo y apoyar el desarrollo de industrias futuras. En el Parque de Biotecnología Vegetal de Gatersleben también se ofrecen servicios de asesoramiento para nuevas empresas sobre procedimientos de licencia, aprobación ante las autoridades involucradas y facilita el acceso a financiación empresarial y a capital de riesgo. (GGG, 2018).

**d. Condiciones marco.** La innovación requiere de un **sistema de protección intelectual eficiente y eficaz**. Respecto a ello, la Agencia de Patentes ESA (*ESA Patentverwertungsagentur Sachsen-Anhalt GmbH*) ofrece apoyo a organizaciones de educación superior e investigación y sus potenciales de invención. Su objetivo principal es la comercialización de las invenciones de los institutos regionales de investigación. Para ello, “la Agencia proporciona información, analiza el potencial de patente, proporciona análisis de patentes y de mercado, coordina los procedimientos de solicitud y acompaña la explotación de la invención (Ej. licencias, negociaciones de contratos, procesos de puesta en marcha de *start-ups*)” (Zenker & Kroll, 2014, p. 24). La Agencia además de ser socia de las universidades,

*colleges* e instituciones de investigación del estado de Sajonia-Anhalt, también ofrece apoyo a las empresas en evaluaciones de derechos de autor y licencias, transferencia de conocimiento y tecnología, gestión de investigación y desarrollo desde la ciencia hasta los negocios.

(European Commission, 2019)

A fin de contar con un **marco de actuación claro y unificado**, el gobierno regional de Sajonia-Anhalt y los institutos de educación superior definen conjuntamente los objetivos a alcanzar durante un período determinado. Estos objetivos se presentan en acuerdos de objetivos que detallan los objetivos, sus indicadores de referencia, la fecha del logro, las responsabilidades y los compromisos presupuestarios del gobierno. Con respecto a la innovación, los acuerdos enfatizan la explotación y comercialización de los resultados de la investigación. (Zenker & Kroll, 2014, p. 29)

Otro aspecto que favorece la dinámica de innovación en Sajonia-Anhalt se aprecia en la claridad de las **condiciones y requerimientos para acceder a financiación para proyectos de innovación**. El IB (*Investment Promotion Bank Saxony-Anhalt*) gestiona los procedimientos de solicitud para licitaciones de proyectos de innovación. “El IB y el Ministerio de Ciencia y Economía deciden conjuntamente sobre el primer proceso de selección, mientras que los pasos adicionales del proceso de convocatoria y la gestión del proyecto se realizan dentro del IB (mientras que el Ministerio está involucrado solo en casos excepcionales)”. Sin embargo, se llevan a cabo intercambios regulares entre el Ministerio y el Banco (Zenker & Kroll, 2014, p. 23)

“El IB evalúa internamente los proyectos; particularmente la viabilidad técnica y los potenciales económicos”. “La evaluación se facilita a través de contactos cercanos con clientes comerciales”. Los objetivos principales son la creación de lugares de trabajo duraderos, inversiones en infraestructura y apoyo a las PYMEs. (Zenker & Kroll, 2014, p. 29). El IB aprueba alrededor de 120 donaciones por año y, en 2012, las subvenciones otorgadas para

“programas de apoyo a la tecnología y la innovación ascendieron a €28,7 millones” (Zenker & Kroll, 2014, p. 27).

#### **4.2.4 Análisis Funcional**

Características de las funciones de la innovación: orientación de la investigación, desarrollo de conocimiento, difusión de conocimiento, actividades de emprendimiento, formación de mercado, movilización de recursos y creación de legitimidad.

**a. Orientación de la investigación.** Durante las últimas décadas, la política científica regional de Sajonia-Anhalt se ha enfocado en establecer un número limitado de áreas centrales de la investigación, lo que condujo a definir perfiles de investigación específicos en el sector científico del estado. “La organización de la ciencia en campos clave sigue la lógica de concentrar los fondos disponibles y, por lo tanto, crear y apoyar potenciales de investigación sólidos y competitivos en cooperación entre universidades e institutos de investigación no universitarios”. (Zenker & Kroll, 2014, pp. 22-23)

Específicamente, en Gatersleben, el IPK ha centrado su investigación y desarrollo. El conocimiento científico y la innovación se enmarcan en cinco temas de investigación interdisciplinarios. “Estos reúnen las habilidades de los departamentos científicos de IPK para cubrir toda la cadena de valor científica, cerrando la brecha entre la ciencia fundamental y los temas de investigación altamente aplicados. Las cinco prioridades de investigación interdisciplinarias son: Estrategias para la valorización de los recursos fitogenéticos, Diversidad y evolución del genoma, Mecanismos de reproducción de plantas, Crecimiento y metabolismo, Mecanismos de resistencia y tolerancia al estrés.” (Eise, 2018, p. 7)

**b. Desarrollo de conocimiento.** La producción de conocimiento en las instituciones de educación se encuentra condicionada a los acuerdos entre el gobierno federal y las universidades. “Sajonia-Anhalt, como todos los estados federales alemanes, es responsable de la política de educación superior y las inversiones relacionadas”. El Ministerio de Ciencias y Asuntos Económicos proporciona a las universidades fondos para el cumplimiento de su misión. “Los objetivos y metas se definen y programan en acuerdos de objetivos entre cada universidad y el Ministerio de Ciencias y Asuntos Económicos”. (Zenker & Kroll, 2014, p. 32)

En Gatersleben, los socios de GGG desarrollan conocimiento especializado que se materializa en productos y servicios flexibles orientados al cliente, algunos ejemplo de ello son: la mejora asistida por marcadores, la transformación de cultivos, la habilitación de tecnologías, el análisis genético y fenotípico de plantas, el cuidado de plantas en invernaderos exclusivos, la síntesis química y caracterización de sustancias naturales, la extracción de ingredientes vegetales, la producción de plantas dobles haploides y la creación de bancos de datos para el mejoramiento de plantas. (GGG, 2018)

**c. Difusión del conocimiento.** La difusión de conocimiento de mayor impacto a la innovación se lleva a cabo mediante procesos de transferencia tecnológica. Estos procesos dentro del estado federal y también más allá de sus fronteras se consideran de “alta prioridad para promover el intercambio de conocimiento, actividades conjuntas de investigación y desarrollo e innovación entre los actores regionales”. (Zenker & Kroll, 2014, p. 32)

En Gatersleben, la empresa *IT-Breeding GmbH* proporciona un soporte competente para los programas de mejoramiento y ayuda a implementar las tecnologías de manera óptima y efectiva. Su objetivo es aumentar la eficiencia del mejoramiento optimizando la transferencia de conocimiento entre la investigación pública y el mejoramiento comercial de plantas. La empresa ofrece a sus clientes: boletines específicos de especies de plantas, búsquedas y

estudios personalizados, acceso a bases de datos especializadas y servicios de consultoría. (GGG, 2018)

**d. Actividades de emprendimiento** Sajonia-Anhalt alberga varios centros de transferencia de conocimiento y tecnología, centros de I+D y competencia, incubadoras de negocios o centros de demostración. “Estos actúan como incubadoras para empresas jóvenes e innovadoras, se dedican a la transferencia de tecnología, ofrecen consultoría y apoyo a empresas nuevas. Los fondos estructurales de la Unión Europea se utilizan para cofinanciar estas estructuras”. (Zenker & Kroll, 2014, p. 24)

Dentro del programa ego.-INNOVATIV, se encuentra la iniciativa ego.-INCUBATOR, que fomenta el establecimiento y la complementación de incubadoras existentes en las universidades. Esta medida se orienta al desarrollo de una cultura de emprendimiento y fomenta el pensamiento emprendedor en las universidades regionales. Los fondos concedidos tienen como fin el establecimiento de nuevas incubadoras y la expansión de las incubadoras existentes, para capacitar a un grupo objetivo en el desarrollo y prueba de ideas de negocios innovadoras. Las incubadoras deben desarrollar servicios específicos para estudiantes interesados, graduados y personal científico de universidades regionales. Las universidades regionales pueden solicitar financiación. “Los costos elegibles son: infraestructura y equipamiento; obras de construcción; costos de personal; los costos de materiales; alquileres; y costos de operación”. “Máximo €700.000 para el establecimiento de incubadoras, y se puede soportar un máximo de €300.000 para la expansión de las incubadoras existentes, con hasta el 100% de los costos”. (European Commission, 2019)

**e. Formación del mercado.** La red “InnoPlanta e. V. junto con el Foro Grüne Vernunft, está llevando a cabo un trabajo de relaciones públicas para promover la aceptación de los

métodos modernos de biotecnología vegetal entre el público en general y presentar a Alemania como un lugar para todas las actividades científicas y económicas en el campo de la biotecnología vegetal". (Eise & Stuber, 2016, p. 110). Lo que promueve la formación de mercado en el país y en el mundo.

A su vez, las empresas de Gatersleben realizan esfuerzos en pro de la conservación y ampliación de sus mercados que se evidencian en los mensajes que comunican a los clientes y la sociedad, en general.

- Énfasis en la calidad de los productos: *Bayer AG* indica que su objetivo es identificar y desarrollar ingredientes activos innovadores, seguros y sostenibles para su uso como insecticidas, fungicidas, herbicidas y productos de eficiencia de cultivos para aplicaciones foliares y del suelo, así como para el tratamiento de semillas. Todos estos productos desarrollados sobre una base científica robusta (*Bayer AG*, 2019). De forma similar, *Gartenland* asegura que la calidad de las semillas se verifica en el momento en que llega a la empresa, aplicándoseles diversos análisis en laboratorios independientes cumpliendo estándares internacionales (*Gartenland*, 2019).
- Iniciativas de responsabilidad social: *Bayer AG* apoya la *start-up* *myAgro* que brinda ayuda a los pequeños agricultores de África Occidental y realiza seminarios de nutrición e higiene y la desparasitación de los niños. Adicionalmente, junto con socios, *Bayer* estableció la alianza global *Better Life Farming* para proporcionar soluciones holísticas e innovadoras para los pequeños agricultores de países en desarrollo a fin de que puedan convertir sus granjas en negocios sostenibles. *Bayer AG* señala que cuenta con socios públicos y privados en numerosas iniciativas de sostenibilidad en todo el mundo. (*Bayer AG*, 2019)

- **Innovación:** *Gartenland* indica que satisfacen las demandas de sus clientes a través de procesos de producción y gestión modernos. Además, sus productos no solo están orientados al mercado sino también al futuro. (Gartenland, 2019)
- **Medio ambiente:** “Para hacer posible la agricultura ecológica con una omisión sustancial de pesticidas, las plantas, entre otras, se cultivan con alta resistencia a las enfermedades.” (Gartenland, 2019)

**f. Movilización de recursos.** Los recursos cuya movilización se hace más evidente son los financieros, los de talento humano y el conocimiento y la experiencia. Por ejemplo, “los vales de transferencia, introducidos en 2012, tienen como objetivo iniciar intercambios entre la investigación científica y el desarrollo empresarial. Especialmente, los intercambios entre estudiantes y empresas regionales, para la aplicación de proyectos y tesis de estudiantes en las empresas”. Esta medida abre la oportunidad para que los estudiantes obtengan experiencia empresarial, y simultáneamente, la empresa tiene acceso al conocimiento científico de las universidades. (Zenker & Kroll, 2014, p. 32)

A la par, Sajonia-Anhalt apoya el empleo de asistentes de innovación en empresas regionales con el objetivo de fortalecer y acelerar la transferencia de conocimiento de las universidades a las empresas y, por lo tanto, comercializar los resultados de los procesos de I+D la investigación y desarrollar resultados. “El asistente de innovación fomenta el proceso de innovación tanto en la dimensión tecnológica como comercial mediante la introducción de métodos y conocimientos científicos en la empresa empleadora. Los asistentes de innovación pueden ser graduados de una universidad científica o una universidad de ciencias aplicadas.” (European Commission, 2019)

Como se mencionó, el IPK moviliza a sus científicos hacia las universidades de la región para dictar clases (Eise, 2018).

**g. Creación de legitimidad.** La legitimidad de la investigación e innovación gestada en Gatersleben se sustenta, principalmente, en la trayectoria y experiencia de más de 70 años del IPK y del Banco Federal de Gene ex situ y de la adopción de estándares de calidad que son sinónimo de fiabilidad, transparencia y responsabilidad. (Eise, 2018, p. 9)

#### 4.2.5 Encuestas a los expertos

Resultados de la encuesta de Escala Likert aplicada a los expertos consultados en Alemania.

**a. Perfil de los expertos.** La Tabla 4.3, presenta el perfil de los expertos que participaron en la identificación de los factores claves para los clústeres de biotecnología.

**Tabla 4.3**

*Perfil de los expertos de Alemania*

CRITERIOS	DESCRIPCIÓN
<b>Entidad</b>	BioLAGO e.V. - Red de ciencias de la vida
<b>Experto</b>	Uwe Gundrum
<b>Cargo</b>	Asistente de investigación
<b>Educación</b>	Licenciado en Ciencias Administrativas, Ciencia Política y Administrativa 1971 – 1977
<b>Experiencia</b>	Investigador de BioLAGO e.V. (Desarrollo de estrategia, comunicación)
<b>Entidad</b>	Hafen Straubing-Sand
<b>Experto</b>	Thomas Luck
<b>Cargo</b>	Director de desarrollo de negocios
<b>Educación</b>	Dr.-Ingeniero
<b>Experiencia</b>	Gerente de proyectos y Consultor BioCampus Straubing GmbH
<b>Entidad</b>	Medical Valley
<b>Experto</b>	Jörg Trinkwalter
<b>Cargo</b>	Miembro de la Junta Directiva
<b>Educación</b>	
<b>Experiencia</b>	CEO Medical Valley EMN e. V. y Gerente de Proyectos
<b>Entidad</b>	BMD GmbH Agencia de Ciencias de la Vida de Sajonia-Anhalt
<b>Experto</b>	Werner Stuber
<b>Cargo</b>	Gerente de proyectos y miembro de la Junta Directiva Green Lab. Gatersleben e.V.
<b>Educación</b>	PhD. Bioquímica, Posgrado en Negocios
<b>Experiencia</b>	CEO de BMD GmbH

CRITERIOS	DESCRIPCIÓN
<b>Entidad</b>	Biopark Regensburg GmbH
<b>Experto</b>	Thomas Diefenthal
<b>Cargo</b>	CEO
<b>Educación</b>	Biología especializada en genética PhD.
<b>Experiencia</b>	Científico del Instituto <i>Max-Planck</i> , investigador de <i>Weissheimer Malt</i> , socio en <i>Maltagen Research GmbH</i>
<b>Entidad</b>	<i>Bio Biotech Cluster Development GmbH</i>
<b>Experto</b>	Horst Domdey
<b>Cargo</b>	Director administrativo
<b>Educación</b>	Bioquímico. PhD.
<b>Experiencia</b>	Presidente de <i>Medigene AG</i> y de <i>Munich Biotech Cluster</i> , Miembro de la Junta. Directivo de <i>Oasmia Pharmaceutical AB</i> . Profesor de la Universidad <i>Ludwig Maximilians</i> de Munich

Elaboración propia

**b. Resultados.** Las respuestas de los expertos<sup>35</sup> a las proposiciones de la encuesta se presentan en al Tabla 4.4, de acuerdo con la escala de calificación usada: (a) Muy de acuerdo, (b) De acuerdo, (c) Indiferente, (d) En desacuerdo y (e) Muy en desacuerdo<sup>36</sup>.

**Tabla 4.4**

*Respuestas de los expertos*

FACTORES DE ÉXITO	a. Muy de acuerdo	b. De acuerdo	c. Indiferente	d. En desacuerdo	e. Muy en desacuerdo
<b>1. Políticas publicas</b>	5	1	0	0	0
<b>2. Redes de base tecnológica</b>	5	1	0	0	0
<b>3. Marco regulatorio</b>	1	5	0	0	0
<b>4. Financiación</b>	4	2	0	0	0
<b>5. Infraestructura física</b>	1	3	2	0	0
<b>6. Infraestructura de servicios</b>	1	4	1	0	0
<b>7. Mercado laboral</b>	3	3		0	0
<b>8. Programas académicos</b>	3	2	1	0	0

<sup>35</sup> Teniendo en cuenta el carácter exploratorio descriptivo de esta investigación, ha de interpretarse los resultados de las opiniones de los expertos como complementarias y validadoras de los hallazgos de la revisión documental, en ningún momento deben considerarse generales para el caso objeto de estudio.

<sup>36</sup> En esta sección se analizan únicamente los factores de éxito en los que todos los expertos consultados (seis) están "Muy de acuerdo" con las descripciones de las proposiciones; los factores de éxito en los que los que cinco expertos están "Muy de acuerdo" y los factores de éxito en los que en el orden "Muy de acuerdo" y "De acuerdo" reúnen la opinión de seis o cinco expertos. Los demás factores de éxito consultados a los expertos también son importantes; sin embargo, no se les considera en este análisis por la existencia de mayor dispersión en las respuestas.

<b>FACTORES DE ÉXITO</b>	<b>a. Muy de acuerdo</b>	<b>b. De acuerdo</b>	<b>c. Indiferente</b>	<b>d. En desacuerdo</b>	<b>e. Muy en desacuerdo</b>
<b>9. Calidad de la educación</b>	3	2	1	0	0
<b>10. Plataforma científico-tecnológica</b>	5	1	0	0	0
<b>11. Protección de propiedad intelectual</b>		2	1	3	0
<b>12. Demanda de productos y servicios especializados</b>	1	1	0	3	1
<b>13. Cultura de emprendimiento</b>	4	2	0	0	0
<b>14. Buena calidad de vida</b>	2	2	1	1	0
<b>15. La visión y estrategia correcta</b>	5	1	0	0	0
<b>16. Confianza (calidad de las relaciones en la red)</b>	5	0	1	0	0
<b>17. Proximidad geográfica</b>	2	4	0	0	0
<b>18. Conocimiento preexistente</b>	2	1	2	1	0
<b>19. Actores fuertes con competitividad y competencias medulares</b>	5	1	0	0	0
<b>20. Cultura de la colaboración (asociatividad)</b>	4	1	0	1	0
<b>21. Capacidad de innovación (I+D)</b>	2	2	1	1	0
<b>22. Enlaces externos (interregionales e internacionales)</b>	2	3	1	0	0
<b>23. Crecimiento sostenible</b>	2	3	1	0	0
<b>24. Gerencia y servicios del Clúster</b>	6	0	0	0	0
<b>FRECUENCIA ABSOLUTA</b>	<b>73</b>	<b>47</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>1</b>
<b>FRECUENCIA RELATIVA</b>	<b>50,7%</b>	<b>32,6%</b>	<b>9,0%</b>	<b>6,9%</b>	<b>0,7%</b>

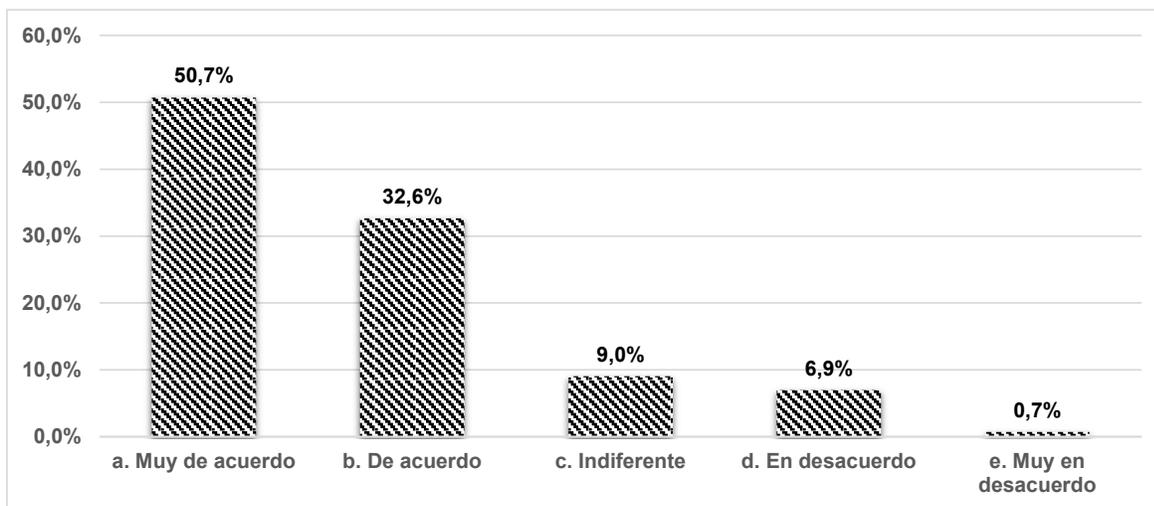
Fuente: Encuestas Escala Likert (2018)

El 50,7% de los expertos está “Muy de acuerdo” con las condiciones descritas en las proposiciones en que son muy importantes para desarrollo del clúster de biotecnología al que pertenecen o son un reflejo casi exacto de la realidad de la región en la que se encuentra instalado su respectivo clúster (Figura 4.9). Aunque los expertos de Alemania representan a diferentes clústeres de biotecnología todos coincidieron en estar “Muy de acuerdo” en un solo

factor de éxito: Gerencia y servicios del Clúster. Para todos la cohesión y desarrollo del clúster necesitan de un facilitador que actué como director, administrador e interlocutor entre diferentes entidades.

**Figura 4.9**

*Frecuencia relativa consolidada (Alemania)*



Fuente: Encuestas Escala Likert (2018)

Los factores de éxito en los que tan solo un experto no estuvo “Muy de acuerdo” fueron: Políticas públicas, Redes de base tecnológica, Plataforma científico-tecnológica, La visión y estrategia correcta, Confianza y Actores fuertes con competitividad y competencias medulares. Estos expertos opinan que la claridad y articulación de políticas de innovación y desarrollo biotecnológico y agrícola, son fundamentales en la selección de iniciativas del clúster; además, se requiere de políticas y la participación de entidades de gobierno para la creación de redes de PYMEs de base-tecnológica. Consideran que la transferencia tecnológica exitosa requiere de una plataforma científico-tecnológica que dinamice la investigación y la realización de pruebas-ensayos de los emprendedores; además, reconocen que la confianza entre los miembros del clúster (públicos-privados) ha facilitado la formación de alianzas, convenios, acuerdos, etc. Perciben que la sostenibilidad del clúster depende de su capacidad para atraer,

vincular y conservar actores fuertes y que la coordinación de actores claves bajo una visión y valores compartidos, es esencial para el éxito del clúster.

Otros factores de éxito importantes, por número de opiniones de los expertos, son: Marco regulatorio, Financiación, Infraestructura de servicios, Mercado laboral, Programas académicos, Calidad de la educación, Cultura de emprendimiento, Proximidad geográfica, Cultura de la colaboración, Enlaces externos y Crecimiento sostenible. La mayoría de los expertos reconocen que un marco regulatorio armónico y completo, que contemple desde el acceso a recurso genético hasta la comercialización de producto, es esencial para el desarrollo de una red biotecnológica exitosa. Sin embargo, la insuficiencia de fuentes de financiación y de apoyo gubernamental es una barrera para el desarrollo de proyectos de innovación.

La comunicación y cooperación del sector empresarial y el educativo ha permitido la adaptación y/o creación de nuevos programas académicos; también, la calidad de los egresados de las instituciones de educación se ajusta a los requerimientos de las empresas del clúster y la presencia de trabajadores calificados (tecnólogos), tiene un efecto importante en el desarrollo exitoso de las PYMEs en el clúster. Además, la cercanía entre las empresas y las instituciones de investigación ha impulsado la transferencia tecnológica y el desarrollo de innovaciones. Sin embargo, en el clúster existe una cultura de emprendimiento débil (*start-ups*, *spin-off*, instalación de empresas extranjeras) lo que impide que crezca. Además, las empresas de clúster necesitan vincularse e interactuar con mercados y cadenas de valor globales para desarrollar “*Spillovers*”.

La relación entre las empresas del clúster ha permitido crear un ambiente de colaboración y competencia (rivalidad). Al mismo tiempo, el clúster promueve el ingreso de nuevas empresas, el fortalecimiento de las existentes y la cooperación con clústeres relacionados. También, la mayoría de los expertos señalan que los servicios de agencias de

mercadeo, abogados de patentes y consultorías para emprendedores, impactan significativamente el desarrollo del clúster.

#### **4.2.6 Triangulación de los datos**

Como se mencionó en la sección 3.3.4, la triangulación se realizará solo para los factores de éxitos en los que existe coincidencia para los dos estudios de casos. Cabe aclarar que en la triangulación se tendrán en cuenta las opiniones de todos los expertos encuestados, pero solo se harán comentarios particulares del estado de Sajonia-Anhalt y el clúster de Gatersleben.

**Análisis espacial.** Los expertos mencionan que la **claridad y articulación de políticas** de innovación y desarrollo biotecnológico y agrícola, son fundamentales en la selección de iniciativas del clúster. Aunque los estados federales cuentan con una alta autonomía para definir sus políticas, desde 2006 se estableció el primer marco integral e interministerial de política pública en innovación, que se amplió con la Estrategia de Alta Tecnología 2020. Este marco comprende toda la cadena de valor de la innovación, desde la ciencia e investigación hasta el desarrollo de productos orientados al mercado, de esta manera íntegra y coordina diferentes ámbitos políticos. En este contexto, Sajonia-Anhalt promueve la innovación de forma integral; en su estrategia de innovación regional define la bioeconomía como asunto estratégico para el aprovechamiento de sus fortalezas regionales.

Respecto a las **características del territorio**, los expertos consideran que en el clúster existe una cultura de emprendimiento débil (*start-ups*, *spin-off* e instalación de empresas extranjeras), lo que impide que crezca. Aunque, Sajonia-Anhalt se encuentra entre los estados federales con mayor inversión extranjera directa, esta ha generado una dependencia económica a las grandes empresas que desarrollan actividades de I+D en otros estados

federales. Además, tiene una de las tasas más bajas en el establecimiento de nuevas empresas del país. Sin embargo, bajo la Estrategia Regional de Innovación se promueve la cultura del emprendimiento y Sajonia-Anhalt cuenta con infraestructura científico-tecnológica y de servicios para la incubación de nuevas empresas innovadoras. En el clúster de Gatersleben y sus alrededores se ha formado paulatinamente un ecosistema de empresas, principalmente PYMEs, que trabajan en el campo de la biotecnología verde.

En cuanto al mercado laboral, los expertos reconocen que la presencia de trabajadores calificados (tecnólogos), tiene un efecto importante en el desarrollo exitoso de las PYMEs en sus clústeres. Una de las dificultades de Sajonia-Anhalt es la alta emigración de fuerza laboral calificada. La región realiza esfuerzos para atraer y conservar a sus trabajadores mediante facilidades de vivienda (alta calidad a precios moderados) y oportunidades de educación en todos los niveles. El Laboratorio Verde de Gatersleben promueve el interés por las ciencias naturales (plantas) en niños y jóvenes.

**Análisis estructural.** Las **competencias de los actores** dentro de un clúster son fundamentales para su óptimo desarrollo. En especial, los expertos señalan que la cohesión y desarrollo del clúster necesitan de un facilitador que actúe como director, administrador e interlocutor entre diferentes entidades. El clúster de Gatersleben, cuenta con una entidad facilitadora, la Agencia *BMD GmbH*, que gestiona todos los clústeres de biotecnología y ciencias de la vida de Sajonia-Anhalt. La Agencia apoya a las empresas e instituciones de investigación en temas de transferencia tecnológica, desarrollo empresarial y estratégico, financiación y comercialización. El Clúster es representado por Bernd Eise, quien posee una amplia experiencia en cargos administrativos del sector público y el sector de las ciencias.

En cuanto a la **interacción** entre los actores, los expertos señalan que su clúster promueve el ingreso de nuevas empresas, el fortalecimiento de las existentes y la cooperación con clústeres relacionados. Sajonia-Anhalt invierte parte de los Fondos Estructurales de la Unión Europea para cofinanciar a los centros que actúan como incubadoras de empresas. Además, mediante la iniciativa ego.-INCUBATOR se fomenta el establecimiento y complementación de incubadoras existentes en las universidades.

Los expertos también reconocen que las empresas de su clúster necesitan vincularse e interactuar con mercados y cadenas de valor globales para desarrollar “*Spillovers*”. La mayoría de las empresas de Gatersleben y sus alrededores son PYMEs con excepción de *Bayer AG*, una empresa inserta en cadenas de valor globales. A un nivel más especializado, algunas de las PYMEs han orientado su oferta a segmentos de mercado extranjeros, como *TraitGenetics GmbH* que atiende principalmente a empresas de fitomejoramiento de otros países.

Igualmente, los expertos coinciden en que la sostenibilidad de su clúster depende de su capacidad para atraer, vincular y conservar actores fuertes. La Agencia IMG trabaja activamente en atraer inversionistas a Sajonia-Anhalt y les brinda apoyo durante todo el ciclo de inversión, gratuitamente. Respecto al número de actores en el clúster de Gatersleben es reducido; sin embargo, han logrado desarrollar capacidades de I+D+i que ha promovido la llegada de nuevos actores entre ellos *Bayer AG* con la instalación de su Centro Europeo de Mejoramiento de Trigo a finales de 2011. El IPK se ha convertido en una institución ancla que atrae y vincula a actores empresariales e instituciones de educación e investigación nacionales y extranjeras. Además, dentro de Gatersleben se han formado asociaciones como *InnoPlanta e.V.* que atrae y reúne a socios de investigación, negocios, finanzas y política, en torno a la biotecnología vegetal. Los agricultores de todo el país pueden ser socios.

En términos de **infraestructura**, los expertos perciben que la insuficiencia de fuentes de financiación y de apoyo gubernamental es una barrera para el desarrollo de proyectos de

innovación en el sector biotecnológico. En los últimos años ha habido un recorte presupuestario de los Fondos Estructurales Europeos y de los subsidios cruzados nacionales que, junto a una base impositiva débil, ponen en riesgo la inversión en investigación e innovación en Sajonia-Anhalt. Sin embargo, el estado federal a través del IB ofrece a las nuevas empresas facilidades de financiación y desarrollo a la medida. Además, dentro de Gatersleben la empresa *Saaten-Union GmbH* ofrecen financiación especializada en I+D en el campo de fitomejoramiento biotecnológico.

De la misma manera, los expertos opinan que la transferencia tecnológica exitosa requiere de una plataforma científico-tecnológica que dinamice la investigación y la realización de pruebas-ensayos de los emprendedores. Sajonia-Anhalt cuenta con varios centros especializados en transferencia tecnológica e incubación de empresas; además del apoyo de la red de transferencia KAT del sector de educación superior y el programa ego.-INNOVATIV. La plataforma científico-tecnológica se apoya, principalmente, en las capacidades de IPK, el Banco de Genes, el Centro de Bioinformática y la Facultad de Fenotipado.

Los expertos mencionan que los servicios de agencias de mercadeo, abogados de patentes y consultorías para emprendedores, impactan significativamente el desarrollo de su clúster. En Gatersleben, las empresas e instituciones de investigación se benefician de los servicios que provee la Agencia *BMD GmbH* en el establecimiento de cooperaciones para el desarrollo de proyectos de innovación trasfronterizos, procesos de transferencia de tecnología, mercadeo y relaciones públicas.

Finalmente, respecto a las **condiciones marco**, la mayoría de los expertos considera esencial que exista un marco regulatorio armónico y completo que contemple desde el acceso a recurso genético hasta la comercialización de productos para el desarrollo de una red biotecnológica exitosa. En Sajonia-Anhalt, el gobierno regional firma de acuerdos objetivo con

los institutos de educación superior en los que se detallan los objetivos, indicadores, plazos, responsabilidades y compromisos presupuestarios. Entorno a la innovación, se enfatiza la importancia de la explotación y comercialización de los resultados de la investigación.

**Análisis funcional.** Entre los expertos de los dos estudios de caso no hubo ninguna coincidencia para los factores de éxito de esta dimensión de análisis.

**Síntesis.** La estructura del Macro Modelo de Factores de Éxito permitió organizar los resultados obtenidos de la metodología de estudio de casos. Se exploró y describió en detalle los factores de éxito de cada categoría de análisis: Análisis Espacial, Análisis Estructural y Análisis Funcional. En el capítulo también se presentan los hallazgos de las opiniones de los expertos consultados, quienes estuvieron “Muy de acuerdo” y “De acuerdo” en más del 80% de las proposiciones, en ambos casos. El capítulo finaliza con la triangulación de los datos para los factores de éxito en los que los expertos de cada caso coincidieron, estos fueron: Políticas públicas, Marco regulatorio, Financiación, Infraestructura de servicios, Mercado laboral, Plataforma científico-tecnológica, Cultura de emprendimiento, Actores fuertes con competitividad y competencias medulares, Enlaces externos, Crecimiento sostenible y Gerencia y servicios del Clúster (Tabla 4.5).

Tabla 4.5

*Resultados – Factores de éxito coincidentes*

<b>Factor de éxito</b>	<b>Proposición</b>
Políticas públicas	La claridad y articulación de políticas de innovación y desarrollo biotecnológico y agrícola, son fundamentales en la selección de iniciativas del clúster
Marco regulatorio	Un marco regulatorio armónico y completo (acceso a recurso genético-comercialización) es esencial para el desarrollo de una red biotecnológica exitosa.
Financiación	La insuficiencia de fuentes de financiación y de apoyo gubernamental es una barrera para el desarrollo de proyectos de innovación.
Infraestructura de servicios	Los servicios de agencias de mercadeo, abogados de patentes y consultorías para emprendedores, impactan significativamente el desarrollo del clúster.
Mercado laboral	La presencia de trabajadores calificados (tecnólogos), tiene un efecto importante en el desarrollo exitoso de las PYMEs en el clúster.
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.
Cultura de emprendimiento	En el clúster existe una cultura de emprendimiento débil (start-ups, spin-off, instalación de empresas extranjeras) lo que impide que crezca.
Actores fuertes con competitividad y competencias medulares	La sostenibilidad del clúster depende de su capacidad para atraer, vincular y conservar actores fuertes.
Enlaces Externos (Interregionales e Internacionales)	Las empresas de clúster necesitan vincularse e interactuar con mercados y cadenas de valor globales para desarrollar "Spillovers".
Crecimiento sostenible	El clúster promueve el ingreso de nuevas empresas, el fortalecimiento de las existentes y la cooperación con clústeres relacionados.
Gerencia y servicios del clúster	La cohesión y desarrollo del clúster necesitan de un facilitador que actué como director, administrador e interlocutor entre diferentes entidades.

Fuente: Elaboración propia

El siguiente capítulo presenta las principales conclusiones, contribuciones y recomendaciones entorno a los objetivos planteados en la investigación.



## **5. Conclusiones y recomendaciones**

En este capítulo se concluye sobre los aspectos fundamentales de la investigación que responden a los objetivos de la investigación y se formulan recomendaciones para futuras investigaciones.

### **5.1 Conclusiones y contribuciones sobre el marco teórico y conceptual**

**Objetivo 1. Reconocer conceptualmente las nociones sobre clúster (implementación), redes de cooperación (innovación), sistemas regionales de innovación.**

El marco teórico conecta los conceptos de los sistemas regionales de innovación, los clústeres y las redes de cooperación bajo el entendimiento de la innovación como sistema. Esta comprensión es fundamental para identificar los factores internos y externos que condicionan su éxito. Estos factores se inscriben en el ámbito geográfico, sectorial y de las funciones de la innovación; cada sistema de innovación (SRI, clústeres, innovacities, etc.) da énfasis a uno o más ámbitos de acuerdo con su enfoque y capacidades para su desarrollo.

¿Cuál sistema de innovación es mejor? Esto dependerá de su capacidad para generar innovaciones y el modelo de Jenson et al. (2016) facilita el análisis del desempeño del sistema de innovación en términos de sus dimensiones estructurales y funcionales.

En este contexto, un clúster de innovación (sistema de innovación) que funciona bien tendrá impactos positivos en la acumulación tecnológica y capacidad de absorción del territorio, en la especialización del sistema de creación de valor, en el desarrollo de masa crítica mediante la generación de capital social, en el estímulo al emprendimiento, y por supuesto, en las capacidades de innovación.

Finalmente, el modelo de Competitividad Sistémica permite ubicar al clúster de innovación (sistema de innovación) como un subsistema dinamizador de la competitividad. Los niveles Meta, Macro, Meso y Micro ofrecen una visión holística y complementaria al modelo de Jenson et al. (2016), que contribuye a determinar los factores de éxito claves y su alcance de actuación. Estos factores de éxito son fundamentales debido a que permiten identificar los puntos de apoyo o áreas críticas que son determinantes para el desarrollo exitoso de clústeres de innovación en sectores de alta tecnología como el biotecnológico.

**Objetivo 2. Reconocer los elementos que tienen impacto en el desempeño en la innovación de las PYMEs en Colombia (Ej. Especialización, emprendimiento, redes empresariales, ruta de la innovación (incremental-radical), coopetencia (competencia y cooperación), rol del gobierno nacional y regional, políticas, entre otros).**

Existen elementos o factores exógenos y endógenos que tienen impacto en el desempeño en innovación de las empresas. Entre los elementos exógenos más importantes se encuentra la cooperación (Brenner y Greif, 2006; Porter, 1998; Markusen, 1996; Cooke, 2001) debido a que las empresas pueden acceder a recursos y conocimientos para la innovación (Traicy y Clark, 2003) y la reducción del riesgo al ejecutar proyectos conjuntos; también, fomenta la creación de redes que promueven los procesos de aprendizaje interactivos y los procesos de transferencia tecnológica (Eraydin y Armatli-Koroglu, 2005; Cooke, Gómez y Extebarria, 1997).

Otros elementos que se encuentran estrechamente relacionados con la cooperación son: la proximidad (Khan y Ghani, 2004; Muscio, 2006) y la confianza (Khan y Ghani, 2004). La proximidad facilita la movilización de recursos para la innovación y la comunicación entre actores (proveedores, competidores, universidades e institutos de investigación). La

generación de confianza promueve el desarrollo de redes semiformalizadas que actúan bajo un lenguaje y hábitos compartidos.

A pesar de que existen procesos colaborativos con los competidores, también existen relaciones de rivalidad beneficiosas que conducen a la búsqueda de identidad empresarial, a la construcción y fortalecimiento de ventaja competitiva y a mayores niveles de especialización. Adicionalmente, los requerimientos y exigencias de los clientes/usuarios sofisticados del sector biotecnológico ejercen presión sobre las empresas para la búsqueda y desarrollo de nuevas soluciones respetuosas con el medioambiente y los valores sociales, lo que también tiene efectos sobre los procesos y la estructura organizacional.

La innovación es costosa, en especial en el sector biotecnológico, por lo tanto, se requiere de fuentes de financiación públicos y privados (Cooke, 2001) a los que las empresas puedan acceder y que se ajusten a las necesidades particulares de los proyectos en este sector. Además, se requiere de una oferta de profesionales, tecnólogos y técnicos en biotecnología y ciencias afines. En estos aspectos es fundamental el apoyo de los entes de gobierno y de la cooperación con las entidades de educación e investigación. Otros actores fundamentales son los agentes reguladores que establecen las condiciones marco para la I+D+i en el sector biotecnológico y con ellos una infraestructura de servicios especializada en el sector.

Respecto a los elementos o factores endógenos a las empresas que son determinantes para su desempeño en la innovación se concentran en capacidades, entre ellas están: la capacidad estratégica para orientar el proceso de innovación; la capacidad de absorción para adquirir del entorno conocimientos y competencias claves; la capacidad organizacional para movilizar los recursos y coordinar las actividades del proceso de innovación; la capacidad funcional para ejecutar las funciones de la innovación con eficacia; y la capacidad de adaptación para gestionar con éxito los cambios. (Carlsson, 2002)

Los gerentes de las empresas biotecnológicas colombianas deben dar especial atención al manejo de los cambios del entorno de negocios, a la construcción de una cultura organizacional que se adapte a los cambios y a la participación en redes para la producción y aplicación del conocimiento (Hernández, 2008).

## **5.2 Conclusiones y contribuciones acerca del sector biotecnológico**

**Objetivo 2. Reconocer los elementos que tienen impacto en el desempeño en la innovación de las PYMEs en Colombia (Ej. Especialización, emprendimiento, redes empresariales, ruta de la innovación (incremental-radical), coopetencia (competencia y cooperación), rol del gobierno nacional y regional, políticas, entre otros).**

En Colombia, se han llevado a cabo proyectos interesantes en el campo de la biotecnología verde, roja y blanca. Además, el país cuenta con cinco áreas potenciales para el desarrollo de la biotecnología a nivel comercial: Bogotá-Cundinamarca; Bucaramanga-Santander; Caldas, Risaralda y Quindío; Cali-Valle del Cauca; y Medellín-Antioquía (Procolombia, 2013). Los esfuerzos por configurar estructuras organizacionales o de red en torno a la biotecnología se evidencian principalmente en el Eje Cafetero y en el Valle del Cauca. En 2009, en Caldas, Quindío y Risaralda se propuso la conformación de un Clúster de Conocimiento en Biotecnología Agropecuaria e Industrial, en donde el objetivo principal era el flujo de conocimientos en biotecnología sin tener restricciones por ubicación geográfica de los agentes participantes (Alcaldía de Manizales, 2013). Por otro lado, en el Valle del Cauca a partir del año 2000, actores de la academia, de la investigación, del gobierno departamental y de la industria empezaron a articularse para consolidar las capacidades en torno a la biotecnología aplicada en el Clúster Bioindustrial del Occidente Colombiano, posteriormente se

formuló la Estrategia Bioregión y luego se propuso el Sistema Regional de Innovación de la Biotecnología dentro del marco de la Ley del Sistema Regional de Innovación de Colombia (Sánchez-Mejía & Gutiérrez-Terán, 2013).

Aunque el sector biotecnológico colombiano ha avanzado aún existen diversas limitaciones que han impedido que evolucione para desarrollar configuraciones organizacionales complejas como lo son los clústeres de innovación; estas condiciones frenan el aprovechamiento sostenible de las ventajas comparativas del país para generar productos y servicios de alto valor agregado para sectores como el cosmético, farmacéutico o agroalimentario; y obstaculizan el emprendimiento de base tecnológica. Las limitaciones se relacionan con: la baja o nula aceptación social de la biotecnología; debilidades en los procesos de transferencia tecnológica; la cultura de colaboración no es lo suficientemente fuerte para generar fuertes vínculos entre los actores clave del sector (Ej. desconexiones entre algunas instituciones investigación y las empresas); el entorno de negocios es poco atractivo para atraer a inversionistas extranjeros; los fondos públicos no logran satisfacer las necesidades del sector ni los incentivos fiscales en I+D+i se ajustan a sus particularidades; el marco normativo, legal e institucional no es claro, preciso, eficiente ni articulado para promover el avance de la investigación, desarrollo, comercialización y exportación de productos biotecnológicos; la economía se sustenta en los sectores tradicionales; poco desarrollo de un ecosistema de empresas especializadas que brinde apoyo al sector biotecnológico; entre otros.

Aunque son muchos los asuntos a los que se debe prestar atención para desarrollar clústeres de innovación en biotecnología, la experiencia de otros países dan luz de los factores de éxito claves, que en la mayoría de los casos coinciden con las necesidades identificadas en Colombia, estos tratan sobre: la existencia de un ambiente favorable para los negocios que atraiga la inversión para el sector; la importancia de las fortalezas y competencias de los actores participantes (instituciones de educación (talento humano capacitado) y entidades de

investigación (eficiencia y efectividad de los procesos de investigación y de transferencia tecnológica), la cadena de valor (empresas orientadas a la innovación) y el sistema político-regulatorio (marco político, normativo, legal claro, efectivo y estable)); la interacción intensa facilitada por la proximidad y la cultura de la colaboración, la necesidad de contar con un enfoque estratégico que conduzca y permita aprovechar los esfuerzos en investigación y desarrollo; una adecuada disponibilidad de recursos financieros (riesgo) y una plataforma tecnológica para el desarrollo de proyectos de innovación y el nacimiento de nuevas empresas y la presencia de proveedores de servicios especializados para el sector biotecnológico (asesorías y consultoría en temas legales, comerciales y de mercadeo, gestión de base tecnológica, etc.).

Un enfoque estratégico del sector biotecnológico colombiano permitirá aprovechar las oportunidades de desarrollo que ofrecen las nuevas tendencias, en el campo de la biotecnología verde como es la generación de productos funcionales y con propiedades medicinales (nutracéuticos) y el avance de sectores de alta tecnología con la adopción de tecnologías convergentes como la química verde y la nanotecnología verde.

En este contexto, cerrar las brechas del sector biotecnológico colombiano y llevarlo a un estado avanzado de desarrollo supone retos que se inscriben en el nivel Meta, Macro, Meso y Micro debido a las interconexiones y dependencias de los factores de éxito que pertenecen a cada nivel.

### **5.3 Conclusiones y contribuciones acerca de la metodología**

**Objetivo 4. Proponer un modelo conceptual para un sistema de clúster de innovación en biotecnología basado en factores claves de éxito.**

La identificación de múltiples factores de éxito, en el marco contextual y en el marco teórico da cuenta de la naturaleza compleja de los sistemas de innovación entre ellos los clústeres, en especial los clústeres en sectores de alta tecnología como el sector biotecnológico. Igualmente, complejo es el proceso de innovación en el que se llevan a cabo diferentes funciones realizadas por diversos actores, en donde no existe la linealidad sino ciclos iterativos de creatividad, desarrollo y ajuste. Por consiguiente, resulta muy útil determinar los enfoques de análisis que se van a abordar y reconocer los elementos del objeto de estudio y sus correspondientes interacciones.

Para esta investigación se determinaron tres enfoques de análisis para la construcción del modelo conceptual: Análisis Espacial, Análisis Estructural y Análisis Funcional. El Análisis Espacial es fundamental debido a que permite reconocer las particularidades del territorio que inciden en desarrollo de sectores de alta tecnología y en la conformación de clústeres de innovación, simplemente no pueden replicarse con exactitud las experiencias externas porque son subsistemas de sistemas más amplios y bajo condiciones diferentes a pesar de que existan similitudes. El Análisis Estructural facilita el reconocimiento de los elementos o partes del clúster de innovación y define la ubicación de los componentes del sector de estudio. Por último, el Análisis Funcional permite concentrar la atención en las funciones de la innovación, en la manera en que se desarrollan. El Análisis Espacial permite entender las razones por las que se forman o no ciertas estructuras sectoriales en un territorio dado y el Análisis Estructural contribuye a determinar cuáles son los fundamentos sobre los que se llevan a cabo las funciones de la innovación.

También existe coherencia interna entre los diferentes constructos que pertenecen a cada enfoque de análisis. Respecto al Análisis Espacial, las políticas públicas determinan el rumbo de desarrollo de los sectores económicos y los lineamientos de actuación, lo que estará condicionado en buena parte por la idiosincrasia de la sociedad, por las condiciones del

ambiente económico y por la dotación del territorio. En cuanto al Análisis Estructural, las competencias de los actores definen roles y características de los involucrados en clúster de innovación, las relaciones que se entretejen cuando se persigue un fin común y las reglas de juego que deben ser acogidas y respetadas por los participantes, todo ello soportado por una infraestructura idónea. Finalmente, en el Análisis Funcional, se da importancia a la orientación estratégica de la investigación, lo que encausa los procesos de desarrollo de conocimiento, las actividades de emprendimiento y la movilización de los recursos; también determina las necesidades a satisfacer y los mercados objetivo potenciales, y por consiguiente favorece el establecimiento de las estrategias y los mecanismos para la formación de mercado. En las funciones de la innovación resultan cruciales las relaciones entre actores para la difusión del conocimiento y la reputación de los actores a fin de crear legitimidad para las innovaciones.

Para esta investigación fue seleccionada la metodología de estudio de casos debido a sus aportes a la comprensión profunda del fenómeno objeto de estudio. Teniendo en cuenta que el objetivo de esta investigación es principalmente profundizar y no generalizar sobre los factores de éxito para el desarrollo de clústeres de innovación en biotecnología en Colombia. Fueron seleccionados el caso del Valle del Cauca en Colombia y el caso de Gatersleben en Alemania. Estos dos casos guardan similitudes en su enfoque en biotecnología vegetal, se encuentran en regiones fértiles aptas para actividades agrícolas y su contexto histórico estuvo marcado por la guerra y la violencia. El uso de la técnica de encuesta basada en la escala Likert facilitó la recolección de las opiniones de los expertos sobre los factores de éxito seleccionados y la realización de análisis estadísticos que complementan el enfoque cualitativo escogido.

## **5.4 Conclusiones y contribuciones acerca de los resultados obtenidos**

**Objetivo 3. Conocer el perfil de desarrollo de las configuraciones asociativas en biotecnología de Colombia para incentivar la innovación en las PYMEs con negocios relacionados con el sector.**

### ***5.4.1 Enfoque espacial***

A pesar de que en el Valle del Cauca (Colombia) y Sajonia-Anhalt (Alemania) existen diferentes condiciones espaciales: sistemas administrativos de la política pública, antecedentes sociales y culturales, contexto macroeconómico y características territoriales; se pueden apreciar ciertas semejanzas.

Las dos regiones cuentan con un direccionamiento estratégico del desarrollo regional con priorización de sectores. El desarrollo de una economía basada en los recursos naturales (agricultura-agroindustria) es importante para las dos regiones; sin embargo, en los documentos de planeación regional de Sajonia-Anhalt se evidencia que la biotecnología tiene un papel más determinante en desarrollo territorial que en el Valle del Cauca. Alemania tiene mayor experiencia en la conformación de redes y clústeres y un apoyo decidido del gobierno regional (financiación por seis años). Además, la política regional de Sajonia-Anhalt da prioridad a la formación de redes más que al fortalecimiento de la infraestructura de ciencia y tecnología debido a que ese fue el enfoque de las anteriores políticas. Las dos regiones han realizado esfuerzos de articulación de sus políticas públicas. Las políticas de innovación dan atención a temas similares, en especial al fortalecimiento de las capacidades de innovación de las PYMEs.

En las dos regiones la biotecnología no tiene una amplia aceptación social; sin embargo, se han tomado medidas para mejorar la imagen del sector en la comunidad, aunque esta no participa de forma activa. Adicionalmente, en las dos regiones se observa que la economía regional sigue dependiendo en gran medida de sectores tradicionales no de una transformación económica basada en conocimiento.

Respecto en entorno macroeconómico, el Valle del Cauca tiene una importante participación en el PIB nacional, mientras que Sajonia-Anhalt tiene una imagen en el país de región rezagada. Las dos regiones tienen una importante presencia de la industria de alimentos, la industria química, la agricultura y actividades relacionadas lo que incentiva el desarrollo de los territorios. Sajonia-Anhalt se ve favorecida financieramente por los Fondos Estructurales Europeos y una significativa inversión extranjera. Las exportaciones de las dos regiones se concentran en países que con los que existen convenios comerciales, América y Europa, respectivamente. El ambiente para los negocios de Sajonia-Anhalt es más favorable que el del Valle del Cauca debido a que ofrece altos niveles de seguridad y de protección de la propiedad intelectual, un sistema legal confiable, trámites fáciles y rápidos y servicios de consultoría gratuitos.

Las dos regiones cuentan con suelos fértiles aptos para actividades agrícolas y en los institutos de investigación se concentran los conocimientos y las capacidades en temas agrícolas y de biotecnología. Aunque en las dos regiones existen grandes actores empresariales, son las PYMEs las que sobresalen por su número, Sajonia-Anhalt promueve la innovación en las PYMEs a través Red de Competencia para la Investigación Aplicada y Orientada a la Transferencia (KAT). Las industrias relacionadas con el sector biotecnológico presentes en las dos regiones son: la industria química, la elaboración de alimentos y bebidas, el sector salud y el energético. Las dos regiones adolecen de un mercado laboral suficientemente amplio para potenciar el sector biotecnológico, en el caso del Valle del Cauca

la mayor parte del personal se ocupa en el sector comercio y el de servicios mientras que en Sajonia-Anhalt el problema es la emigración de estudiantes y graduados.

**Tabla 5.1**

*Resumen de comparación – Análisis Espacial*

Construccto	Factores de Éxito	Valle del Cauca	Gatersleben (Sajonia-Anhalt)	Observaciones
Políticas públicas	Visión de desarrollo compartida	◐	●	Desarrollo de una economía basada en recursos naturales (agricultura-agroindustria). En Sajonia-Anhalt la biotecnología tiene un papel determinante.
	Política de desarrollo basada en sistemas de innovación	◐	●	Alemania tiene mayor experiencia en la conformación de redes y clústeres y un apoyo decido del gobierno regional (financiación por seis años).
	Política de innovación	◑	◑	Las políticas de innovación dan atención a temas similares, en especial al fortalecimiento de las capacidades de innovación de las PYMEs.
	Claridad y articulación de las políticas públicas	◐	◑	Las dos regiones han realizado esfuerzos de articulación de sus políticas públicas.
Contexto social frente a la biotecnología	Percepción sobre el desarrollo de la biotecnología	◑	◑	La biotecnología no tiene una amplia aceptación social; se han tomado medidas para mejorar su imagen ante la comunidad, pero esta no participa de forma activa.
	Disposición al cambio	◑	◑	La economía regional sigue dependiendo en gran medida de sectores tradicionales no de una transformación económica basada en conocimiento.
Contexto macroeconómico	Desempeño económico	◑	◑	El Valle del Cauca tiene una importante participación en el PIB nacional; mientras que Sajonia-Anhalt tiene una imagen en el país de región rezagada.
	Producción	◑	◑	Las dos regiones tienen una importante presencia de la industria de alimentos, la industria química, la agricultura y actividades relacionadas lo que incentiva el desarrollo de los territorios.
	Exportaciones	◑	◑	Las exportaciones de las dos regiones se concentran en países que con los que existen convenios comerciales, América y Europa, respectivamente.
	Ambiente de negocios	◑	●	Sajonia-Anhalt ofrece altos niveles de seguridad y de protección de la propiedad intelectual, un sistema legal confiable, trámites fáciles y rápidos y servicios de consultoría gratuitos.

<b>Características del territorio</b>  <table border="1"> <tr> <th colspan="2">Criterios</th> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td>Precario</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td>Medio alto</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td>Alto</td> </tr> </table>	Criterios		<input type="radio"/>	Precario	<input type="radio"/>	Bajo	<input type="radio"/>	Medio	<input type="radio"/>	Medio alto	<input type="radio"/>	Alto	Conocimiento y capacidades agroecológicas y en biotecnología pre-existentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Las dos regiones cuentan con suelos fértiles aptos para actividades agrícolas y en los institutos de investigación se concentran los conocimientos y las capacidades en temas agrícolas y de biotecnología
	Criterios															
	<input type="radio"/>	Precario														
	<input type="radio"/>	Bajo														
	<input type="radio"/>	Medio														
	<input type="radio"/>	Medio alto														
<input type="radio"/>	Alto															
Infraestructura física	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	La infraestructura de transporte y telecomunicaciones en las dos regiones es adecuada. Sajonia-Anhalt se ha beneficiado de los fondos para la reconstrucción del Este de Alemania.													
Cultura de la innovación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sajonia-Anhalt promueve la innovación en las PYMEs a través Red de Competencia para la Investigación Aplicada y Orientada a la Transferencia (KAT).													
Cultura del emprendimiento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Aunque en las dos regiones existen grandes actores empresariales, son las PYMEs las que sobresalen por su número.													
Industrias/sectores relacionados con la biotecnología	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Las industrias relacionadas con el sector biotecnológico presentes en las dos regiones son: la industria química, la elaboración de alimentos y bebidas, el sector salud y el energético.													
Mercado laboral y atracción de personal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Las dos regiones adolecen de un mercado laboral suficientemente amplio para potenciar el sector biotecnológico. Valle del Cauca la mayor parte del personal se ocupa en los sectores comercio y servicios; en Sajonia-Anhalt el problema es la emigración de estudiantes y graduados.													

*Elaboración propia*

### 5.4.2 Enfoque estructural

BMD GmbH que es la asociación de empresas e instituciones del sector de las ciencias de la vida actúa como facilitador del Green Gate Gatersleben además de gestionar los otros clústeres de biotecnología de Sajonia-Anhalt y enfoca sus esfuerzos en la transferencia de tecnología, el desarrollo empresarial, estratégico financiero y comercial de empresas e instituciones de investigación. De manera similar en el Valle del Cauca, la Corporación Biotec con asociados empresariales e instituciones de educación e investigación ha tomado el liderazgo en promover las iniciativas de clúster o sistemas de innovación regionales alrededor del sector agrícola-agroindustria teniendo a la biotecnología como eje de desarrollo.

Dadas las características del sistema de organización federal, la región de Sajonia-Anhalt disfruta de mayor autonomía en la definición de políticas y toma de decisiones que el modelo de gobierno centralizado al que está sujeto el departamento el Valle del Cauca. En Sajonia-Anhalt la innovación y la investigación se encuentran integradas en un solo ministerio lo que facilita la formulación de políticas y estrategias; sin embargo, las estructuras

organizacionales siguen siendo complejas lo que entorpece su implementación. Respecto al Valle del Cauca, aunque las autoridades diseñan estrategias y planes de acción que responden a necesidades del territorio se observan dificultades en su implementación o las acciones no tiene el impacto esperado. Los documentos de políticas y estrategias regionales son la base para establecer responsabilidades y mecanismos de coordinación institucional.

Los fondos públicos para actividades de innovación, en el caso del Valle del Cauca dependen fundamentalmente del Sistema General de Regalías, con la coordinación de Colciencias, aunque se promovió la creación del Fondo Regional para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, este requiere de fortalecimiento. En el caso de Sajonia-Anhalt, la región cuenta con autonomía para la financiación de actividades de I+D, alrededor del 50% del presupuesto se destina a proyectos e investigación y más del 40% se destina a infraestructura de investigación; aunque el Ministerio Federal de Educación e Investigación es la principal entidad de gobierno que otorga financiación, también participan otros ministerios; los recursos económicos provienen de Fondos Estructurales Europeos, subsidios nacionales y la base impositiva de la región.

El Valle del Cauca dispone de diez universidades concentradas en Cali; mientras que Sajonia-Anhalt cuenta con dos universidades principales y cuatro *colleges* ubicados en diferentes ciudades. Las instituciones de educación del Valle del Cauca se han fortalecido en ciencias de la vida y ofertan programas académicos relacionados con el sector agrícola y la biotecnología. Las dos regiones realizan esfuerzos para incentivar en los niños y jóvenes el interés en la biotecnología vegetal y temas relacionados. Respecto a los procesos de transferencia tecnológica, se reconoce que en el Valle del Cauca los niveles de transferencia son bajos y los servicios de apoyo a la transferencia presentan debilidades; en Sajonia-Anhalt aunque existen estructuras organizacionales especializadas en transferencia tecnológica como

el WZW y el KAT, los niveles de transferencia tecnológica son bajos, algunas oficinas requieren mayor profesionalización y para algunas universidades y entidades de investigación la transferencia tecnológica no es una prioridad.

En cuanto al sistema de valor agregado, en las dos regiones son las grandes empresas las que tienen una mayor participación y avance en temas de innovación y aplicación de la biotecnología. Además, para las dos regiones resulta fundamental contar con instituciones de investigación reconocidas a fin de atraer a nuevos actores al territorio y para el establecimiento de relaciones y el desarrollo de proyectos de innovación con actores externos.

La Corporación Biotec ha realizado aportes teóricos y aplicados en los que integra en una cadena de valor la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación; estos se han acogido para la construcción colectiva de iniciativas en torno a la biotecnología. Por otro lado, dentro del GGG todos los socios se consideran iguales, determinan conjuntamente las actividades y actúan bajo la marca Green Gate Gatersleben® - The Plant Biotech Center.

En el Valle del Cauca, dentro del marco SRIB, el trabajo colaborativo se encuentra definido en cinco proyectos regionales en red. Los institutos de investigación y las universidades son los actores con más experiencia en la realización de proyectos conjuntos y el establecimiento de alianzas. En Gatersleben, existe la red de biotecnología vegetal InnoPlanta e.V. que integra a más de 100 socios de investigación, negocios, finanzas y política. El instituto IPK trabaja con equipos de investigación internacionales.

Entidades como Invest Pacific y la Corporación Biotec han desempeñado un papel importante en atraer actores a la región. Los talleres para la construcción del SRIB se han convertido en espacios para motivar la participación de las instituciones involucradas. De manera similar en Sajonia-Anhalt la agencia IMG realiza esfuerzos para atraer y apoyar a los inversionistas y la reputación del IPK se ha convertido en un factor clave para atraer actores empresariales en Gatersleben.

En cuanto a los enlaces externos, la iniciativa SRIB contempla como prioridad la integración inter-regional de los departamentos Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño. Además, las misiones internacionales se han convertido en oportunidades para establecer alianzas entre instituciones. Los socios del Gatersleben tienen enlaces externos con entidades, institutos y empresas de otras partes del país y de otras naciones.

**Tabla 5.2**

*Resumen de comparación – Análisis Estructural*

Constructo	Factores de Éxito	Valle del Cauca	Gatersleben (Sajonia-Anhalt)	Observaciones
Competencias de los actores	Facilitador o director	◐	●	BMD GmbH actúa como facilitador, gestiona los clústeres de biotecnología de Sajonia-Anhalt; además, existe un director para GGG. En el Valle del Cauca, la Corporación Biotec ha tomado el liderazgo en promover las iniciativas de clúster o sistemas de innovación alrededor de la biotecnología, pero no tiene el mismo poder de decisión y actuación que BMD GmbH.
	Sistema político	◐	◐	En el sistema de organización federal, la región de Sajonia-Anhalt disfruta de mayor autonomía en la definición de políticas y toma de decisiones que el modelo de gobierno centralizado al que está sujeto el departamento el Valle del Cauca. La dos regiones tiene dificultades de implementación. Sajonia-Anhalt tiene mayores fondos públicos para I+D.
	Investigación y Educación	◐	◐	Las dos regiones cuentan con universidades e institutos que promueven la educación en biotecnología. Las dos regiones tienen bajos niveles de transferencia tecnológica; sin embargo, en Sajonia-Anhalt tiene una mayor infraestructura organizacional para la transferencia.
	Sistema de creación de valor	◐	◐	En las dos regiones son las grandes empresas las que tienen una mayor participación y avance en temas de innovación y aplicación de la biotecnología.

Constructo	Factores de Éxito	Valle del Cauca	Gatersleben (Sajonia-Anhalt)	Observaciones
Interacción	Filosofía de colaboración y propiedad colectiva			La Corporación Biotec ha realizado aportes sobre una cadena de valor la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación; estos se han acogido para iniciativas torno a la biotecnología. Por otro lado, dentro del GGG todos los socios se consideran iguales, determinan conjuntamente las actividades y actúan bajo la marca Green Gate Gatersleben ®
	Atracción de actores competitivos			Entidades como Invest Pacific y la Corporación Biotec han desempeñado un papel importante en atraer actores a la región. De manera similar en Sajonia-Anhalt la agencia IMG realiza esfuerzos para atraer inversionistas y el IPK es una entidad ancla para actores empresariales en Gatersleben.
	Enlaces externos			La iniciativa SRIB contempla como prioridad la integración inter-regional de los departamentos Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño. la realización de misiones, que brindan la oportunidad de establecer alianzas entre instituciones. Los socios del Gatersleben tienen enlaces externos con entidades, institutos y empresas de otras partes del país y con otras naciones.
	Trabajo en red			En el Valle del Cauca, se definieron cinco proyectos regionales en red. Los institutos de investigación y las universidades tienen más experiencia en proyectos conjuntos y alianzas. En Gatersleben, la red de biotecnología vegetal InnoPlanta e.V. integra a más de 100 socios de investigación, negocios, finanzas y política. El instituto IPK trabaja con equipos de investigación internacionales.
Infraestructura	Financiación			Para el SRIB se contempla para su funcionamiento el uso los fondos públicos y recursos derivados de procesos de cooperación internacional con países de la Unión Europea. En Sajonia-Anhalt, el IB y el IBG brindan apoyo financiero a la medida para innovación empresarial; particularmente, en Gatersleben, la empresa Saaten-Union Biotec GmbH financia el I+D en fitomejoramiento biotecnológico.
	Plataforma científico-tecnológica			Mediante el SRIB se pretende articular la infraestructura científica-tecnológica existente, complementarla y potenciarla. Se planteo la creación del Centro Nacional para la Bioindustria y la Biotecnología en el Valle del Cauca. En Gatersleben, la plataforma científico-tecnológica más importante la compone: el Centro de Genoma, el Centro de Bioinformática, el Banco de Genes, la Facultad de Fenotipado y el IPK.
	Infraestructura de servicios			En el Valle del Cauca, existen algunas empresas de servicios que brindan apoyo en consultoría, promoción de la imagen de la región, servicios tecnológicos de acompañamiento, entre otros. En Gatersleben, el Biotech Center Gatersleben GmbH y la agencia BMD GmbH ofrecen apoyo en cooperación, transferencia tecnológica, coordinación de proyectos transfronterizos, mercadeo y comercialización, etc.

<b>Condiciones marco (reglas de juego)</b>  <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Criterios</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>○</td> <td>Precario</td> </tr> <tr> <td>◐</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>◑</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>◒</td> <td>Medio alto</td> </tr> <tr> <td>◓</td> <td>Alto</td> </tr> </tbody> </table>	Criterios		○	Precario	◐	Bajo	◑	Medio	◒	Medio alto	◓	Alto	Sistema de protección intelectual	◐	◓	Aunque en Colombia existen importantes dificultades para acceder al recurso genético, entidades como la Corporación Biotec hacen esfuerzos para acceder y en asociación con el CIAT han logrado obtener patentes. En Sajonia-Anhalt, Agencia de Patentes ESA ofrece apoyo a los institutos de investigación, universidades y empresas completo desde la ciencia hasta los negocios.
	Criterios															
	○	Precario														
◐	Bajo															
◑	Medio															
◒	Medio alto															
◓	Alto															
Marco regulatorio (marcos de actuación claros y unificados)	◐	◓	El marco regulatorio colombiano para la biotecnología tiene muchos vacíos y limitaciones. En el ámbito regional sectorial, para la ejecución de proyectos, se definen estatutos que funcionan marcos de actuación que regulan y dan claridad a las acciones y roles de los actores involucrados. En Sajonia-Anhalt, el gobierno regional y las instituciones de educación superior establecen acuerdos que enfatizan la explotación y comercialización de los resultados de la investigación.													
Condiciones y requerimientos para acceso a financiación de proyectos de innovación	◐	◓	El acceso a recursos del SGR-CTI es complejo y se le reconoce como un limitante para el avance de las iniciativas. En Sajonia-Anhalt, IB gestiona los procedimientos de solicitud para licitaciones de proyectos de innovación y otorga alrededor de 120 donaciones al año.													

Elaboración propia

### 5.4.3 Enfoque funcional

Las dos regiones han definido la orientación de la investigación y el desarrollo en sectores con potencial competitivo en el territorio. En el Valle del Cauca bajo SRIB se encuentran priorizados cuatro macroproyectos relacionados con la bioprospección, innovación tecnológica en agricultura y salud, el desarrollo de la industria frutícola y la construcción de capacidades para la agricultura, la agroindustria y la bioindustria. Por otro lado, en Gatersleben (Sajonia-Anhalt) la orientación de la investigación en biotecnología tiene un mayor nivel de especificidad como: mutagénesis, transformación de cereales, fenotipificación de plantas, proteómica, metabolómica, entre otros.

En el Valle del Cauca se ha desarrollado conocimiento en diferentes áreas desde el diseño de maquinaria agrícola, pasando por modelos agrícolas más eficientes hasta el uso de la biotecnología como herramienta para el mejoramiento de las cadenas agrícola, agroindustria y bioindustria. En Gatersleben, los socios han desarrollado conocimiento para proveer productos y servicios orientados al cliente en temas como la mejora asistida por marcadores, transformación de cultivos, habilitación de tecnologías, análisis genético y fenotípico de plantas,

---

entre otros. La difusión del conocimiento se desarrolla entre instituciones de investigación en laboratorios o a través de seminarios, talleres, fichas técnicas, asesoría a campesinos, en el caso del Valle del Cauca; respecto a Gatersleben y Sajonia-Anhalt se utiliza la infraestructura de transferencia tecnológica, además de boletines informativos de algunas empresas, servicios de asesoría, acceso a bases de datos.

La iniciativa SRIB contempla la generación de emprendimientos agroindustriales de alto valor agregado, se han desarrollado talleres de sensibilización para el emprendimiento de base tecnológica y han empezado a emerger iniciativas para la creación de spin-offs. En Sajonia-Anhalt los centros de transferencia tecnológica actúan como incubadoras de empresas o centros de demostración; los Fondos Estructurales Europeos se utilizan para cofinanciar estas estructuras; ego.-INCUBATOR se encarga de apoyar el establecimiento y complementar las capacidades de las incubadoras existentes en las universidades.

En el Valle del Cauca, las empresas pueden formar mercado y generar legitimidad para sus innovaciones a través de la adopción del Sello de Agricultura Saludable y la implementación de normas que les permitan entrar en nuevos mercados. Las empresas de Gatersleben desarrollan estrategias basadas en la creación de confianza en los clientes y la sociedad en general con iniciativas de apoyo al emprendimiento social, el apoyo a los proveedores, garantizar la calidad de los productos y los procesos y la responsabilidad ambiental.

**Tabla 5.3**

*Resumen de comparación – Análisis Funcional*

Factores de Éxito	Valle del Cauca	Gatersleben (Sajonia-Anhalt)	Observaciones
Orientación de la investigación	●	●	Del proceso del SRIB, se identificaron cinco grandes grupos temáticos como tendencias BIO de la región y se priorizaron cuatro macro proyectos. Por otro lado, en Gatersleben la orientación de la investigación en biotecnología tiene un mayor nivel de especificidad (ej. mutagénesis, transformación de cereales, fenotipificación de plantas, proteómica, etc.)
Desarrollo de conocimiento	●	●	En el Valle del Cauca se ha desarrollado conocimiento en diferentes áreas desde el diseño de maquinaria agrícola, modelos agrícolas más eficientes hasta el uso de la biotecnología en las cadenas productivas. En Gatersleben, los socios han desarrollado conocimiento para proveer productos y servicios orientados al cliente en temas específicos de biotecnología vegetal.
Difusión del conocimiento	●	●	En el Valle del Cauca, la difusión del conocimiento se desarrolla entre instituciones de investigación en laboratorios o a través de seminarios, talleres, fichas técnicas, asesoría a campesinos; respecto a Gatersleben y Sajonia-Anhalt se utiliza la infraestructura de transferencia tecnológica, además de boletines informativos de algunas empresas, servicios de asesoría, acceso a bases de datos.

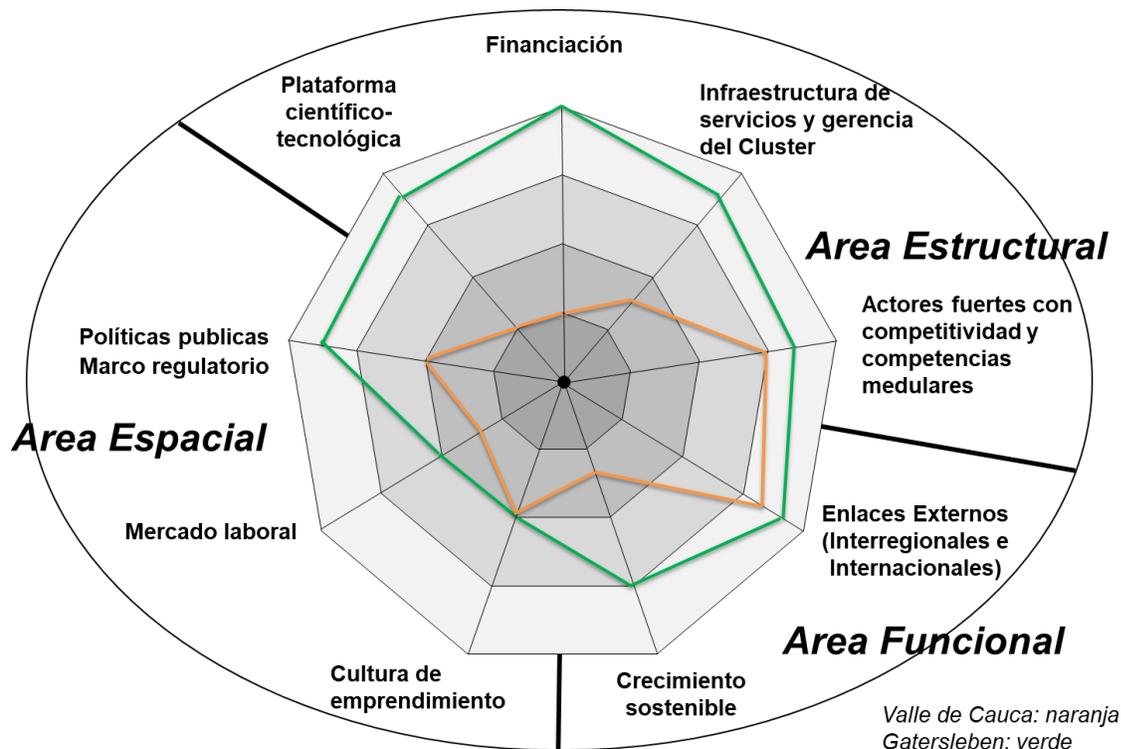
Factores de Éxito	Valle del Cauca	Gatersleben (Sajonia-Anhalt)	Observaciones
Actividades de emprendimiento	●	●	La iniciativa SRIB contempla la generación de emprendimientos agroindustriales de alto valor agregado y han empezado a emerger iniciativas para la creación de spin-offs. En Sajonia-Anhalt los centros de transferencia tecnológica actúan como incubadoras de empresas o centros de demostración; los Fondos Estructurales Europeos se utilizan para cofinanciar estas estructuras; ego.-INCUBATOR apoya las capacidades de las incubadoras de las universidades.
Movilización de recursos	●	●	En el Valle del Cauca, los recursos que tienen una mayor movilidad o disponibilidad en la región son los recursos humanos y los tecnológicos. En cuanto a los recursos financieros estos son de más difícil acceso. En Sajonia-Anhalt se movilizan recursos financieros, de talento humano y el conocimiento y la experiencia (ej. vales de transferencia universidad-empresa).
Formación del mercado	●	●	En el Valle del Cauca, las empresas pueden formar mercado y generar legitimidad para sus innovaciones a través de la adopción del Sello de Agricultura Saludable y la implementación de normas exigidas en nuevos mercados. Las empresas de Gatersleben desarrollan estrategias basadas en la creación de confianza en los clientes y la sociedad en general.
Creación de legitimidad	●	●	

Criterios	
○	Precario
◐	Bajo
◑	Medio
◒	Medio alto
●	Alto

*Elaboración propia*

Figura 5.1

Resumen de comparación en los factores de éxito coincidentes



Elaboración propia

#### 5.4.4 Configuraciones asociativas

De acuerdo con los hallazgos de los casos del Valle del Cauca y Gatersleben y los aportes a las configuraciones de Speldekamp et al. (2019), se concluye que el caso del Valle del Cauca tiene una mayor correspondencia a las características de la Configuración 4 **en redes coordinadas informalmente**, mientras que Gatersleben se ajusta a la Configuración 1 **en red dentro de la ubicación**.

Estas configuraciones pueden entenderse como etapas de desarrollo de estructuras organizacionales para la innovación. Por nivel de complejidad, la Configuración 3 sería la más baja debido a que las empresas no se encuentran en redes, sino que actúan independientemente; luego se encuentran las empresas de la Configuración 4 que participan

en redes informales; le siguen las empresas de la Configuración 1 que participan en redes formales para la innovación; y finalmente se encuentran las empresas de la Configuración 2 que han logrado participar y extender sus redes a un espacio geográfico global. A fin de promover el establecimiento de un clúster de biotecnología en Colombia se requiere migrar a estructuras de red más formales y densas, entre otras condiciones (Tabla 5.4).

Tabla 5.4

*Configuraciones de clúster*

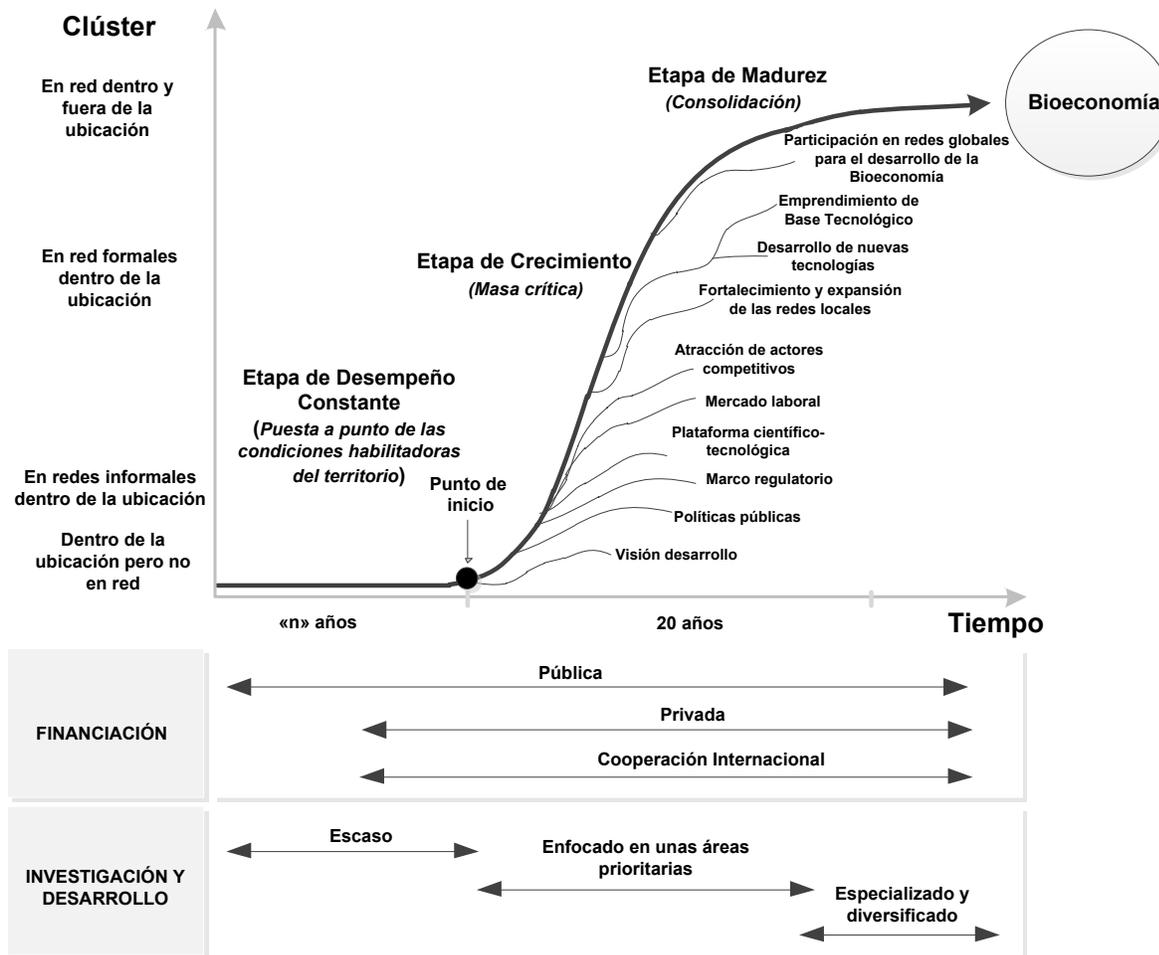
Condiciones causales		1	2	3	4
		En red dentro de la ubicación	En red fuera de la ubicación	Están dentro de la ubicación, pero no están en red	En redes coordinadas informalmente
<b>Geografía</b>	Alta diversidad	e	●	●	
	Alta especialización	●	e	●	
<b>Redes (empresas)</b>	Fuertes locales	●	e	e	
	Fuertes no locales	e	●	e	
<b>Redes (estructura)</b>	Alta dispersión	e	●		e
	Alta densidad	●	e		●
<b>Instituciones</b>	Fuertemente formales				e
	Fuertemente informales				●
	Fuertemente formales o informales	●			
<b>Capacidades internas</b>	Base fuerte de conocimientos	e	●		

Fuente: Speldekamp et al. (2019)

●=condición presente; e=condición ausente; espacio en blanco=condición causal que puede estar presente o ausente

Figura 5.2

Hacia la construcción de un clúster de biotecnología en Colombia



Nota: Adaptación basada en Scheel (2011)

En la misma línea de pensamiento de Scheel (2011) y trasladando sus aportes a la generación de un clúster de innovación en biotecnología en Colombia, se identifican tres etapas de desarrollo: Etapa de Desempeño Constante, Etapa de Crecimiento y Etapa de Madurez (Figura 5-5)<sup>37</sup>.

<sup>37</sup> La Figura 5-1, presenta algunos de los factores de éxito identificados en esta investigación, para efectos prácticos no se incluyen todos dentro de una sola gráfica, no implicando con ello que sean prescindibles.

***Etapa de Desempeño Constante.*** Se aprecia la existencia de empresas que han desarrollado capacidades en torno a la biotecnología, algunas actúan de forma independiente y otras participan en redes informales dentro del territorio. Los niveles de I+D son escasos debido a la baja articulación de los actores claves del sistema de innovación y la disponibilidad de recursos. Por lo tanto, se requiere dar inicio a un periodo de preparación, de puesta a punto de las condiciones habilitadoras del territorio, implicando una mayor participación de fondos financieros públicos.

***Etapa de Crecimiento.*** Al alcanzar el estado esperado en las condiciones habilitadoras se da inicio a la Etapa de Crecimiento. En esta Etapa, existen lineamientos políticos, estratégicos y regulatorios claros, articulados y simplificados. Las condiciones y oportunidades de desarrollo del sector biotecnológico resultan atractivos y jalonan la migración de actores competitivos a la región, lo que conduce a acumulación de suficiente masa crítica y a la creación y fortalecimiento de redes sectoriales y de investigación formales locales y extraterritoriales, que dan inicio a la formación del clúster. El mercado laboral cuenta con niveles de especialización en biotecnología adecuados para dar respuesta a las necesidades de las empresas del territorio. Además, una mayor disponibilidad de recursos de fuentes públicas, privadas y de cooperación internacional contribuyen a la consolidación de una plataforma científico-tecnológica con la capacidad para dar respuesta a los desafíos de investigación y desarrollo tecnológico de los actores de la región. Los esfuerzos en I+D se encuentran centralizados en unas áreas priorizadas.

***Etapa de Madurez.*** El fortalecimiento de la plataforma científico-tecnológica conduce al desarrollo de nuevas tecnologías y al nacimiento de nuevas empresas de base biotecnológica.

En esta Etapa, se ha alcanzado un nivel de especialización alto en las áreas de investigación priorizadas que se ha convertido en el fundamento para el desarrollo de diversas aplicaciones tecnológicas, facilitando la migración al establecimiento de una bioeconomía. El clúster se encuentra consolidado y es un participante activo en redes globales para el desarrollo de la bioeconomía.

## **5.5 Contribuciones e impacto de la investigación**

Respecto a las brechas identificadas por la revisión bibliométrica de Speldekamp et al. (2019), la investigación hace las siguientes contribuciones:

**Brecha 1. La mayoría de los estudios sobre clústeres se centra en una o dos dimensiones del concepto de clúster de Porter (1998): redes, instituciones y geografía.**

**Contribución:** la investigación adoptó un enfoque holístico que permite contener de forma completa las dimensiones de un clúster: Espacial, Estructural y Funcional. Esto se evidencia en la construcción de un Macro Modelo de Factores de Éxito que se aplicó como marco de referencia para la construcción y análisis de los casos estudiados. El Macro Modelo de Factores de Éxito facilita la replicación para investigaciones posteriores y la realización de comparaciones entre casos.

**Brecha 2. Las dimensiones del clúster se unen de formas complejas; sin embargo, en la literatura el tema se encuentra poco desarrollado. Poco se conoce sobre cómo sus dimensiones pueden complementarse y tampoco es claro qué factores son necesarios o suficientes o si existen múltiples caminos para llegar a un resultado exitoso.**

**Contribución:** la investigación articula las dimensiones de análisis clúster e identifica los constructos y los factores de éxito relacionados. La investigación adopta el enfoque epistemológico de la complejidad, entendiendo al arreglo clúster como sistema multivariado de tres dimensiones que resultan de integrar las diferentes perspectivas aportadas por la Competitividad Sistémica (Esser et al., 1996), las dimensiones para la medición del desempeño de los sistemas de innovación (Jenson et al., 2016), la estructura e interacciones dentro de un clúster de innovación (Kuhlmann & Arnold, 2001; Tavassoli & Tsagdis, 2014) y las características del sector biotecnológico. Estas perspectivas son integradas en un Macro Modelo de Factores de Éxito compuesto por tres dimensiones: Espacial, Estructural y Funcional, que permiten analizar las partes y el todo del sistema de innovación. Además, se determinan los factores de éxito para cada dimensión de análisis de acuerdo con los resultados de la revisión documental de artículos académicos de estudios teóricos y empíricos, e información del sector biotecnológico.

**Brecha 3. No siempre se tiene en cuenta los efectos de nivel superior de los clústeres debido a los diferentes niveles de análisis empleados.**

**Contribución:** la investigación tomo en consideración niveles de análisis de orden superior, incorporando la estructura de análisis que proporciona la Competitividad Sistémica que permite entender a los clústeres con subsistemas de un sistema de competitividad de mayor alcance. En este sentido, se tuvo constructos como: las políticas públicas, el contexto macroeconómico, el contexto social y las características del territorio. También contempla el establecimiento de relaciones con actores fuera del sistema clúster.

Adicionalmente, la investigación tiene impactos en tres enfoques:

1. **En el concepto clúster.** Respecto al concepto de clúster de Porter (1998) que da énfasis a tres elementos: las redes, las instituciones y la geografía; esta investigación amplía la perspectiva de análisis de los clústeres, incorporando el Análisis Estructural del sector que contempla cuatro elementos fundamentales: las competencias de los actores principales (sistema político, sistema de creación de valor, sistema de educación e investigación, el facilitador y director del clúster), sus interacciones (construcción de redes internas y externas), la infraestructura (recursos financieros, plataforma científico-tecnológica, conocimiento) y las condiciones marco. También introduce el Análisis Funcional orientado a estudiar las funciones de la innovación, iniciando con el enfoque de la investigación hasta la formación de mercado y la legitimación de la innovación en este.
2. **Emprendimiento.** En los sectores de alta tecnología e intensivos en conocimiento son las instituciones de conocimiento e investigación el corazón del emprendimiento. Emprendimiento de base tecnológica que se deriva de procesos de investigación aplicada y desarrollos tecnológicos. Siendo las universidades y los centros de investigación los principales generadores de conocimiento, y por tanto de gran importancia, especialmente para las PYMES, se requiere de una adecuada plataforma científico-tecnológica que facilite los procesos de transferencia tecnológica y la incubación de *spin-offs*, condiciones marco claras y accesibles, y capital de riesgo adaptado a las necesidades y requerimiento de las empresas del sector biotecnológico. Por parte de las empresas, se hace imprescindible el desarrollo y fortalecimiento de capacidades estratégicas, capacidades de absorción de las nuevas tecnologías transferidas, capacidades organizacionales que les permitan moverse con los cambios del entorno y capacidades para gestionar la innovación.

3. ***Desarrollo de la economía regional.*** Los clústeres en sectores de alta tecnología como el biotecnológico permiten hacer la migración de las economías tradicionales a las economías basadas en conocimiento en las regiones en donde se establecen. La biotecnología actúa como eje transversal que impulsa el desarrollo de innovaciones en diferentes sectores, especialmente, en los sectores de producción primaria, el sector salud y la industria. Las estructuras en red como los clústeres ofrecen oportunidades para la optimización en el uso de los recursos disponibles de las regiones (humanos, biológicos, de conocimiento, financieros) bajo la actuación coordinada de actores unidos bajo una visión compartida de desarrollo territorial. Los clústeres de biotecnología o bioeconomía abren oportunidades para la especialización productiva de las regiones basadas en recursos propios de sus territorios y para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible que requieren sus poblaciones.

## **5.6 Recomendaciones**

En esta sección se presentan las recomendaciones de carácter práctico y académico para el desarrollo de investigaciones posteriores.

### ***5.6.1 Recomendaciones para el desarrollo de la bioeconomía en Colombia***

El alcance del concepto de bioeconomía para el país fue definido como “una estrategia de crecimiento económico basada en bioeconomía es aquella en la que se gestiona de manera eficiente y sostenible los recursos biológicos renovables y la biomasa residual para generar nuevos productos, procesos y servicios de valor agregado basados en conocimiento que permiten crear nuevas palancas de crecimiento, desarrollo y progreso en las regiones de Colombia” (Betancur Giraldo, 2017, p. 15)

De acuerdo con la anterior definición y la Figura 5-1, el desarrollo del sector biotecnológico y por extensión de la bioeconomía, requiere del cumplimiento de múltiples factores que se localizan en las dimensiones: Espacial, Estructural y Funcional.

**Espacial.** En esta dimensión se requiere dar inicio a la puesta a punto de las condiciones habilitadoras del territorio como son: el fortalecimiento del conocimiento y las capacidades en biotecnología pre-existentes mediante una mayor disponibilidad de recursos físicos, financieros y humanos para los laboratorios, centros de investigación y centros de desarrollo tecnológico. La infraestructura física de conectividad debe ser adecuada para los requerimientos de un clúster de alta tecnología. Se debe prestar especial atención a los aspectos culturales de las comunidades del territorio para el fomento del pensamiento innovador y el emprendimiento, para la formulación de acuerdos y protocolos éticos a favor de un desarrollo biotecnológico ambiental y socialmente sostenible, y para promover la cooperación y colaboración a fin de establecer redes. Los atractivos territoriales deben ser conservados y protegidos, contribuyendo a desarrollar la marca de la región.

También, se requiere del fortalecimiento y modernización de las industrias o sectores en los que la biotecnología tiene mayores oportunidades de aplicación. Adicionalmente, se deben generar condiciones macroeconómicas favorables para atraer la inversión al sector biotecnológico y relacionados.

**Estructural.** En esta dimensión se requiere del entendimiento de la biotecnología y la convergencia tecnológica como herramientas de desarrollo que permiten migrar hacia economías basadas en conocimiento. El sistema político debe pasar de la formulación de planes y estrategias, a la implementación, bajo la guía de una visión de desarrollo bioeconómico clara, pertinente, realizable y compartida. Su apoyo a las iniciativas clúster y

sectoriales debe ser determinante y se evidencia por: el establecimiento de alianzas público-privadas, la destinación de recursos económicos para su financiación, una mayor capacidad de respuesta de las entidades públicas gracias a una adecuada coordinación y actualización institucional, la formulación de un marco regulatorio que contemple a todas las cadenas de valor de la bioeconomía (biotecnología) bien estructurado y claro, la simplificación de los trámites para acceder al recurso genético, de una oficina regional de propiedad intelectual que brinde acompañamiento a las universidades, institutos de investigación y las empresas, y la definición de mecanismos que garanticen el acceso de las nuevas tecnologías al mercado.

El sistema de educación e investigación debe transformarse incorporando en los programas de formación la bioeconomía en los diferentes niveles de educación para el desarrollo de talento humano especializado suficiente. A fin de retener en el territorio el talento humano formado deben crearse oportunidades de desarrollo laboral en los diferentes campos de aplicación. Por otro lado, para la adopción de nuevas tecnologías por parte de las empresas se requiere cerrar la brecha tecnología que existe entre los centros de investigación y las empresas, fortalecer las capacidades de transferencia tecnológica debido a que el tejido empresarial está compuesto principalmente por PYMEs y precisa de procesos e infraestructura de transferencia adecuados, y acelerar los procesos de investigación y desarrollo tecnológico de tal manera que estén sincronizados con las agendas de instituciones de investigación internacionales. También, se debe incentivar y acompañar los procesos de innovación en las PYMEs en sus diferentes fases de desarrollo a través de una plataforma científico-tecnológica robusta e integrada. Esta Plataforma debe concentrarse en un mismo espacio geográfico, por ejemplo, en una misma ciudad para aprovechar las ventajas que ofrece la proximidad; y debe estar completa (ej. institutos de investigación, banco de genes, centro de bioinformática, etc.) abarcando todas las fases desde la investigación básica hasta la incubación de empresas.

Las iniciativas para el clúster en biotecnología requieren del nombramiento formal de una entidad facilitadora y un director experto en temas administrativos y científicos, y del aseguramiento de los fondos financieros de funcionamiento, especialmente, en sus primeras etapas; además del establecimiento de modelos de financiación a la medida del sector y de las PYMEs. También, se requiere la simplificación al acceso a los recursos financieros públicos destinados a investigación e innovación. Los procesos de evaluación deben ser eficientes y eficaces, y a la medida de las características de las organizaciones postulantes (PYMEs, centros de investigación).

Se debe trabajar en la apropiación de la filosofía de la cooperación y la propiedad colectiva mediante el fortalecimiento de la confianza entre actores y la comunicación e interacción frecuente. Finalmente, se debe promover el fortalecimiento de la infraestructura de servicios de la región que contemple el apoyo de abogados de propiedad intelectual, agencias de mercadeo y comercialización de productos y servicios biotecnológicos, entre otros.

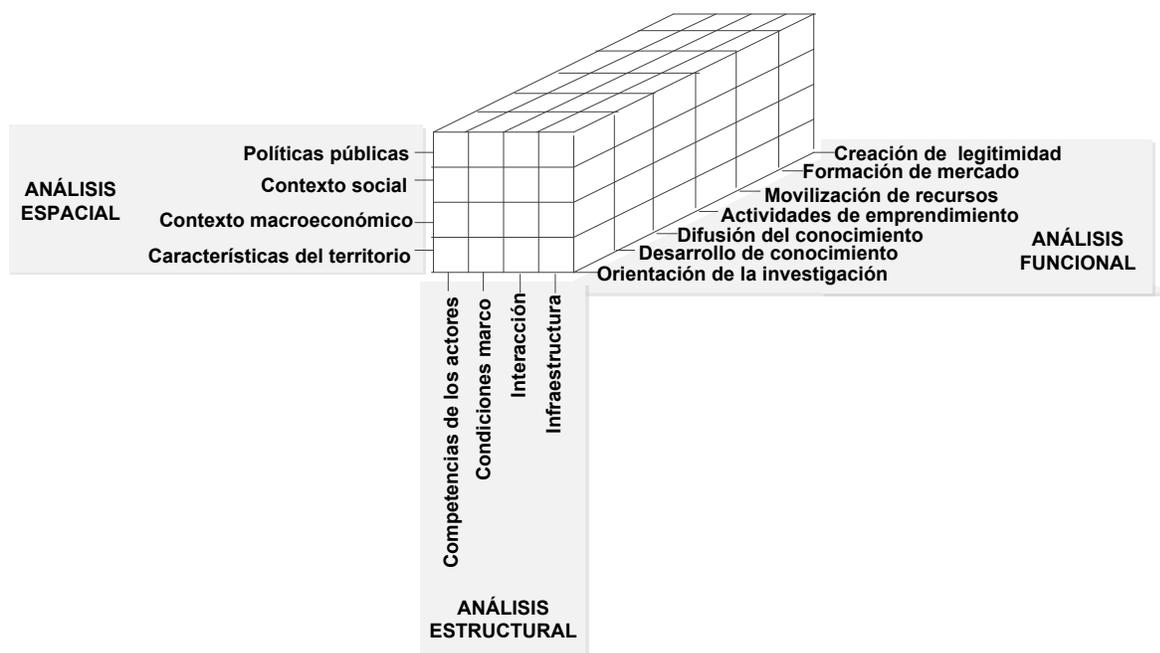
**Funcional.** Para que las funciones de innovación permitan alcanzar los resultados esperados se requiere que la orientación de la investigación sea más precisa y concreta, debe estar a la medida de las capacidades y recursos disponibles; igualmente, el desarrollo de conocimiento debe focalizado, se debe generar mayores niveles de especialización y excelencia en los institutos de investigación y universidades; los procesos de difusión de conocimiento deben ser organizados y eficaces, acordes con las necesidades y expectativas de cada grupo de interés; se deben crear/fortalecer las capacidades regionales para incubar empresas de base tecnológica; la innovación biotecnológica debe estar orientada al mercado y se debe asegurar su legitimidad social mediante la responsabilidad social y ambiental. Para las empresas resultará imprescindible perfeccionar sus capacidades para la innovación y la gestión de la tecnología.

### 5.6.2 Recomendaciones para futuras investigaciones

Para la realización de estudios comparativos posteriores de clústeres de biotecnología u otros sectores de alta tecnología se recomienda adoptar el Enfoque Metodológico de la Configuración con el propósito de entender las relaciones causales entre los constructos que constituyen las tres dimensiones de análisis empleadas en esta investigación: Análisis Espacial, Análisis Estructural y Análisis Funcional (Figura 5.3). Para ejercicios más detallados se puede aplicar a nivel de Factores de Éxito.

**Figura 5.3**

Dimensiones de análisis y sus constructos



Elaboración propia

Dentro del Enfoque de la Configuración el objeto de estudio se entiende mejor desde una perspectiva sistémica-holística, que debe ser vista como una constelación de elementos interconectados. Este Enfoque facilita el entendimiento de la complejidad que caracteriza a las relaciones entre las dimensiones de análisis del clúster. Una complejidad que crece

---

exponencialmente a medida que se involucran más elementos de estudio (Fiss, Marx, & Cambré, 2013).

Se recomienda la aplicación de la herramienta metodológica QCA (*Qualitative Comparative Analysis*) o una de sus variantes de acuerdo con las necesidades de la investigación para analizar las diferentes configuraciones resultantes y entender las trayectorias de desarrollo particular, esto permitirá validar los resultados de estudios anteriores y posteriores bajo un marco de análisis más completo. A diferencia de los métodos de correlación, el método QCA adopta un enfoque holístico orientado al análisis de la heterogeneidad causal. En otras palabras, QCA deja de suponer la independencia de las causas y mantiene durante el análisis las combinaciones particulares que las características de un caso. En QCA se estudian condiciones y resultados no conjuntos de variables dependientes e independientes (Glaesser & Cooper, 2011).

También se recomienda incluir los fundamentos sobre el ciclo de vida de los sistemas de innovación, en especial de los clústeres de innovación en sectores de alta tecnología que faciliten la identificación de las condiciones necesarias para su emergencia, crecimiento y madurez, la determinación de las decisiones que debe tomarse en cada uno de estos puntos críticos de evolución y las implicaciones que estas conllevan para los diferentes actores del clúster en los niveles Meta, Macro, Meso y Micro.

## Anexo A: Validación de jueces

### Validación de ítems para encuesta de factores de éxito para el desarrollo de los clústeres de biotecnología en Colombia

En este Anexo se presentan los resultados de la evaluación de los jueces a los ítems del instrumento de recolección de información de fuentes primarias, encuesta con escala Likert. Estos resultados permitieron determinar que ítems son esenciales, útiles y no esenciales desde la perspectiva de los jueces participantes (Tabla A-1).

Tabla A-1.

<i>Jueces</i>	
Juez	Antecedentes
Luís Antonio Orozco Castro	PhD. Docente e investigador del Observatorio de Entorno de los Negocios de la Universidad Externado de Colombia
Francisco Javier Osorio Vera	PhD. Docente e investigador del Centro de Pensamiento Estratégico y Prospectiva de la Universidad Externado de Colombia
Duvan Fernando Herrera Chiquillo	PhD(c). Docente e investigador del Observatorio de Entorno de los Negocios de la Universidad Externado de Colombia
José Vargas Caicedo	PhD (c). Docente e investigador del Observatorio de Entorno de los Negocios de la Universidad Externado de Colombia

Fuente: Autor (2019)

Para la opinión de cuantos jueces se requiere para conservar cada ítem se aplicó el índice de *Lawshe CVR (Content Validity Ratio)*.

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

Donde,  $n_e$  corresponde al número de ítems que calificados como “esenciales” y  $N$  alude al total de respuestas por ítem. Después de calcular el CVR para todos los ítems, se calcula la media de CVR’, con lo que se obtiene el Índice de Validez de Contenido de toda la prueba (*Content Validity Index, CVI*).

$$CVI = \frac{\sum_{i=1}^M CVR_i}{M}$$

Donde,  $CVR_i$  corresponde a la Razón de Validez de Contenido de los ítems y  $M$  es el total de ítems aceptables de la prueba.

Los resultados se presentan en la Tabla A.2.

**Tabla A.2.**

*Validación de los jueces y cálculo de índices de validez.*

ITEMS	JUECES (Respuestas)			ÍNDICES	
	Esencial	Útil pero no esencial	No esencial	CVR	CVR'
1. Políticas públicas	3	1	0	0,5	0,75
2. Redes de base tecnológica	3	1	0	0,5	0,75
3. Marco regulatorio	4	0	0	1	1
4. Financiación	1	3	0	-0,5	0,25
5. Infraestructura física	4	0	0	1	1
6. Infraestructura de servicios	3	1	0	0,5	0,75
7. Mercado laboral	2	2	0	0	0,5
8. Programas académicos	3	1	0	0,5	0,75
9. Calidad de la educación	3	1	0	0,5	0,75
10. Plataforma científico-tecnológica	2	2	0	0	0,5
11. Protección de propiedad intelectual	2	2	0	0	0,5
12. Demanda de productos y servicios especializados	2	2	0	0	0,5
13. Cultura de emprendimiento	1	3	0	-0,5	0,25
14. Buena calidad de vida	0	3	1	-1	0
15. La visión y estrategia correcta	4	0	0	1	1
16. Confianza (calidad de las relaciones en el red)	4	0	0	1	1
17. Proximidad geográfica	1	2	1	-0,5	0,25
18. Conocimiento preexistente	1	2	1	-0,5	0,25
19. Actores fuertes con competitividad y competencias medulares	3	1	0	0,5	0,75
20. Cultura de la colaboración (asociatividad)	3	1	0	0,5	0,75
21. Capacidad de innovación (I+D)	2	2	0	0	0,5
22. Enlaces externos (interregionales e internacionales)	1	3	0	-0,5	0,25
23. Crecimiento sostenible	2	2	0	0	0,5

ITEMS	JUECES (Respuestas)			ÍNDICES	
	Esencial	Útil pero no esencial	No esencial	CVR	CVR'
24. Gerencia y servicios del clúster	3	1	0	0,5	0,75
<b>TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>4,5</b>	<b>14,25</b>
			<b>CVI para el total de ítems</b>	<b>0,1875</b>	<b>0,59375</b>

Fuente: Autor (2019)

De acuerdo con las repuestas de los jueces se decide no eliminar ningún ítem debido a que los ítems que recibieron una calificación en la categoría “No esencial”, dependió de la opinión de un juez, por lo que se considera poco significativa. Estos ítems fueron: Buena calidad de vida, Proximidad geográfica y Conocimiento preexistente.



## **Anexo B: Encuesta con Escala Likert**

### **Encuesta sobre los factores claves para el éxito de los clústeres de biotecnología en Colombia**

Respetado (a) doctor(a):

Actualmente, me encuentro cursando mis estudios de doctorado en la Universidad Nacional de Colombia y me permito extenderles una cordial invitación a participar en el diligenciamiento del instrumento de Escala Likert que he preparado para la medición de la percepción respecto a algunos de los factores claves para el éxito de los clústeres de biotecnología. Está investigación es dirigida por la doctora Dolly Montoya ahora rectora de la Universidad Nacional de Colombia.

Dada la importancia y pertinencia de su entidad para el estudio sería de gran relevancia poder contar con sus valiosas opiniones. Por tanto, de la manera más respetuosa les solicito participar en este proceso el cual no les tomará más de 30 minutos. La información puede ser enviada al correo: [chjbruszies@unal.edu.co](mailto:chjbruszies@unal.edu.co).

Cabe mencionar que la información suministrada será utilizada para uso académico exclusivamente y será manejada con total confidencialidad. Les agradezco de antemano su valiosa colaboración y quedo atento a su respuesta.

Cordialmente,

Prof. Christian J. Bruszies  
Dipl.-Wirtsch.-Ing., Ing. Industrial, MBA, cPh.D  
Profesor Catedrático Asociado  
Universidad Nacional de Colombia  
Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial  
Edif. 453, Av. Carrera 30 No. 45-03  
Ciudad Universitaria  
Bogotá D.C., Colombia  
Fon: +57 316 5289485  
[chjbruszies@unal.edu.co](mailto:chjbruszies@unal.edu.co)

<b>FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b> <b>Factores claves para el éxito de los clústeres de biotecnología</b>						
<b>Fecha:</b> _____		Se relaciona a continuación una serie de afirmaciones sobre el clúster de las cuales me gustaría conocer su apreciación. Las opciones de repuesta son:				
<b>Nombre de Clúster:</b> _____		a. Muy de acuerdo b. De acuerdo c. Indiferente d. En desacuerdo e. Muy en desacuerdo				
<b>Nombre de la persona entrevistada:</b> _____						
<b>Cargo en el Clúster:</b> _____						
		Por favor marque con una X en la opción de respuesta que considere más apropiada				
Enunciados		a. Muy de acuerdo	b. De acuerdo	c. Indiferente	d. En desacuerdo	e. Muy en desacuerdo
<b>1. Políticas públicas</b> La claridad y articulación de políticas de innovación y desarrollo biotecnológico y agrícola, son fundamentales en la selección de iniciativas del clúster						
<b>2. Redes de base tecnológica</b> Se requiere de políticas y la participación de entidades de gobierno para la creación de redes de PYMEs de base-tecnológica						
<b>3. Marco regulatorio</b> Un marco regulatorio armónico y completo (acceso a recurso genético-comercialización) es esencial para el desarrollo de una red biotecnológica exitosa.						
<b>4. Financiación</b> La insuficiencia de fuentes de financiación y de apoyo gubernamental es una barrera para el desarrollo de proyectos de innovación.						
<b>5. Infraestructura física</b> La inadecuada infraestructura física (Internet, transporte, TICs, etc.) de la región es un obstáculo para el desarrollo de clústeres.						
<b>6. Infraestructura de servicios</b> Los servicios de agencias de mercadeo, abogados de patentes y consultorías para emprendedores, impactan significativamente el desarrollo del clúster.						

Enunciados	a. Muy de acuerdo	b. De acuerdo	c. Indiferente	d. En desacuerdo	e. Muy en desacuerdo
<b>7. Mercado laboral</b> La presencia de trabajadores calificados (tecnólogos), tiene un efecto importante en el desarrollo exitoso de las PYMEs en el clúster.					
<b>8. Programas académicos</b> La comunicación y cooperación del sector empresarial y el educativo ha permitido la adaptación y/o creación de nuevos programas académicos.					
<b>9. Calidad de la educación</b> La calidad de los egresados de las instituciones de educación se ajusta a los requerimientos de las empresas del clúster.					
<b>10. Plataforma científico-tecnológica</b> La transferencia tecnológica exitosa requiere de una plataforma científico-tecnológica que dinamice la investigación y la realización de pruebas-ensayos de los emprendedores.					
<b>11. Protección de propiedad intelectual</b> La falta de experiencia sobre procesos de protección de propiedad intelectual ha llevado a la pérdida de oportunidades de negocio.					
<b>12. Demanda de productos y servicios especializados</b> Los mercados atendidos actualmente por las empresas del clúster tienen un nivel de sofisticación bajo.					
<b>13. Cultura de emprendimiento</b> En el clúster existe una cultura de emprendimiento débil (start-ups, spin-off, instalación de empresas extranjeras) lo que impide que crezca.					
<b>14. Buena calidad de vida</b> El atractivo de la región, donde está el clúster, atrae a talento humano externo e influye en el éxito empresarial.					
<b>15. La visión y estrategia correcta</b> La coordinación de actores claves bajo una visión y valores compartidos, es esencial para el éxito del clúster.					

Enunciados	a. Muy de acuerdo	b. De acuerdo	c. Indiferente	d. En desacuerdo	e. Muy en desacuerdo
<b>16. Confianza (calidad de las relaciones en la red)</b> La confianza entre los miembros del clúster (públicos-privados) ha facilitado la formación de alianzas, convenios, acuerdos, etc.					
<b>17. Proximidad geográfica</b> La cercanía entre las empresas y las instituciones de investigación ha impulsado la transferencia tecnológica y el desarrollo de innovaciones.					
<b>18. Conocimiento preexistente</b> El conocimiento preexistente de la región (tecnologías y otras formas de conocimiento) es una semilla importante para una iniciativa clúster.					
<b>19. Actores fuertes con competitividad y competencias medulares</b> La sostenibilidad del clúster depende de su capacidad para atraer, vincular y conservar actores fuertes.					
<b>20. Cultura de la colaboración (asociatividad)</b> La relación entre las empresas del clúster ha permitido crear un ambiente de colaboración y competencia (rivalidad).					
<b>21. Capacidad de Innovación (I+D)</b> Los actores del clúster se caracterizan por un alto grado de apertura hacia nuevas ideas, tecnologías, etc.					
<b>22. Enlaces externos (interregionales e internacionales)</b> Las empresas de clúster necesitan vincularse e interactuar con mercados y cadenas de valor globales para desarrollar "Spillovers".					
<b>23. Crecimiento sostenible</b> El clúster promueve el ingreso de nuevas empresas, el fortalecimiento de las existentes y la cooperación con clústeres relacionados.					
<b>24. Gerencia y servicios del Clúster</b> La cohesión y desarrollo del clúster necesitan de un facilitador que actúe como director, administrador e interlocutor entre diferentes entidades.					
<b>TOTAL</b>					

## Referencias

- Abhari, K., Davidson, E. J., & Xiao, B. (2019). Collaborative innovation in the sharing economy. *Internet Research*.
- Ablaev, I. (2018). Innovation clusters and regional development. *Academy of Strategic Management Journal*, 17(3), 1-10.
- Adler, P. (1989). Technology Strategy: 'Guide to the literature', Dalam RS Rosenbloom and RA Burgelman (eds); Research on Technological Innovation, Management and Policy: JAI Press, Greenwich, CT.
- Agro-Bio. (2014). Cultivos GM. Retrieved Junio, 2014, from [www.agrobio.org](http://www.agrobio.org)
- Agro-Bio. (2019). Cultivos genéticamente modificados: Colombia 2018. from [www.agrobio.org/transgenicos-en-colombia/](http://www.agrobio.org/transgenicos-en-colombia/)
- Aguilar, J., Terán, O., & 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).
- Aharonson B., Baum J., Feldman M., Industrial clustering and the returns to inventive activity: Canadian biotechnology firms, 1991-2000, DRUID Working Paper, 2004, (03)
- Alcaldía de Manizales. (2013). *Plan Estratégico Sector Bio de Manizales*. Retrieved from <http://alcaldiamanizales.gov.co/dmd/tic/Plan%20de%20Accion%20Estrategico%20del%20Sector%20Bio%20Manizales.pdf>.
- Alnafrah, I., & Mouselli, S. (2018). The Role of National Innovation Systems in Entrepreneurship Activities at Baltic State Countries. *Journal of the Knowledge Economy*, 1-19.
- Altenburg, T., Hillebrand, W., & Meyer-Stamer, J. (1998). *Building systemic competitiveness: concept and case studies from Mexico, Brazil, Paraguay, Korea and Thailand*: GDI.
- Allen, T. J. (1977). *Managing the flow of technology: Technology transfer and the dissemination of technological information within the R & D organization*. Cambridge, Mass. : MIT Press.
- Amberg, M., Fischl, F., & Wiener, M. (2005). Background of critical success factor research. *Friedrich-Alexander-Universitat Erlangen-Nurnberg Working*, 2.
- Anastas, P., & Eghbali, N. (2010). Green chemistry: principles and practice. *Chemical Society Reviews*, 39(1), 301-312.
- Andersson; M. & Löf, H. (2012). Small business innovation: firm level evidence from Sweden. *The Journal of Technology Transfer*, 37 (5), pp. 732-734.
- Andersson, T., Schwaag Serger, S., Sörvik, J., Wise Hansson, E., (2004). *The Cluster Policies Whitebook*. International Organisation for Knowledge Economy and Enterprise Development (IKED).
- Arboleda, L. C., Rodríguez, A., & Herrera, D. (2007). Hacia un Valle del Conocimiento. Desarrollo regional basado en conocimiento *Regiones iberoamericanas del*

- conocimiento: experiencias de desarrollo regional (pp. 231-270): Universidad de Deusto= Deustuko Unibertsitatea.
- Asheim, B. (2000). Industrial districts: the contributions of Marshall and beyond. *The Oxford handbook of economic geography*, 413–431.
- Asheim, B. (2018). Learning regions—a strategy for economic development in less developed regions? *Handbook on the Geographies of Regions and Territories*: Edward Elgar Publishing.
- Asheim, B., Cooke, P., & Martin, R. (2006). The rise of the cluster concept in regional analysis and policy *Clusters and regional development: critical reflections and explorations*. (pp. 1-29). Routledge, London.
- Asheim, B., Grillitsch, M., & Trippel, M. (2019). Sistemas regionales de innovación: pasado, presente y futuro. *Revista Galega de Economía*, 28(2), 4-22.
- Audretsch, B. (1998). Agglomeration and the location of innovative activity. *Oxford review of economic policy*, 14(2), 18-29.
- Avnimelech, G. & 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. In: *Research Policy*, (35)10, 1477-1498.
- Ayala, O. (2019). Una nueva Colombia y la 4ª Revolución Industrial + NBIC: Arquitectura Crítica para la Oportunidad Global
- Baptista, Rui (1996). *Research Round Up: Industrial clusters and technological innovation*. Business Strategy Review 7(2) 59-64.
- Barra, C., Maietta, O. W., & Zotti, R. (2020). The effects of university academic research on firm's propensity to innovate at local level: evidence from Europe. *The Journal of Technology Transfer*, 1-48.
- Bathelt, H., 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? In: *Economic Geography*, (79)3, 265-293.
- Bayer AG. (2019). Kooperation mit Start-up myAgro. from <https://www.bayer.de/de/kooperation-mit-start-up-myagro.aspx>
- Becerra Rodríguez, F., & Serna Gómez, H. M. (2012). Redes empresariales locales y su incidencia en la innovación de la empresa. *Revista Venezolana de Gerencia*, 17(57).
- Beluhova-Uzunova, R., Shishkova, M., & Ivanova, B. (2019). Concepts and Key Sectors of the Bioeconomy. *Trakia Journal of Sciences*, 17(1), 227-233.
- Benneworth, P., & Fitjar, R. D. (2019). Contextualizing the role of universities to regional development: introduction to the special issue. *Regional Studies, Regional Science*, 16(1), 331-338.
- Bergek, A., Hekkert, M., Jacobsson, S., Markard, J., Sandén, B., & Truffer, B. (2015). Technological innovation systems in contexts: Conceptualizing contextual structures and interaction dynamics. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 16, 51-64.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research policy*, 37(3), 407-429.
- Bergen, A., & While, A. (2000). A case for case studies: exploring the use of case study design in community nursing research. *Journal of Advanced Nursing*, 31(4), 926-934.

- Betancur Giraldo, C. M. (2017). Bioeconomía y sectores potenciales en Colombia: Biointropic.
- Bezama, A., Ingrao, C., O’Keeffe, S., & Thrän, D. (2019). Resources, Collaborators, and Neighbors: The Three-Pronged Challenge in the Implementation of Bioeconomy Regions. *Sustainability*, 11(24), 7235.
- Bhatt, G. D. (2000). Organizing knowledge in the knowledge development cycle. *Journal of knowledge management*.
- Bilan, Y., Hussain, H. I., Haseeb, M., & Kot, S. (2020). Sustainability and Economic Performance: Role of Organizational Learning and Innovation. *Engineering Economics*, 31(1), 93-103.
- Bohem de Lameiras, Brigitte (1997). *El enfoque regional y los estudios regionales en México*. Relaciones No. 72, El Colegio de Michoacán. (18) 17-46.
- Boisier, Sergio (2005). *¿Hay espacio para el desarrollo local en la globalización?* Revista de la CEPAL (86):47-62.
- Bonciu, E., & Sarac, I. (2017). Implications of modern biotechnology in the food security and food safety. *Annals of the University of Craiova-Agriculture, Montanology, Cadastre Series*, 46(1), 36-41.
- Brenner, T. (2004). *Local Industrial Clusters: Existence, emergence and evolution*. London and New York, Routledge.
- Brenner, T., & Greif, S. (2006). The dependence of innovativeness on the local firm population—an empirical study of German patents. *Industry and Innovation*, 13(1), 21-39.
- Breschi, S., Lissoni, F., & Orsenigo, L. (2001). Success and failure in the development of biotechnology clusters: the case of Lombardy. *Libero Istituto Universitario C. Cattaneo, Castellanza*.
- Breschi, S., & Malerba, F. (2001). The geography of innovation and economic clustering: some introductory notes. *Industrial and corporate change*, 10(4), 817-833.
- Bresnahan, T., Gambardella, A. & Saxenian, A. (2001): ‘Old Economy’ Inputs for ‘New Economy’ Outcomes: Cluster Formation in the New Silicon Valleys. In: *Industrial and Corporate Change*, (10)4, 835-860.
- Brusco, 1990. Sebastiano Brusco The idea of the Industrial District: its genesis. Frank Pyke, Giacomo Becattini, Werner Sengenberger (Eds.), *Industrial Districts*
- Bullen, C. V., & Rockart, J. F. (1981). A primer on critical success factors. *MIT Sloan Review*, 69, 1-64.
- Cai, Z., Liu, H., Huang, Q., & Liang, L. (2019). Developing organizational agility in product innovation: the roles of IT capability, KM capability, and innovative climate. *R&D Management*, 49(4), 421-438.
- Cámara de Comercio de Bogotá, B. D. C. (2006). *Balance Tecnológico Cadena Productiva Hotofrutícola en Bogotá y Cundinamarca* (D. d. publicaciones Ed. Segunda ed.).
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2013). *Especialización Inteligente, Bogotá Región, Vocación productiva basada en el conocimiento y la innovación*.
- Camisón, C., Lapiedra, R., Segarra, M., & Boronat, M. (2003). Marco conceptual de la relación entre innovación y tamaño organizativo. *Revista de investigación en gestión de la innovación y tecnología*(8), 50-61.
- Caniëls, M. C., & Romijn, H. A. (2003). Firm-level knowledge accumulation and regional dynamics. *Industrial and corporate change*, 12(6), 1253-1278.
- Capó-Vicedo, J., Expósito-Langa, M., & Masiá-Buades, E. (2007). La importancia de los clusters para la competitividad de las PYME en una economía global. *EURE*

- (Santiago), 33(98), 119-133. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612007000100007>
- Caralli, R. (2004). The Critical Success Factor Method: Establishing a Foundation for Enterprise Security Management (CMU/SEI-2004-TR-010): Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- Cardozo, E., Velasquez de Naime, Y., Rodriguez, C. 2012. Revisión de la definición de PYME en America Latina. Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2012), Megaprojects: Building Infrastructure by fostering engineering collaboration, efficient and effective integration and innovative planning, Panama City, Panama.
- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., & Rickne, A. (2002). Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research policy*, 31(2), 233-245.
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of evolutionary economics*, 1(2), 93-118.
- Carter, N., Bryant-Lukosius, D., DiCenso, A., Blythe, J., & Neville, A. (2014). *The use of triangulation in qualitative research*. Paper presented at the Oncology nursing forum.
- Castells, M., & Hall, P. (1994). *Technopoles of the world: the making of twenty-first-century industrial complexes*. London and New York: Routledge.
- CCC. (2016). Un Valle de Ciudades. from <https://www.ccc.org.co/revista-accion-ccc/un-valle-de-ciudades/>
- Cepeda, P. (2019). Conocimiento y educación, la fórmula de los sabios para Colombia. from <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/conocimiento-y-educacion-la-formula-de-los-sabios-para-colombia/>
- Cerón Rincón, L. 2009. Biotecnología en la industria de la pulpa, y el papel: mapeo de patentes. Revista Escuela de Administración de Negocios, núm. 67, septiembre-diciembre, 2009, pp. 139-154 Universidad EAN
- Chaparro, A., Cardona, C., Orrego, S., Ospina, S., Serna, L., Yepes, F. (2013) PLAN GLOBAL DE DESARROLLO 2010-2012 Prospectiva UN - Agendas de conocimiento-Agenda Biotecnología. Universidad Nacional de Colombia.
- Charles, D., Davies, S., Miller, S., Clement, K., Overbeek, G., Hoes, A.-C., . . . Bianchin, C. (2016). Case studies of regional bioeconomy strategies across Europe European Union's Horizon 2020: European Union.
- Cheng, H., Zhang, Z., Huang, Q., & Liao, Z. (2018). The effect of university-industry collaboration policy on universities' knowledge innovation and achievements transformation: based on innovation chain. *The Journal of Technology Transfer*, 1-22.
- Chi, M. T. (2006). Two approaches to the study of experts' characteristics. *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*, 21-30.
- Choi, H. (2018). Technology-push and demand-pull factors in emerging sectors: evidence from the electric vehicle market. *Industry and Innovation*, 25(7), 655-674. doi: 10.1080/13662716.2017.1346502
- Ciesielska, M., & Jemielniak, D. (2018). *Qualitative methodologies in organization studies*: Palgrave Macmillan.
- Cohen, & Fields, G. (1999). Social capital and capital gains in Silicon Valley. *California management review*, 41(2), 108-130.
- Cohen, & Levinthal, D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.

- CONPES. (2011). *Documento CONPES 3697 - Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Cooke, P. (2001). Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy. *Industrial and corporate change*, 10(4), 945-974.
- Cooke, P. (2006) Problems and prospects for Clusters in Theory and Practice. Centre for Advanced Studies, Cardiff University. Mimeo.
- Cooke, P., & Piccaluga, A. (2004). *Regional economies as knowledge laboratories*: Edward Elgar Publishing.
- Cooke, P., Uranga, M., & Extbarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research policy*, 26(4), 475-491.
- Corporación biotec. 2011. boletín informativo. Volumen 13 nº 1 - Cali, Junio 30 de 2011.
- Craig, J., Zafar, A., & Junqian, X. (2014). *Research handbook on the globalization of Chinese firms*: Edward Elgar Publishing.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative Inquiry & Research Design Choosing Among Five Approaches*. Sage Publications. *Thousand Oaks, CA*.
- Creswell, J. W. (2014). *A concise introduction to mixed methods research*: SAGE publications.
- Creswell, J. W., Hanson, W. E., Clark Plano, V. L., & Morales, A. (2007). Qualitative research designs: Selection and implementation. *The counseling psychologist*, 35(2), 236-264.
- Dalianis, H. (1992). *A method for validating a conceptual model by natural language discourse generation*. Paper presented at the International Conference on Advanced Information Systems Engineering, Berlin, Heidelberg.
- Damanpour, F. (1991). Organizational innovation: A meta-analysis of effects of determinants and moderators. *Academy of Management Journal*, 34(3), 555-590.
- DANE. (2019). Gran Encuesta Integrada de Hogares *Mercado laboral por departamentos*.
- Daniel, D. R. (1961). Management information crisis. *Harvard business review*, 39(5), 111-121.
- Davenport, T. H., Jarvenpaa, S. L., & Beers, M. C. (1996). Improving knowledge work processes. *Sloan management review*, 37, 53-66.
- Delgado, M., Porter, M. E., & Stern, S. (2010). Clusters and entrepreneurship. *Journal of economic geography*, 10(4), 495-518.
- DellaPosta, D., & Nee, V. (2020). Emergence of diverse and specialized knowledge in a metropolitan tech cluster. *Social Science Research*, 86, 102377.
- DECISIÓN 391. Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos, recuperado: <https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/can/can011es.pdf>
- Di Stefano, G., Gambardella, A., & Verona, G. (2012). Technology push and demand pull perspectives in innovation studies: Current findings and future research directions. *Research policy*, 41(8), 1283-1295.
- Dowrick, S., & DeLong, J. (2001). Globalisation and Convergence, Paper for NBER Conference on Globalization in Historical Perspective, Santa Barbara, CA. *Globalization in Historical Perspective*, University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Drejer, A. (2001). How can we define and understand competencies and their development? *Technovation*, 21(3), 135-146.
- Drejer, A., & Riis, J. O. (1999). Competence development and technology: How learning and technology can be meaningfully integrated. *Technovation*, 19(10), 631-644.
- Dreyfus, S. E. (2004). The five-stage model of adult skill acquisition. *Bulletin of science, technology & society*, 24(3), 177-181.

- Drury, D. H., & Farhoomand, A. (1999). Innovation diffusion and implementation. *International Journal of Innovation Management*, 3(02), 133-157.
- Edquist, C. (1997). *Systems of innovation: technologies, institutions and organizations*. London: Pinter.
- Edquist, C. (2001). *The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art*. Paper presented at the The DRUID Conference, Aalborg.
- Eggers, F., Niemand, T., Filser, M., Kraus, S., & Berchtold, J. (2020). To network or not to network—Is that really the question? The impact of networking intensity and strategic orientations on innovation success. *Technological forecasting and social change*, 155, 119448.
- Eise, B. (2018). The future needs new ideas: Green Gate Gatersleben.
- Eise, B., & Stuber, W. (2016). Green Gate Gatersleben – The green gateway to the world. Saxony-Anhalt.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- El Tiempo. (2014, 10 de diciembre). Colombia busca ser en 2025 líder mundial de biotecnología, *El Tiempo*. Retrieved from <http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/ciencia/biotecnologia-en-colombia/14956257>
- Engel, J. S. (2014). *Global clusters of innovation: Entrepreneurial engines of economic growth around the world*: Edward Elgar Publishing.
- Enright, M., J. (1998). Regional Clusters and Firm Strategy, en Chandler, A.D., Soelvell, O., Hagstroem, P. *The Dynamic Firm: The Role of Technology, Strategy, Organization, and Regions*. Oxford University Press, New York, pp. 315-342.
- Eraydin, A., & Armatli-Köroğlu, B. (2005). Innovation, networking and the new industrial clusters: the characteristics of networks and local innovation capabilities in the Turkish industrial clusters. *Entrepreneurship & Regional Development*, 17(4), 237-266.
- Esser, K., Hillebrand, W., Messner, D., & Meyer-Stamer, J. (1996). Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política. *Revista de la CEPAL*.
- Esser, K., Hillebrand, W., Messner, D., & Meyer-Stamer, J. (2013). *Systemic competitiveness: new governance patterns for industrial development*: Routledge.
- Esteves De Sousa, J. M. (2004). *Definition and analysis of critical success factors for ERP implementation projects*: Universitat Politècnica de Catalunya.
- European Commission. (1995). Green paper on innovation.
- European Commission. (2019). Saxony-Anhalt. *Regional Innovation Monitor Plus*. from <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/regional-innovation-monitor/base-profile/saxony-anhalt>.
- European Forum for Clusters in Emerging Industries (EFCEI) (2013). Extension of the European Cluster Observatory: Promoting better policies to develop world-class clusters in Europe
- Fagerberg, J. (2001). Technology and the wealth of Nations. A critical essay on economic growth theory. *Future of Innovation Studies*, 20-23.
- Farinha, L., Ferreira, J., & Ratten, V. (2018). Regional innovation systems and entrepreneurial embeddedness: Taylor & Francis.
- Fedearroz. (2008). Colombia y el reto biotecnológico, hacia un sector agrícola competitivo. Retrieved Octubre, 2013, from <http://www.fedearroz.com.co/noticias/noticiasd2.php?id=73>
- Feldman, M. P., Francis, J., Bercovitz, J. (2005): Creating a cluster while building a

- firm: Entrepreneurs and the formation of industrial clusters. In: *Regional Studies*, (39)1, 129-141.
- Feldman, M., Braunerhjelm, P. (2006): The Genesis of Industrial Clusters. In: Braunerhjelm, P./Feldman, M. (Hrsg.): *Cluster Genesis: Technology-Based Industrial Development*. Oxford, 1-16.
- Ferras-Hernández, X., & Nylund, P. A. (2019). Clusters as innovation engines: The accelerating strengths of proximity. *European Management Review*, 16(1), 37-53.
- Ferreras, V. H. A. (2010). Factores críticos de éxito y evaluación de la competitividad de destinos turísticos. *Estudios y perspectivas en turismo*, 19(2), 201-220.
- Feurer, R., & Chaharbaghi, K. (1994). Defining competitiveness: a holistic approach. *Management Decision*, 32(2), 49-58.
- Fikes, B. J. (2015). San Diego's shows path to biotech success, *The San Diego Union-Tribune*. Retrieved from <https://www.sandiegouniontribune.com/business/biotech/sdut-what-makes-a-biotech-hub-la-2015sep13-story.html>
- Finegold, D., Wong, P. K., & Cheah, T. C. (2004). Adapting a foreign direct investment strategy to the knowledge economy: the case of Singapore's emerging biotechnology cluster. *European planning studies*, 12(7), 921-941.
- Fiss, P. C., Marx, A., & Cambré, B. (2013). *Configurational theory and methods in organizational research: Introduction*: Emerald Group Publishing Limited.
- Foray, D. (2015). Smart specialisation: Opportunities and challenges for regional innovation policy. Abingdon: Routledge/ Regional Studies Association.
- Frantz, F. K. (1995). *A taxonomy of model abstraction techniques*. Paper presented at the Proceedings of the 27th conference on Winter simulation.
- Freeman, C. (1987). *Technology and economic performance: lessons from Japan*. . London: Pinter.
- Friedmann, J. (1973). La estrategia de los polos de crecimiento como instrumento de la política de desarrollo. México: CEPAL.
- Frost, & Sullivan. (2009). The Malaysian agricultural Biotechnology Sector. 2015
- Galvez-Nogales, E. (2010). Agro-based clusters in developing countries: staying competitive in a globalized economy. *Agricultural Management, Marketing and Finance Occasional Paper (FAO)*.
- Gartenland. (2019). Company. from <https://www.gartenland.com/index.php/en/gartenland-group/company>
- Garzón Beltrán, C., & Monroy Rodríguez, M. R. (2016). *Identificación de factores en redes de colaboración para mejorar la competitividad en la cadena agroalimentaria de papa y su industria en Cundinamarca: Caso variedad de papa NOVA CC*. (Maestría en Administración de Empresas Maestría), Universidad Externado de Colombia, Bogotá.
- Gentles, S. J., Charles, C., Ploeg, J., & McKibbin, K. A. (2015). Sampling in qualitative research: Insights from an overview of the methods literature. *The qualitative report*, 20(11), 1772-1789.
- Gerring, J. (2004). What is a case study and what is it good for? *American political science review*, 98(2), 341-354.
- Gertler, M. S., Wolfe, D. A., & Shaw, T. M. (2002). *Innovation and social learning: institutional adaptation in an era of technological change*: Palgrave Macmillan New York.
- GGG. (2018). What is Green Gate Gatersleben?, from <http://green-gate-gatersleben.com/>

- Gijsbers, G., & van der Valk, T. (2009). Sectoral Innovation Foresight. *Biotechnology, Interim Report, Europe Innova*.
- Gil Osorio, I. M., & Ibarra Lopesierra, S. (2014). Incidencia del liderazgo en los factores críticos del éxito como estrategia competitiva empresarial.
- Gilding, M. (2008). 'The tyranny of distance': Biotechnology networks and Clusters in the antipodes. *Research policy*, 37(6), 1132-1144.
- Giuliani, E., & Bell, M. (2005). The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster. *Research policy*, 34(1), 47-68.
- Gjelsvik, M. (2018). Universities, innovation and competitiveness in regional economies. *International Journal of Technology Management*, 76(1-2), 10-31.
- Glaesser, J., & Cooper, B. (2011). Selecting cases for in-depth study from a survey dataset: an application of Ragin's configurational methods. *Methodological Innovations Online*, 6(2), 52-70.
- Gobernación del Valle del Cauca. (2016). Plan y Acuerdo Estratégico Departamental (PAED) del Valle del Cauca *Informes de Desarrollo Económico*: Departamento Administrativo de Planeación.
- Gobernación del Valle del Cauca. (2018). Política Pública de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación del Valle del Cauca C+Ctel.
- Gogodze, J. (2016). Mechanisms and functions within a national innovation system. *Journal of technology management & innovation*, 11(4), 12-21.
- Goiher, O., Posazhennikov, A., Loginov, A., Arkadeva, O., & Danilov, A. (2017). *Innovative development of a region: Growth pole approach*. Paper presented at the Managing Service, Education and Knowledge Management in the Knowledge Economic Era: Proceedings of the Annual International Conference on Management and Technology in Knowledge, Service, Tourism & Hospitality 2016 (SERVE 2016), Jakarta, Indonesia
- Goldman, A. I. (2018). Expertise. *Topoi*, 37(1), 3-10. doi: 10.1007/s11245-016-9410-3
- Golejewska, A. (2013). Competitiveness, innovation and regional development. The case of the Visegrad Group countries. *Gospodarka Narodowa*, 7, 87-112.
- González Bañales, D. L., & Rodenes Adam, M. (2007). Critical success factors in the software industry and their relation with strategic business orientation: an empirical-exploratory study/Factores críticos de éxito de la industria del software y su relación con la orientación estratégica de negocio: un estudio empírico-exploratorio. *Journal of Information Systems & Technology Management*, 4(1), 47-71.
- Grunert, K. G., & Ellegaard, C. (1992). *The concept of key success factors: theory and method* (Vol. 4): MAPP.
- Grünig, R., & Kühn, R. (2015). *The Strategy Planning Process: Analyses, Options, Projects* (M. Montani, Trans.): Springer.
- Harrison, B. Kelly, M. R. & Gant, J. (1996): Innovative firm behavior and local milieu: Exploring the intersection of agglomeration, firm effects, and technological change. In: *Economic Geography*, (72)3, 233-258.
- Hassink, R. (2005). How to unlock regional economies from path dependency? From learning region to learning cluster. *European planning studies*, 13(4), 521-535.
- Heffernan & Phaal, 2009, 'The emergence of new industries', University of Cambridge Institute for Manufacturing Emerging Industries Programme.
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432.

- Hermans, F., Geerling-Eiff, F., Potters, J., & Klerkx, L. (2019). Public-private partnerships as systemic agricultural innovation policy instruments—Assessing their contribution to innovation system function dynamics. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 88, 76-95.
- Hernández, M. C. (2008). Propuesta de apoyo para una gestión eficiente de la biotecnología. *Revista EAN*(62), 5-26.
- Hottenrott, H. & Lopes-Bento, C. (2014). (International) R&D collaboration and SMEs: the effectiveness of targeted public R&D support schemes. *Research Policy*, 43 (6), pp. 1055-1066.
- Huggins, R., & Thompson, P. (2017). A network theory of regional competitiveness: Innovation, entrepreneurship and growth *Handbook of Regions and Competitiveness*: Edward Elgar Publishing.
- IMG. (2019). Invest In Saxony-Anhalt. from <https://www.invest-in-saxony-anhalt.com/location-analysis-saxony-anhalt>
- Immerstein, R., Hasleberg, H., & Bråthen, T. (2019). *Work Placement in Higher Education—Bridging the Gap between Theory and Practice*. Paper presented at the 2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).
- Innpulsa. (2013). *Estudio sobre el potencial de la industria de la biotecnología en el país*. Bogotá, D.C.: Bancoldex.
- Jastrzemski, T. S., Charness, N., & Vasyukova, C. (2006). Expertise and age effects on knowledge activation in chess. *Psychology and aging*, 21(2), 401.
- Jenson, I. (2019). Turning Research into Innovation: A Systems Approach to Innovation in Food Safety. *Food Protection Trends*, 39(5), 420-429.
- Jenson, I., Leith, P., Doyle, R., West, J., & Miles, M. (2016). The root cause of innovation system problems: Formative measures and causal configurations. *Journal of Business Research*, 69(11), 5292-5298.
- Jones Lang LaSalle. (2014). Life Sciences Cluster Report.
- Kao, Y.-S., Nawata, K., & Huang, C.-Y. (2019). Evaluating the performance of systemic innovation problems of the IoT in manufacturing industries by novel MCDM methods. *Sustainability*, 11(18), 4970.
- Kazes, R. 2009. Los estudios de caso y el problema de la selección de la muestra Aportes del Sistema de Matrices. Datos Artículo publicado en la Revista Subjetividad y Procesos Cognitivos N° 13, julio de 2009, Buenos Aires (pág. 71-89)
- Keane, C., & 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*.
- Kenney, M., Von Burg, U. (1999): Technology, Entrepreneurship and Path Dependence: Industrial Clustering in Silicon Valley and Route 128. In: *Industrial and Corporate Change*, (8)1, 67-103.
- Ketels, C. (2003). *The Development of the cluster concept—present experiences and further developments*. Paper presented at the NRW conference on clusters, Duisburg, Germany.
- Ketels, C., S. Protsiv (2013), Clusters and the New Growth Path for Europe, WWWforEurope Working Paper, WIFO, Vienna.
- Ketels, C., Protsiv, S. (2016). *European Cluster Panorama 2016*. Center for Strategy and Competitiveness Stockholm School of Economics

- Khan, J. H., & Ghani, J. A. (2004). Clusters and entrepreneurship: Implications for innovation in a developing economy. *Journal of Developmental Entrepreneurship*, 9(3), 221.
- Kim, S.-T. (2010). *An emergence of a biotechnology cluster: Knowledge, practice and culture of the San Diego biotechnology community*. University of California, Irvine.
- Klepper, S. (2001). The Evolution of the U.S. Automobile Industry and Detroit as its Capital. mimeo. Carnegie Mellon University.
- Knudsen, J. P. (2020). The learning region tradition: a cultural reappraisal. *The Learning Organization*.
- Kodama, M. (2017). Developing strategic innovation in large corporations—The dynamic capability view of the firm. *Knowledge and Process Management*, 24(4), 221-246.
- Kostygova, L. (2019). Prospects of development of resources recycling on the basis of interregional interaction with the use of "smart specialization" of regions. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 19(4.1), 757-762.
- Kuhlmann, S., & Arnold, E. (2001). *RCN in the Norwegian research and innovation system*: Fraunhofer ISI.
- Krugman, P. (1991): *Geography and Trade*. Cambridge MA.
- Ladyman, J., Lambert, J., & Wiesner, K. (2012). What is a complex system? *European Journal for Philosophy of Science*, 3(1), 33-67.
- Laforet, S. (2011). A framework of organisational innovation and outcomes in SMEs. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, 17 (4), pp. 380-408.
- Legendijk, A., & Charles, D. (1999). Clustering as a new growth strategy for regional economies? A discussion of regional industrial policy in the United Kingdom *Boosting Innovation. The Cluster Approach* (pp. 127-153): OECD Proceedings. OECD Publication Service.
- Laperche, B., Sommers, P., & Uzunidis, D. (2010). Innovation networks and clusters. *The knowledge backbone*. Brussels: Peter Lang.
- Larsson, Stefan y Malmberg, Anders (1999). *Innovations, competitiveness and local embeddedness: A study of machinery producers in Sweden*. Geografiska Annaler Series B 81B(1) 1-18
- Lipsey, R. G., Carlaw, K. I., & Bekar, C. T. (2005). *Economic transformations: general purpose technologies and long-term economic growth*: OUP Oxford.
- Lis, A. M., & Rozkwitalska, M. (2020). Technological capability dynamics through cluster organizations. *Baltic Journal of Management*.
- Liu, Z., Jongsma, M. A., Huang, C., Dons, J. H., & Omta, S. O. (2015). The Sectoral Innovation System of the Dutch Vegetable Breeding Industry. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 74, 27-39.
- Lorenzen, M. (2005): Why do clusters change? In: *European Urban and Regional Studies*, (12)3, 203-208.
- Lukas, B. A. (1999). Strategic type, market orientation, and the balance between adaptability and adaptation. *Journal of Business Research*, 45(2), 147-156.
- Lundequist, P., & Power, D. (2002). Putting Porter into practice? Practices of regional cluster building: evidence from Sweden. *European planning studies*, 10(6), 685-704.
- Lundvall, B.-Å. (1992). User-producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalization *Technology and the Wealth of Nations* (pp. 45-67). London: Pinter.

- Maes, J. & Sels, L. (2014). SMEs' radical product innovation: the role of internally and externally oriented knowledge capabilities. *Journal of Small Business Management*, 52 (1), p. 141-163.
- Malmberg, A. & Maskell, P. (2002): The elusive concept of localization economies: towards a knowledge-based theory of spatial clustering. In: *Environment and Planning A*, (34)3, 429-449.
- Maoto, M. K. (2019). Competence, Networking and Innovation as Key Factors to Enhance Smes Performance: A Systematic Review of Literature. *Academy of Entrepreneurship Journal*, 25(4), 1-12.
- Markard, J., & Truffer, B. (2008). Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. *Research policy*, 37(4), 596-615.
- Marketline. (2019). Bayer AG SWOT Analysis *Company Profile: Bayer AG*.
- Markusen, A. (1996). Sticky places in slippery space: a typology of industrial districts. *Economic Geography*, 72(3), 293-313.
- Marshall, A. (1930). *Principles of economics : an introductory volume*. London: Macmillan.
- Martin, R. and Sunley, P., (2003) Deconstructing clusters: chaotic concept or policy panacea? *Journal of Economic Geography*, vol. 3, 5-35
- Martínez, C. (2001). *Red de aliados locales*.
- Maskell, P. (2001): Towards a Knowledge-based Theory of the Geographical Cluster. *Industrial and Corporate Change* 10 (4): 919-941.
- Maskell, P., & Kebir, L. (2005). What qualifies as a cluster theory? *DRUID working paper*, 05-09, 1-19.
- Masunaga, H., & Horn, J. (2001). Expertise and age-related changes in components of intelligence. *Psychology and aging*, 16(2), 293.
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista electrónica de investigación educativa*, 20(1), 38-47.
- Matta Díaz, R. A., Sánchez Mejía, M., Yoshioka Vargas, A. M., & Piñeres Ramírez, J. (2004). Aproximación al análisis de políticas públicas nacionales que pueden incidir en la conformación y consolidación de iniciativas en ciencia y tecnología: Universidad Javeriana-Cali.
- Mazur, V. V., Barmuta, K. A., Demin, S. S., Tikhomirov, E. A., & Bykovskiy, M. A. (2016). Innovation clusters: Advantages and disadvantages. *International Journal of Economics and financial issues*, 6(1S).
- Meier Zu Koecker, G., Izsak, K., Lämmer-Gamp, T. & Ketels, C. (2016). Smart Guide to Cluster Policy. European Commission.
- Menzel, M.-P. (2008). Zufälle und Agglomerationseffekte bei der Clusterentstehung: Ein Gegenüberstellung von Core-Periphery-Modell, window of locational opportunity und stochastischen Ansätzen. *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie, Themenheft „Cluster“, Heft 3/4*.
- Meredith, J. (1993). Theory building through conceptual methods. *International Journal of Operations & Production Management*, 13(5), 3-11.
- Meyer-Stamer, J. (1999). Strategien lokaler/regionaler Entwicklung: Cluster, Standortpolitik und systemische Wettbewerbsfähigkeit. *Nord-Süd aktuell*, 13(3), 447-460.
- Minciencias. (2019). Propuestas de la Misión Internacional de Sabios 2019: Gobierno del Colombia.
- MINCIT. (2019). Perfiles Económicos Departamentales. In O. d. E. Económicos (Ed.): Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

- 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.
- MINTRABAJO. (2019) "MiPymes representan más de 90% del sector productivo nacional y generan el 80% del empleo en Colombia": Ministra Alicia Arango. Tomado de: <https://www.mintrabajo.gov.co/prensa/comunicados/2019/septiembre/mipymes-representan-mas-de-90-del-sector-productivo-nacional-y-generan-el-80-del-empleo-en-colombia-ministra-alicia-arango>
- Montoya, A., Montoya, I., Castellanos, O. (2010) Situación de la competitividad de las Pyme en Colombia: elementos actuales y retos *Agronomía Colombiana*, vol. 28, núm. 1, enero-abril, 2010, pp. 107-117 Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia
- Morales, R. P. (2020). Business Architecture and Technological Innovation: Foundations for the Development of Dynamic Absorption Capacities. *TEM Journal*, 9(1), 227-232.
- Morales Rubiano, M. E., & Castellanos Domínguez, Ó. F. (2007). Estrategias para el fortalecimiento de las Pyme de base tecnológica a partir del enfoque de competitividad sistémica. *Innovar. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 17(29), 115-136.
- Morgan, K. (1997). The learning region: institutions, innovation and regional renewal. *Regional Studies*, 31, 491–504.
- Muscio, A. (2006). Patterns of innovation in industrial districts: an empirical analysis. *Industry and Innovation*, 13(3), 291-312.
- Mytelka, L. and Oyeyinka, B. (2003), Competence Building and Policy Impact through the Innovation Review Process: A commentary, IDRC-UNESCO, paper presented at the joint workshop on Future Directions for National Reviews of Science, Technology and Innovation in Developing Countries, UNESCO, Paris.
- Naciones Unidas. (2009). *Asia-Pacific Trade and Investment Review 2008*.
- Nath, D., & Banerjee, P. (2013). Green nanotechnology—a new hope for medical biology. *Environmental toxicology and pharmacology*, 36(3), 997-1014.
- Nelson, R. (1993). *National systems of innovation: a comparative study*. New York: Oxford University Press.
- Noji, T., & Omiya, Y. (2013). Life Sciences and Biotechnology Industry Clusters in Europe - Building Bridges between Science and Industry *Mizuho Industry Focus*, 122.
- Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization science*, 5(1), 14-37.
- Noriega, M. d. P. (2019). Colombia - Líder en química verde: creando valor agregado a partir de la Biodiversidad, Biocombustibles y Biotecnología.
- Nuño-Ayala, J. L. (2012). *Los procesos de vinculación como una construcción interdimensional de las características de la región y su influencia sobre la creación y evolución de un clúster biotecnológico*. (Doctor en Estudios Científico Sociales Doctoral), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), Tlaquepaque Jalisco,.
- OCDE. (2009). *The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda*.
- OCDE. (2012). Promoting growth in all regions: OECD Paris.
- Orsenigo, L. (1991), "Archipelago Europe - Islands of Innovation. The case of Italy", in Commission of the European Communities, FAST - MONITOR Project, FOP 243, Prospective Dossier N.1: Science, Technology and Economic Cohesion in the Community, Vol. 20-21, Bruxelles.

- Orozco, L. A., Chavarro-Bohórquez, D. A., Olaya, D. L., & Villaveces, J. L. (2007). Methodology for measuring the socio-economic impacts of biotechnology: a case study of potatoes in Colombia. *Research Evaluation*, 16(2), 107-122.
- Ortegón, F. (2018). Valle del Cauca rompe paradigmas en educación superior, *El Tiempo*. Retrieved from <https://www.eltiempo.com/colombia/calivalle-del-cauca-rompe-paradigmas-en-educacion-superior-248770>
- Pan, X., Song, M. L., Zhang, J., & Zhou, G. (2019). Innovation network, technological learning and innovation performance of high-tech cluster enterprises. *Journal of knowledge management*.
- Pannekoek, L., Van Kooten, O., Kemp, R., & Omta, S. (2005). Entrepreneurial innovation in chains and networks in Dutch greenhouse horticulture. *Journal on Chain and Network Science*, 5(1), 39-50.
- Papaioannou, T., & Srinivas, S. (2019). Innovation as a political process of development: are neo-Schumpeterians value neutral? *Innovation and Development*, 9(1), 141-158.
- Patton, M. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. 3d ed. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Pelkonen, A. (2019). Technopole. *The Wiley Blackwell Encyclopedia of Urban and Regional Studies*, 1-6.
- Peña, M., Castellanos, Ó., Carrizosa, S., Jiménez, C., & Del Portillo, P. (2008). *La biotecnología, motor de desarrollo para Colombia de 2015*: Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas, Colciencias.
- Phillips, P., Karwandy, J., Webb, G., & Ryan, C. D. (2012). *Innovation in agri-food clusters: theory and case studies*. Oxfordshire, UK: CABI.
- Pierrakis, Y., & Saridakis, G. (2019). The role of venture capitalists in the regional innovation ecosystem: a comparison of networking patterns between private and publicly backed venture capital funds. *The Journal of Technology Transfer*, 44(3), 850-873.
- Pinto, Nogueira, C., & Gómez Domínguez, J. A. (2019). Sistemas de innovación y resiliencia regional: un análisis de redes. *RES. Revista Española de Sociología*, 28(3), 35-52.
- Pinto, & Slevin, D. P. (1987). Critical factors in successful project implementation. *IEEE transactions on engineering management*(1), 22-27.
- Porter, M. (1990). The Competitive Advantage of Nations. *Harvard business review*, 1(1), 73-90.
- Porter, M. (1998). Cluster and the new economics of competition.
- Porter, M. (1999). *Ser Competitivo: nuevas aportaciones y conclusiones*. Barcelona, España: Ediciones Deusto.
- Porter, M. (2003). The economic performance of regions. *Regional Studies*, 37(6-7), 549-578.
- Powell, W. W., & Grodal, S. (2005). *Networks of innovators* (Vol. 78).
- Power, D., & Lundmark, M. (2004). Working through knowledge pools: labour market dynamics, the transference of knowledge and ideas, and industrial clusters. *Urban studies*, 41(5-6), 1025-1044.
- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation.
- Press, K. (2006). *A life cycle for clusters? The dynamcs of agglomeration, change and adaptation*. Heidelberg: Physica-Verlag Heidelberg, p. 59.

- Procolombia. (2013). Inversión en el sector Biotecnología. Retrieved Octubre, 2013, from <http://www.inviertaencolombia.com.co/sectores/servicios/biotecnologia.html>
- Qian, H. (2018). Knowledge-based regional economic development: A synthetic review of knowledge spillovers, entrepreneurship, and entrepreneurial ecosystems. *Economic Development Quarterly*, 32(2), 163-176.
- Quast, C. (2018). Expertise: a practical explication. *Topoi*, 37(1), 11-27.
- Ramos, Joseph (1997). *Una estrategia de desarrollo a partir de los complejos productivos (clústers) en torno a los recursos naturales*. Documento de trabajo 1743, CEPAL.
- Rao, R. S., Chandy, R. K., & Prabhu, J. C. (2008). The fruits of legitimacy: Why some new ventures gain more from innovation than others. *Journal of Marketing*, 72(4), 58-75.
- Rigaud, N. (2008). Biotechnology: Ethical and social debates *OCDE International Futures Programme*: OCDE.
- Rockart. (1979). Chief executives define their own data needs. *Harvard business review*, 57(2), 81-93.
- Rockart, & Forster, N. S. (1989). Critical Success Factors: An Annotated Bibliography. *MIT Sloan Review*, 191, 3041-3089.
- Romanelli, E., Feldmann, M. (2006): Anatomy of Cluster Development: Emergence and Convergence in the US Human Biotherapeutics, 1976–2003. In: Braunerhjelm, P., Feldman, M. (Hrsg.): Cluster Genesis: Technology-Based Industrial Development. Oxford,
- Romero, J., Matamoros, S., & Campo, C. A. (2013). Sobre el cambio organizacional. Una revisión bibliográfica. *Innovar*, 23(50), 35-52.
- Saavedra, M., y Hernández, Y. (2008) Caracterización e importancia de las MIPYMES en Latinoamérica... Actualidad Contable FACES Año 11 N° 17, Julio-Diciembre 2008. Mérida. Venezuela. (122-134)
- Sachsen-Anhalt. (2011). Facts and figures. from [https://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/StK/STK/Publikationsliste/Al/le/2011\\_Kurz\\_und\\_Knapp\\_engl.pdf](https://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/StK/STK/Publikationsliste/Al/le/2011_Kurz_und_Knapp_engl.pdf)
- Saldarriaga, J., & Aguirre, J. (2014). *Sistemas de Innovación como sistemas complejos*: Instituto Tecnológico Metropolitano.
- Salter, A., D'Este, P., Pavitt, K., Scott, A., Martin, B., Geuna, A., . . . Patel, P. (2000). Talent, not technology: the impact of publicly funded research on innovation in the UK. *Science Policy Research Unit, University of Sussex, UK*.
- Sánchez-Mejía, M., & Gutiérrez-Terán, A.-M. (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, 52-52.
- Scheel, C. (2011). Innovacities: in search of breakthrough innovations producing world class performance. *International Journal of Knowledge Based Development*, 2(4), 372-388.
- Scheel, C. (2012). El enfoque sistémico de la innovación: ventaja competitiva de las regiones. *Estudios Gerenciales*, 28(spe), 27-39.
- Scheel, C. (2014). Colombia and Mexico: innovation and entrepreneurship as a new paradigm for regional development in Latin America *Global clusters of innovation: Entrepreneurial engines of economic growth around the world* (pp. 271-295): Edward Elgar Publishing.

- Scheel, C., & Rivera, A. E. (2013). Innovative cities: in search of their disruptive characteristics. *International Journal of Knowledge Based Development*, 4, 79-101.
- Schuler, I., & Orozco, L. A. (2005). Manejo y gestión de la biotecnología agrícola apropiada para pequeños productores: Estudio de Caso Colombia: REDBIO/FAO
- Schuler, & Orozco, Luis Antonio. (2007). Managing agricultural biotechnology in Colombia. *Electronic Journal of Biotechnology*, 10(3), 336-347. Recuperado en 22 de enero de 2021, de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-34582007000300001&lng=es&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-34582007000300001&lng=es&tlng=en).
- Scott, A. J. (1988): Flexible production systems and regional development: the rise of new industrial spaces in North America and western Europe. In: *International Journal of Urban and Regional Research*, (12)2, 171-185.
- Shakya, M. (2009). Clusters for Competitiveness. A Practical Guide & Policy Implications for Developing Cluster Initiatives: The World Bank.
- Shivakumar, S. (2020). Beyond clusters: Crafting contexts for innovation. *The Review of Austrian Economics*, 1-13.
- Simon, H. A. (1991). The architecture of complexity *Facets of systems science* (pp. 457-476): Springer.
- Simonton, D. K. (1977). Creative productivity, age, and stress: a biographical time-series analysis of 10 classical composers. *Journal of personality and social psychology*, 35(11), 791.
- Singh, L. (2004). Globalization, national innovation systems and response of public policy. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 3(3), 215-232.
- Söderlund, J. (2011). Pluralism in project management: navigating the crossroads of specialization and fragmentation. *International Journal of Management Reviews*, 13(2), 153-176.
- Souzanchi Kashani, E., & Roshani, S. (2019). Evolution of innovation system literature: Intellectual bases and emerging trends. *Technological Forecasting & Social Change*, 146, 68-80.
- Speldekamp, D., Saka-Helmhout, A., & Knobens, J. (2019). Reconciling Perspectives on Clusters: An Integrative Review and Research Agenda. *International Journal of Management Reviews*, 00(1), 24.
- Störriing, D. (2007). Emergence and growth of high technology clusters.
- Storper, M., Walker, R. (1989): *The Capitalist Imperative: Territory, Technology, and Industrial Growth*. Cambridge MA.
- Stouten, J., Rousseau, D. M., & De Cremer, D. (2018). Successful organizational change: Integrating the management practice and scholarly literatures. *Academy of Management Annals*, 12(2), 752-788.
- Sum, N.-L., & Jessop, B. (2013). Competitiveness, the knowledge-based economy and higher education. *Journal of the Knowledge Economy*, 4(1), 24-44.
- Tavassoli, S., & Tsagdis, D. (2014). Critical success factors and cluster evolution: a case study of the Linköping ICT cluster lifecycle. *Environment and Planning A*, 46(6), 1425-1444.
- Teece, D., & Leih, S. (2016). Uncertainty, innovation, and dynamic capabilities: An introduction. *California management review*, 58(4), 5-12.
- Terstriep, J., & Lüthje, C. (2018). Innovation, knowledge and relations—on the role of clusters for firms' innovativeness. *European planning studies*, 26(11), 2167-2199.

- Tkalenko, S., & Liubachivska, R. (2015). Characteristic Aspects of Formation of EU Biotechnology Clusters: Experience for Ukraine. *Problems of Economy*(1).
- Tracey, P., & Clark, G. L. (2003). Alliances, networks and competitive strategy: rethinking clusters of innovation. *Growth and change*, 34(1), 1-16.
- Trianni, A., Cagno, E., & Neri, A. (2017). Modelling barriers to the adoption of industrial sustainability measures. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1482-1504.
- Tseng, C.-Y., Lin, S.-C., Pai, D.-C., & Tung, C.-W. (2016). The relationship between innovation network and innovation capability: a social network perspective. *Technology Analysis & Strategic Management*, 28(9), 1029-1040.
- Turner, J. A., Klerkx, L., Rijswijk, K., Williams, T., & Barnard, T. (2016). Systemic problems affecting co-innovation in the New Zealand Agricultural Innovation System: Identification of blocking mechanisms and underlying institutional logics. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 76, 99-112.
- UNESCO. (2012). *Results of the 2011 UIS pilot data collection of innovation statistics*. Montreal, Canada: Institute for Statistics
- UNESCO. (2017). Summary Report of the 2015 UIS Innovation Data Collection *Information paper N° 37* (pp. 14). Canada: UNESCO Institute for Statistics.
- Van Der Linde, C. M. (2005): Cluster und regionale Wettbewerbsfähigkeit: Wie Cluster entstehen, wirken und aufgewertet werden. In Cluster und Wettbewerbsfähigkeit von Regionen: Erfolgsfaktoren regionaler Wirtschaftsentwicklung. Berlin, 15-34.
- Varblane Urmas; Dyker, David y Tamm, Dorel (2007). *How to improve the National Innovation Systems of catching up economies?* Trames 2, 106-123
- Vargas, Germán. 2008. Arquitectura del cambio organizacional: liderazgo, gestión del conocimiento e innovación tecnológica. *Revista de Ingeniería* 28: 9-14.
- Varis, M. & Littunen, H. (2010). Types of innovation, sources of information and performance in entrepreneurial SMEs. *European Journal of Innovation Management*, 13 (2), pp. 128-154.
- Verhees, F. J. H. M. & Meulenbergh, M. T. G. (2004). Market orientation, innovativeness, product innovation, and performance in small firms. *Journal of Small Business Management* 42(2), 134–154.
- Villarreal Larrinaga, O., & Landeta Rodríguez, J. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación científica en dirección y economía de la empresa. Una aplicación a la internacionalización. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 16(3),31-52.[fecha de Consulta 31 de Enero de 2021]. ISSN: 1135-2523. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2741/274119490001>
- Villegas, G. (2005). Gestión por factores críticos de éxito. *Revista EAFIT*, 105, 1-26.
- Villegas, G. (2012). Gestión por factores críticos de éxito. *Revista Universidad Eafit*, 33(105), 9-33.
- von Braun, J. (2018). Bioeconomy–The global trend and its implications for sustainability and food security. *Global food security*, 19, 81-83.
- Wang, X., Ren, Y., Zhang, L., & Ma, Y. (2020). The Influence of Technological Innovation Ability of Universities on Regional Economic Growth: Take Coastal Provinces and Cities for Example. *Journal of Coastal Research*, 103(SI), 112-116.
- Weick, K. E. (1995). *Sensemaking in organizations* (Vol. 3): Sage.
- Wieczorek, A. J., & Hekkert, M. P. (2012). Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars. *Science and Public Policy*, 39(1), 74-87.

- Williams. (2013). Knowledge, ascriptivism and defeasible concepts. *Grazer Philosophische Studien*, 87(1).
- Williams, & Tseladze, D. (2019). Effectiveness of regional biotechnology clusters to support innovation activities: case of biotech cluster in Russia. *Global Business and Economics Review*, 21(3-4), 409-426.
- Wixted, B. (2009). *Innovation System Frontiers: Cluster Networks and Global Value*. Vancouver, Canada: Springer.
- Xue, J. (2018). Understanding knowledge networks and knowledge flows in high technology clusters: The role of heterogeneity of knowledge contents. *Innovation*, 20(2), 139-163.
- Yin, R. K. (2011). *Applications of case study research*: sage.
- Yin, R. K. (2013). Validity and generalization in future case study evaluations. *Evaluation*, 19(3), 321-332.
- Zaltman, G., Duncan, R., & Holbek, J. (1973). *Innovations and organizations*: John Wiley & Sons.
- Zeitlin, J. (2008). *Forms of Business Organisation: Industrial Districts and Regional Clusters*; in Handook of Business History, Oxford University Press.
- Zenker, A., & Kroll, H. (2014). Regional Innovation Report Saxony-Anhalt. In R. I. M. Plus (Ed.), (pp. 60): The European Commission.
- Zhu, B., & Wang, W. (2018). The Diffusion of Explicit and Tacit Knowledge in Complex Networks. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, 22(6), 823-830.
- Zilberman, D., Yarkin, C., & Heiman, A. (1997). *Agricultural biotechnology: economic and international implications*. Paper presented at the Invited paper presented at the International Agricultural Economics Association meeting, August, Sacramento, California.
- Znagui, Z., & Rahmouni, B. (2019). What ecosystem model to support the creation of social innovation technopoles? *Procedia Computer Science*, 158, 877-884.
- Zucker, L. G., Darby, M. R. & Brewer, M. (1998): Intellectual Human Capital and the Birth of US Biotechnology Enterprises. In: *American Economic Review*, (88)1, 290-306.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., & Armstrong, J. S. (2002). Commercializing knowledge: University science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology. *Management Science*, 48(1), 138-153.
- Zuñiga-Collazos, A., Lozada, N., & Perdomo-Charry, G. (2020). Effect Of Absorption Capacity Acquired On Organisational Performance. *International Journal of Innovation Management*, 24(05), 2050048.