

**Análisis de Capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) del Sector
Agropecuario en el Departamento de Santander**

Angélica María Vargas Bustos

Paula Daniela Díaz León

Trabajo de Grado para Optar por el Título de Ingeniero Industrial

Directora

Msc. Piedad Arenas Díaz

Magister en Política y Gestión de la Ciencia y la tecnología

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2018

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme el maravilloso don de la vida, por permitirme la realización de mis sueños y ser mi guía durante este camino.

A mis padres Ricardo y Elda, mi fuente de amor, inspiración y mi mayor apoyo para lograr este sueño, gracias por confiar en mí y por su esfuerzo diario para brindarme siempre lo mejor.

A mis hermanos Jasson y Andrea por su apoyo incondicional y porque cada día me motivan a ser alguien mejor.

A Diego por ser mi compañía en este camino, compartirme su conocimiento e incentivarme a ser mejor cada día.

A mi familia y amigos, de quienes recibí grandes enseñanzas y me motivaron en este proceso. ¡Gracias!

Paula Daniela Diaz León

Este trabajo se lo dedico a DIOS por permitirme tener la dicha de vivir y disfrutar de este gran logro, ser mi guía y darme la fuerza para lograr cada una de mis metas.

A mi mamá, Hilda Bustos quien ha sido la persona que me ha acompañado y brindado su apoyo y amor todos estos años, a ella le debo lo que soy y luchare día a día para que se sienta orgullosa de la persona que con cariño y esmero educo.

A mi padre, Víctor Vargas por sus palabras y consejos, por confiar en mí y enseñarme a ser la mujer independiente que lucha por lo que quiere.

A mis Hermanos Carlos y Jonathan por su apoyo y motivación a seguir adelante cada día.

*A Michael Rojas por ser mi compañero en este camino, y vivir conmigo este gran sueño.
¡Soy Ingeniera Industrial!*

Angelica María Vargas Bustos

Tabla de contenido

Introducción	17
1. Descripción del Proyecto	20
1.1 Objetivo general.....	20
1.2 Objetivos específicos	20
1.3 Planteamiento del problema.....	21
1.4 Justificación del proyecto	23
2. Marco de Referencia	25
2.1 Marco teórico	25
2.1.1 Sistema de Innovación.	25
2.1.2 Capacidades CTI.....	33
2.1.3 Medición de CTI.....	35
2.2 Marco metodológico	38
2.3 Marco de antecedentes	41
3. Desarrollo Metodológico	42
3.1 Revisión de la literatura	43
3.2 Definición de la metodología de medición de capacidades CTI.....	46
3.2.1 Análisis comparativo de metodologías.	46

3.2.2	Identificación de indicadores.	46
3.2.3	Selección de indicadores por dominio.	47
3.2.4	Validación de dominios e indicadores.	47
3.3	Diseño e implementación de los instrumentos para la recopilación de información....	47
3.3.1	Diseño del instrumento de análisis.	48
3.3.2	Recopilación y análisis de la información.	48
3.4	Identificación de las fortalezas, brechas y oportunidades en el sector agropecuario de Santander.....	51
4.	Definición del Enfoque Metodológico para el análisis de Capacidades CTI	51
4.1	Revisión de la literatura	51
4.1.1	Enfoque de dominio.	52
4.1.2	Enfoque de entradas y salidas.	58
4.1.3	Enfoque de evaluación rápida de Sistemas de Innovación Agrícola (RAAIS).	62
4.1.4	Enfoque análisis funcional estructural.	64
4.2	Análisis comparativo de las metodologías.....	67
4.3	Selección y validación del enfoque metodológico.....	68
4.4	Identificación de indicadores	69
4.5	Selección de indicadores por dominio	70
4.6	Validación de dominios e indicadores	73
5.	Capacidades CTI del sector Agropecuario de Santander.....	74

5.1	Instrumento de análisis de capacidades CTI.....	75
5.2	Inventario de capacidades CTI del sector agropecuario de Santander	84
5.2.1	Dominio de negocio.....	84
5.2.2	Dominio de negocio – Investigación y educación	86
5.2.3	Dominio de investigación y educación.....	87
5.2.4	Dominio de investigación y educación - Organizaciones intermedias.....	96
5.2.5	Dominio de organizaciones intermedias.....	103
5.2.6	Dominio de infraestructura y condiciones marco	104
5.2.7	Dominio de infraestructura y condiciones marco – Demanda.....	106
5.2.8	Dominio de demanda	112
5.2.9	Dominio de infraestructura y condiciones marco - Investigación y educación	114
5.2.10	Dominio de demanda – Negocio- Infraestructura y condiciones marco.....	116
6.	Análisis de Fortalezas, Brechas y Oportunidades CTI del Sector Agropecuario	119
7.	Conclusiones	131
8.	Recomendaciones	133
9.	Limitantes	135
10.	Referencias Bibliográficas	136

Lista de Tablas

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos de la pasantía de investigación	19
Tabla 2. Criterios de inclusión, exclusión y calidad.	45
Tabla 3. Dominios con sus respectivos actores.....	55
Tabla 4. Dimensiones para la medición de la innovación regional.....	56
Tabla 5. Modelo de medición del SNI	60
Tabla 6. Elementos estructurales del Sistema de Innovación	65
Tabla 7. Cuadro comparativo de metodologías de análisis.....	67
Tabla 8. Dominios para analizar las capacidades del sector agropecuario	75
Tabla 9. Categorías para el análisis de capacidades.....	77
Tabla 10. Dominios del Sistema de Innovación Agropecuario.....	83
Tabla 11. Programas de Formación en Santander.....	91
Tabla 12. Distribución de los grupos por área de conocimiento de la OCDE	98
Tabla 13. Grupos de investigación de las 10 principales organizaciones del SNCTA	100
Tabla 14. Proyectos de CTI financiados por el SGR	111
Tabla 15. Productos grupos de investigación reconocidos.	112
Tabla 16. Fortalezas CTI del sector agropecuario	119
Tabla 17. Brechas CTI del sector agropecuario	122
Tabla 18. Oportunidades CTI del sector agropecuario	126

Lista de Figuras

Figura 1. Actores y enlaces en el Sistema de Innovación	27
Figura 2. Subsistemas del SNCTI colombiano.	30
Figura 3. Diagrama conceptual de un sistema de innovación agrícola.	32
Figura 4. Metodología de la pasantía de investigación	43
Figura 5. Interacción de los indicadores con cada uno de los dominios	72
Figura 6. Dominios y sus combinaciones	73
Figura 7. Instrumento de análisis de capacidades CTI.....	82
Figura 8. PIB y PIB Agropecuario de Santander.	86
Figura 9. Focalización de la investigación agropecuaria del departamento de Santander	87
Figura 10. Cobertura de los resultados de investigación en Santander.	89
Figura 11. Cobertura de los proyectos de investigación en Santander.	90
Figura 12. Programas de formación por Núcleo Básico de Conocimiento - NBC	92
Figura 13. Programas de formación por institución.....	93
Figura 14. Graduados en Santander por Núcleo Básico de Conocimiento - NBC.	95
Figura 15. Grupos de investigación reconocidos y avalados por Colciencias.	97
Figura 16. Distribución de instituciones avaladoras de grupos de investigación.....	99
Figura 17. Número de grupos de investigación por áreas temáticas en Santander.	101
Figura 18. Becas para doctorado otorgadas por Colciencias en Santander.....	102
Figura 19. Niños, niñas y jóvenes que participaron en el programa Ondas	103
Figura 20. Focalización de la Investigación por Organización.....	104

Figura 21. Inversión en ACTI en Santander	105
Figura 22. Inversión nacional en I+D en Santander.....	106
Figura 23. Proyectos aprobados en Santander	107
Figura 24. Número de proyectos de investigación por cadena productiva en Santander	108
Figura 25. Proyectos de investigación por área de investigación	109
Figura 26. Proyectos de apropiación social.....	110
Figura 27. Número de demandas por áreas temáticas.....	114
Figura 28. Jóvenes investigadores Apoyados por Colciencias	115
Figura 29. Grupos de investigación reconocidos por Colciencias según el PNCTeI	116
Figura 30. Patentes de invención concedidas en el departamento de Santander	117
Figura 31. Diseños industriales presentados concedidos en Santander	118

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Matriz de metodologías	39
Apéndice B. Indicadores de la literatura	47
Apéndice C. Consolidado de indicadores en Colombia	47
Apéndice D. Matriz de indicadores	47
Apéndice E. Taller validación de dominios e indicadores	47
Apéndice F. Ficha técnica	48
Apéndice G. Compendio de fichas de recopilación de información	83
Apéndice H. Artículo	19

Los apéndices se encuentran adjuntos en el CD

Resumen

Título: Análisis de capacidades CTI en el sector agropecuario del departamento de Santander.*

Autoras: Diaz León, Paula Daniela; Vargas Bustos, Angélica María**

Palabras Clave: Capacidades, Agrópolis, Ciencia Tecnología e innovación, Santander, Sistema de Innovación, indicadores CTI.

Descripción:

El desarrollo tecnológico en el sector agropecuario se presenta como un motor de crecimiento con capacidad de transformación y como una estrategia para fortalecer la competitividad y productividad del sector, por lo tanto, es necesario contar con información actualizada en torno a esta temática, que permita la toma de decisiones acertadas y el cierre de brechas existentes en el sector.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación expone las capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación con las que cuenta el sector agropecuario del departamento de Santander, las cuales se presentan como un insumo para el cumplimiento del primer objetivo del proyecto Agrópolis MACTOR, permitiendo realizar el diagnóstico del sector. Inicialmente se hizo un análisis de las metodologías de medición de capacidades de Ciencia, Tecnología e Innovación, las cuales se identificaron mediante la revisión de la literatura, como resultado de esta etapa se definió el enfoque metodológico. Después se seleccionaron los indicadores apropiados para medir las capacidades en el sector agropecuario tomando como base el enfoque de Sistemas de Innovación, a partir de ello se diseñó el instrumento de análisis, el cual relaciona el enfoque metodológico con los indicadores seleccionados.

Finalmente se evidenció que la información de los indicadores no se analiza a nivel de sistema y por el contrario la mayoría de la información se encuentra por dimensiones específicas. Además, se identificaron las oportunidades, brechas y fortalezas que presenta el sector en términos de Ciencia, Tecnología e Innovación, las cuales se consideran como insumos para el diseño de políticas públicas y de investigación, que dan respuesta a las necesidades de este sector estratégico.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Programa de Ingeniería Industrial. Directora: Piedad Arenas Díaz

Abstract

Title: Analysis of CTI capacities in the agricultural sector of the Department of Santander*

Authors: Diaz León, Paula Daniela; Vargas Bustos, Angélica María**

Keywords: Capacities, Agropolis, Science Technology and innovation, Santander, innovation system, CTI indicators.

Description:

Technological development in the agricultural sector is presented as a growth engine with capacity for transformation and as a strategy to strengthen the competitiveness and productivity of the sector, therefore, it is necessary to have information on this subject, which allows for the right decision-making and the closing of existing gaps in the sector.

Taking into account the above, this research exposes the capacities in Science, Technology and Innovation that the agricultural sector of the Department of Santander has, which are presented as an input for the fulfillment of the first objective of the Agropolis MACTOR project, making it possible to carry out the diagnosis of the sector. Initially an analysis was made of the methodologies for measuring STI capacities, which were identified through the literature review, this stage consisted mainly in the definition of the methodological approach. After that, the appropriate indicators were selected to measure the capacities in the agricultural sector based on the innovation systems approach, based on which the analysis instrument was designed, which relates the methodological approach with the selected indicators.

Finally, it is evident that the information of the indicators is not analyzed at the system level and, on the contrary, most of the information is found by specific dimensions. In addition, the opportunities, gaps and strengths that the sector presents in terms of STI are identified, which are considered as inputs for the design of public policies and research that respond to the needs of this strategic sector.

* Degree Project

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director: MA Piedad Arenas Diaz

Lista de siglas y abreviaciones empleadas en el proyecto

ASCTI	Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
FCTeI	Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación
IDTI	Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación
IEP	Investigación como Estrategia Pedagógica
IES	Instituciones de Educación Superior
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MEN	Ministerio de Educación Nacional
NBC	Núcleo Básico de Conocimiento
OCDE	Organisation for Economic Cooperation and Development
OCyT	Observatorio de Ciencia y Tecnología
PIB	Producto Interno Bruto
SI	Sistema de Innovación
SIA	Sistema de Innovación Agropecuaria
SGR	Sistema General de Regalías
SNCTI	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
SNI	Sistema Nacional de Innovación
SRI	Sistema Regional de Innovación

Introducción

El sector agropecuario ha sido fundamental para el desarrollo social, económico y territorial de Colombia, debido a que ha participado en la generación de riqueza a través de las exportaciones y la generación de empleo, además sus perspectivas de crecimiento son positivas. Factores que definitivamente han contribuido a este desarrollo son la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), puesto que en la actualidad se reconocen como motores importantes de la productividad, el progreso y algunos de los principales impulsores de éxito relacionados con el progreso tecnológico.

No obstante, la actividad agropecuaria enfrenta retos en términos de competitividad, que contribuyan a aumentar los rendimientos, incrementar la actividad económica y mejorar los niveles de calidad del agro. Por lo tanto, para responder de manera articulada a los retos y tendencias globales alrededor de esta temática, en el departamento de Santander se han orientado proyectos que permitan el cierre de brechas, el fortalecimiento y el desarrollo tecnológico del sector, tal es el caso de Agrópolis MACTOR.

Con el fin de contribuir al desarrollo de estos proyectos y de las estrategias departamentales, inicialmente es importante contar con un diagnóstico adecuado del sector que permita tener clara la situación real del mismo, y sea la base para definir acciones concretas y propuestas estratégicas para el fortalecimiento del sector.

De ahí que, el presente proyecto contribuye a ese diagnóstico a través de un análisis de capacidades CTI en el sector agropecuario, el cual busca identificar las fortalezas, brechas y

oportunidades del sector, reflejando de este modo el panorama actual en el departamento. Para lograrlo se define un enfoque metodológico y se diseña un instrumento para el análisis de capacidades, todo esto bajo el marco de Sistemas de Innovación, el cual se basa en la premisa de que los vínculos entre los actores involucrados en el sistema es clave para entender su desempeño innovador. Así mismo este proyecto es un insumo para la construcción de un modelo de trabajo colaborativo entre actores del sector agropecuario para el desarrollo de la Agrópolis de Santander.

El proyecto se presenta de la siguiente manera: en los capítulos 1 y 2 se muestran las generalidades del proyecto, así como el el compendio de aspectos teóricos y conceptuales que sustentan la investigación; posteriormente, en el capítulo 3 se realiza la explicación detallada de la metodología aplicada. En los capítulos 4, 5 y 6 se presentan los resultados derivados de la metodología planteada, así como el reporte y análisis de la información, identificando las fortalezas, brechas y oportunidades en CTI del sector agropecuario de Santander. Finalmente se sintetiza la información por medio de las conclusiones, limitaciones y recomendaciones para futuras investigaciones.

Tabla de cumplimiento de objetivos*Tabla 1.**Cumplimiento de objetivos de la pasantía de investigación*

Objetivo Específico	Cumplimiento
Identificar mediante una revisión bibliográfica las metodologías para el análisis de capacidades con el objetivo de seleccionar la metodología a aplicar en el sector agropecuario de Santander.	Capítulo 4 Numeral 4.1
Diseñar e implementar los instrumentos que permiten realizar el análisis de capacidades CTI.	Capítulo 5
Caracterizar las capacidades CTI con el propósito de identificar las fortalezas, brechas y oportunidades en el sector agropecuario de Santander.	Capítulo 6
Realizar un artículo de carácter publicable donde se documente los resultados de la investigación.	Apéndice H

1. Descripción del Proyecto

El presente proyecto se desarrolló bajo la modalidad de pasantía de investigación, en el cual se analizaron las capacidades de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector agropecuario en el departamento de Santander, y se contribuye a la fase número uno del proyecto “Diseño de una estrategia de trabajo colaborativo entre actores del sector agropecuario para el desarrollo de la Agrópolis de Santander- Magdalena Medio”.

1.1 Objetivo general

Realizar un análisis de capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en el sector agropecuario de Santander con el fin de identificar fortalezas y brechas en el territorio, que permitan la posterior definición de una estrategia de colaboración entre actores del sector agropecuario para el desarrollo de la Agrópolis de Santander- Magdalena Medio.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar mediante una revisión bibliográfica las metodologías para el análisis de capacidades con el objetivo de seleccionar la metodología a aplicar en el sector agropecuario de Santander.
- Diseñar e implementar los instrumentos que permiten realizar el análisis de capacidades

CTI.

- Caracterizar las capacidades CTI con el propósito de identificar las fortalezas, brechas y oportunidades en el sector agropecuario de Santander.
- Realizar un artículo de carácter publicable donde se documente los resultados de la pasantía de investigación.

1.3 Planteamiento del problema

En los últimos años, el sector agropecuario se ha posicionado como uno de los principales generadores de desarrollo económico en el país, además ha demostrado que cuenta con grandes ventajas dado que es uno de los países con mayor potencial de expansión de tierras, diversidad de pisos térmicos y una alta disponibilidad del recurso hídrico, (FAO, 2016) estos aspectos dejan en evidencia el potencial de crecimiento del sector. Sin embargo, este enfrenta retos que le impiden aprovechar todo su potencial; entre ellos, la falta de articulación entre los actores del sector, insuficiente capacidad de apropiación de tecnología, limitada infraestructura, entre otros.

Aunque en la actualidad existen problemas estructurales como los mencionados anteriormente, los cuales explican las limitaciones del desarrollo rural, el gobierno nacional ha generado distintas iniciativas que buscan acelerar la productividad en el sector e impulsar el desarrollo económico en las regiones, una de estas es el Macroproyecto Diamante Caribe y Santanderes, mediante el cual se formula un plan estratégico para la región, orientado al incremento de la competitividad y a la mejora de la calidad de vida a partir de la innovación, la economía de conocimiento y actividades creativas, dirigidas a la implementación, adaptación y construcción de equipamientos y servicios para el desarrollo agropecuario y la diversificación productiva de los espacios agrarios de la ribera del Río Magdalena, denominado Agrópolis de Santander- Magdalena Medio.

Las Agrópolis buscan desarrollar servicios y conocimientos que permitan dinamizar y revalorizar las actividades agrícolas, facilitando la conexión entre los puntos de producción y destino en los mercados nacionales e internacionales mediante dos ejes principales, el desarrollo de infraestructura y equipamientos logísticos, industriales, educativos y públicos, como también el desarrollo de capacidades locales mediante la incorporación de centros de capacitación agraria orientados a la formación de agricultores y ganaderos (FINDETER, 2016).

Aunado a lo anterior, el departamento de Santander ha acogido en su Plan de Desarrollo “Santander nos Une” para el cuatrienio 2016-2019 el impulso al proyecto Agrópolis de Santander, de este modo se otorga un respaldo público y se integra en la estrategia departamental de desarrollo, lo que implica su incorporación formal a las actuaciones que serán impulsadas a lo largo de la legislatura y su respaldo desde un instrumento clave de financiación y programación de la labor de la gobernación (Tavera, 2016).

Acorde con lo anterior, el grupo de investigación INNOTECH formuló el proyecto “Diseño de una estrategia de trabajo colaborativo entre actores del sector agropecuario para el desarrollo de la Agrópolis de Santander- Magdalena Medio” denominado Agrópolis MACTOR, el cual se presentó a la convocatoria 745 de Colciencias para proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación y su contribución a los retos del país. De modo que es importante resaltar que la CTI se ha convertido en una condición esencial de competitividad y herramienta fundamental para alcanzar los objetivos de desarrollo económico, tecnológico y social de cualquier sector del país.

Teniendo en cuenta las iniciativas mencionadas anteriormente, así como las limitaciones que presenta el sector agropecuario, es posible decir que en el departamento de Santander se presentan dos problemas fundamentales para impulsar estas iniciativas, en primer lugar, la falta de articulación de los actores pertenecientes al sector, y en segundo lugar la falta de información que

se tiene con respecto a las capacidades CTI (del Santander, G, 2016). En apoyo a la segunda problemática y la necesidad de medir y analizar las capacidades CTI que posee el sector, se origina el presente proyecto, el cual contribuye a la fase número uno del proyecto formulado por INNOTEC que a su vez aporta a la construcción de la Agrópolis de Santander-Magdalena Medio y por ende a la iniciativa Diamante caribe y Santanderes.

Este análisis de capacidades CTI permite contar con la información necesaria para la identificación de oportunidades, formulación de políticas y desarrollo de iniciativas y planes regionales; herramientas que buscan favorecer la prosperidad, disminuir los índices de pobreza y garantizar la seguridad alimentaria.

1.4 Justificación del proyecto

Como se mencionó anteriormente, el presente proyecto hace parte del estudio desarrollado por el grupo de investigación INNOTEC acerca del diseño de un modelo de trabajo colaborativo entre los actores del sector agropecuario para el desarrollo de la Agrópolis de Santander Magdalena Medio, denominado Agrópolis MACTOR, estrategia enmarcada en el Macro-proyecto Diamante Caribe y Santanderes que propende por la construcción de territorios de excelencia en Colombia.

Este proyecto es de gran importancia ya que el sector agropecuario es fundamental para la economía Colombiana y el país cuenta con abundantes recursos agrícolas; sin embargo el sector enfrenta retos y desafíos estructurales e institucionales que necesitan alternativas de solución, por lo tanto se requiere esquemas de trabajo colaborativos para lograr la consolidación de relaciones entre los actores productivos, académicos, tecnológicos, facilitadores y financiadores con el fin de lograr el desarrollo socioeconómico, la diversificación productiva de la región y el

posicionamiento del Magdalena Medio - Santandereano como un foco de la agroindustria y de reserva alimentaria para Colombia.

Con el fin de lograr el fortalecimiento del sector agropecuario, el grupo de investigación planteó un grupo de seis proyectos en el año 2017 con diferentes tópicos, la presente investigación en particular está asociada a la etapa número uno del proyecto de investigación raíz (Agrópolis MACTOR), que corresponde al análisis de capacidades de Ciencia, Tecnología e Innovación y contribuye a la identificación de fortalezas y brechas que existen en el sector agropecuario Santandereano, las cuales sirven de aporte para el desarrollo de acciones concretas enfocadas a mejorar la competitividad y posición en el mercado, así como implementar nuevas estrategias que permitan tomar mejores decisiones para el sector.

Además con este trabajo se desarrollan y aplican herramientas de investigación para fortalecer el perfil profesional como ingenieras industriales, teniendo en cuenta que cada día la investigación toma mayor importancia como proceso de aprendizaje y permite tener un mejor análisis frente a una problemática dada, también se busca implementar los conocimientos en la región mediante propuestas de valor integrales que resulten en aumento de la productividad y competitividad del sector agropecuario, así como el aporte de estrategias para la construcción de la paz y mayor prosperidad para toda la población.

2. Marco de Referencia

En este capítulo se encuentra el compendio de aspectos teóricos y conceptuales que sustentan la pasantía de investigación y que resultan útiles para abordar su desarrollo.

2.1 Marco teórico

A continuación, se presentan tres referentes conceptuales necesarios para el análisis de capacidades CTI, los cuales marcan la pauta para el desarrollo de la pasantía de investigación; estos son: Sistemas de Innovación, Capacidades CTI y medición de CTI.

2.1.1 Sistema de Innovación. Inicialmente la innovación fue entendida como un proceso que transcurría en un escenario caracterizado por la toma de decisiones individuales, sin embargo, más adelante se mostró como un hecho colectivo; con el fin de ampliar el marco conceptual del fenómeno innovador se ha considerado la teoría de sistemas para analizar el proceso de creación, transferencia y aplicación del conocimiento tecnológico, por ello se describe a continuación el concepto de Sistema de Innovación y las variantes que han surgido a partir de este, las cuales se toman como base para el desarrollo del presente proyecto.

En este sentido, el concepto de Sistemas de Innovación fue concebido a finales de los años 70 y estructurado a principio de los 90. Este enfoque concibe a las innovaciones como un proceso social e interactivo en el marco de un entorno social específico y sistémico, el cual pretende expresar las capacidades de un país o de una región para afrontar los desafíos del cambio

tecnológico y del proceso innovador (OEI, 2012), por ello se ha utilizado frecuentemente en ámbitos científicos, entre ellos las instituciones de política científica (Comisión Europea, 1995).

Bajo el enfoque sistémico las innovaciones se llevan a cabo a través de una red de agentes, que están relacionados entre sí por un marco institucional (Lundvall B. , 1992); (Nelson & Rosenberg, 1993); (Asheim, 2007)), es decir que un sistema de innovación implica relaciones de colaboración entre empresas y especialmente vínculos de todo tipo entre productores y usuarios, así como sistemas de incentivos, relaciones laborales y un amplio conjunto de instituciones y políticas públicas (Freeman, 1998).

El primer enfoque que surgió sobre los sistemas de innovación fue alrededor del Sistema Nacional de Innovación (SNI), el cual se describe a continuación; en este punto es muy importante precisar que este concepto es equiparable con el de Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (SNCTI), ello en razón a que ambos están conformados real o virtualmente por los mismos actores, tienen en común conceptos fundamentales y comparten estrategias básicas.

En Colombia, el desempeño del SNI depende en alto grado de la fortaleza del SNCTI, las dos instancias están alineadas con Colciencias, y son afectados prácticamente por los mismos problemas, entre los que sobresale su gran desarticulación (Monroy, 2004).

2.1.1.1 Sistema Nacional de Innovación (SNI). Concepto que aparece en la década de 1980 y los primeros en referirse a este fueron Freeman (1987) y Lundvall (1985). En primera instancia, Freeman (1987) propuso el concepto de SNI a partir de su estudio sobre los rasgos que favorecieron el carácter sistémico de la innovación en Japón, en donde el estado asumió el papel de articulador entre los actores, por su parte Lundvall (1985) puso especial énfasis en la relación que se establece

entre los canales de información (sistemas productivos, los sistemas de regulación, etc.) en el proceso de la innovación (Quintero Campos, 2010).

Como resultado, Lundvall, Nelson y Edquist dieron lugar a notables publicaciones sobre el Sistema Nacional de Innovación (Navarro, 2001), adicionalmente un conjunto de renombrados organismos oficiales impulsaron este término a través de sus publicaciones y grupos de trabajo, entre las que se encuentran; la OCDE, la Comisión Europea y también organismos como el Banco Mundial.

Este enfoque sobre Sistema Nacional de Innovación, se usa como un marco teórico para entender los procesos de innovación y puede servir como una herramienta para la definición de políticas nacionales y regionales (Marxt & Brunner, 2013). Como se observa en la figura 1, el SNI es una red interactiva para la creación, difusión y aplicación de conocimientos y tecnología entre las organizaciones en el sistema (Lundvall B. , 1999).

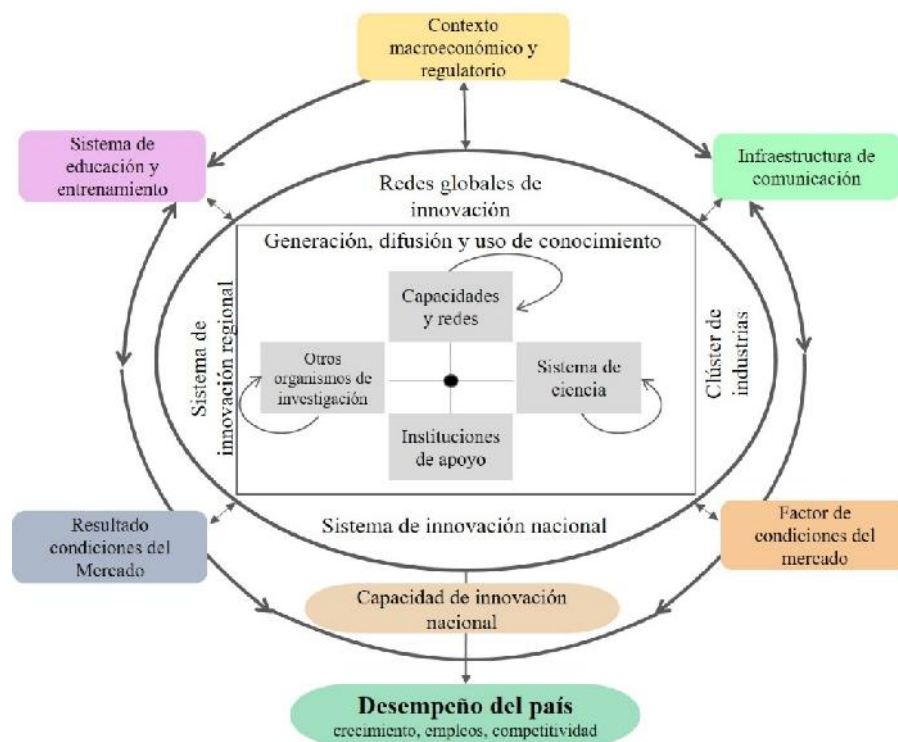


Figura 1. Actores y enlaces en el Sistema de Innovación. Adaptado de OCDE (1999)

Los SNI presentan algunos elementos clave reconocidos en la literatura por diferentes autores, que resultan importantes en la aplicación de este concepto, tales como:

- En el SNI las organizaciones se vinculan e interactúan de diferentes maneras e intensidades para beneficiarse mutuamente del conocimiento y las competencias (Alcorta & Peres, 1998).
- El marco SNI involucra organizaciones (estructuras formalizadas o actores que operan en el SNI) e instituciones (leyes, reglas, hábitos comunes y prácticas y rutinas establecidas que manejan el comportamiento de las organizaciones y los individuos) (Alcorta & Peres, 1998).
- La política pública implementa la dirección y coordinación del SNI (Freeman, 1998).
- El nivel y la eficiencia de las inversiones intangibles (inversiones en tecnología, capacitación y educación, técnicas de gestión y sistemas de apoyo, e inversiones en la creación de vínculos comerciales y tecnológicos con otras organizaciones) son uno de los elementos más importantes del SNI (OCDE, 1995).
- El SNI ofrece un resultado acumulativo (Lundvall B. , 1992). Este resultado es lento y combina los impactos de las organizaciones, las instituciones, sus vínculos e interacciones, las inversiones intangibles y las políticas públicas en conjunto.

Teniendo en cuenta los elementos mencionados anteriormente, se identifica que las organizaciones son un aspecto de alta influencia en los procesos de CTI de un sector, por ejemplo Edquist (1997) considera que las organizaciones e instituciones constituyen los principales componentes de un sistema de innovación y que las organizaciones están fuertemente influidas por las instituciones, así mismo la OCDE menciona que un sistema de innovación está constituido por una red de instituciones, de los sectores públicos y privados, cuyas actividades establecen, importan, modifican y divulgan nuevas tecnologías.

Es importante tener en cuenta que las organizaciones e instituciones generalmente no innovan de manera aislada, sino que interactúan con otros agentes para acceder, desarrollar e intercambiar conocimientos, información y recursos. Estas organizaciones pueden ser otras empresas, pero también universidades, institutos de investigación, organismos financieros, entre otros (Velasco, 2002). En esencia, el SNI se trata más de las conexiones y vínculos entre sus elementos que de las entidades individuales (Manzini, 2015).

En definitiva, el enfoque de Sistema Nacional de Innovación debe reflejar los enlaces interactivos entre empresas, instituciones educativas, instituciones de investigación y gobiernos, así como una serie de actividades continuas tales como la generación, difusión, transformación y utilización del conocimiento (Wu & Huang Huarng, 2015).

2.1.1.2 Sistema Regional de Innovación (SRI). Otro enfoque sobre los Sistemas de Innovación se ha dirigido de forma más reciente hacia el desarrollo regional, reconociendo que el conocimiento y los procesos de aprendizaje se dan de forma localizada, surgiendo entonces en la literatura actual el concepto de Sistema Regional de Innovación (SRI) (Chapple & Kroll, 2010), el cual es un componente vital del SNI, así como la base del desarrollo de la economía regional. En el SRI la capacidad de las empresas locales para desarrollar actividades de innovación coadyuva al crecimiento económico y la competitividad de la región (Velasco, 2002).

En el contexto colombiano posteriormente al reconocimiento del estado del departamento de CTI, se consideró la adaptación del modelo de sistemas de innovación de Fernández de Lucio y Castro (1995) realizado por Monroy (2006), que para efectos del análisis a nivel departamental se entiende como Sistema Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SRCTI), y se estructura en los subsistemas tecnológico, científico-académico, financiero, productivo y facilitador, los cuales

se representan en la figura 3 con sus respectivos actores (del Santander, G, 2016). A los actores de los subsistemas se les atribuye funciones diferenciadas, y a partir de las mismas se propicia la integración e interacción entre los mismos actores.

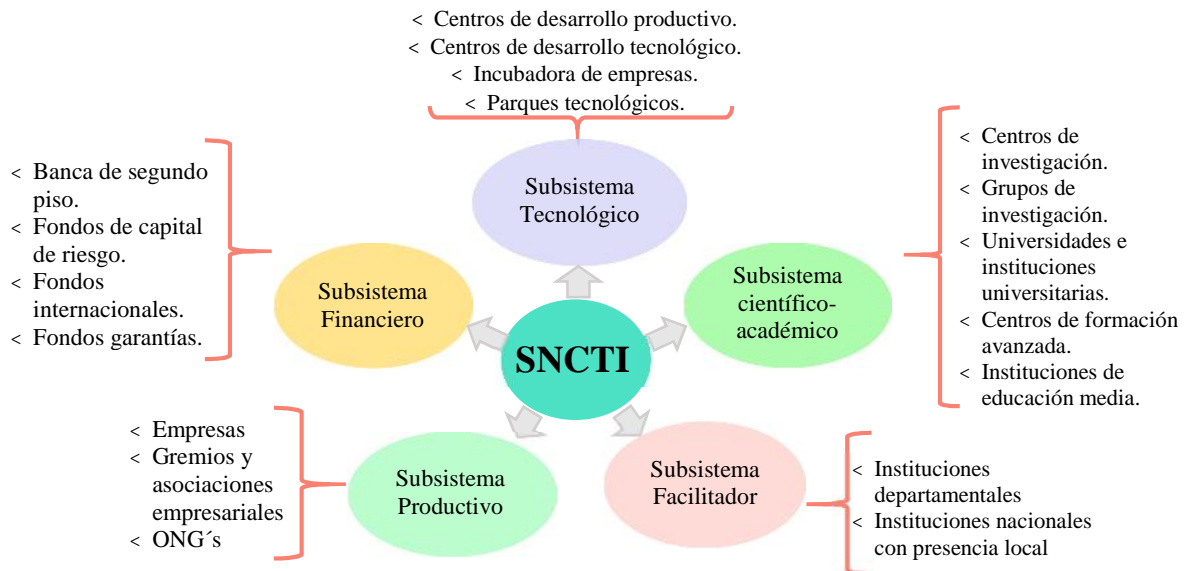


Figura 2. Subsistemas del SNCTI colombiano. Adaptado de PEDCTI Santander 2020. Recuperado de <http://200.25.59.71:8081/jspui/handle/11146/539v>

2.1.1.3 Sistema de Innovación Agrícola (SIA). Otro enfoque acerca de los Sistemas de Innovación tiene que ver con la generación y aplicación más amplia de tecnología agrícola, reconocida como el enfoque de Sistemas de Innovación Agrícola (SIA) (Schut et al., 2015). Este enfoque adopta una perspectiva holística para comprender la complejidad del rol de los actores, las instituciones, las interacciones entre los actores, la infraestructura y sus relaciones para caracterizar mejor los procesos de innovación (Giller, y otros, 2011), por ello un principio fundamental de la investigación de Sistemas Agropecuarios ha sido la necesidad de asociaciones entre agricultores y científicos técnicos y sociales para involucrar a los agricultores en el diseño de soluciones tecnológicas (Pant, 2012).

En los contextos cambiantes de desarrollo agrícola y rural, las intervenciones de desarrollo de capacidades pueden ser diseñadas e implementadas de manera efectiva si están basadas en el enfoque SIA, con las metodologías y herramientas pertinentes (Banco Mundial, 2012).

Siguiendo el marco conceptual basado en los Sistemas de Innovación Agrícola descritos por Arnold y Bell (2001) se encuentra que está constituido en tres componentes principales: el dominio del conocimiento y la educación, el dominio del negocio y la empresa, y las instituciones puente que facilitan la transferencia de conocimiento e información entre estos dos dominios. El marco conceptual anteriormente mencionado se encuentra representado en la figura 3, en este se puede apreciar que las instituciones socioeconómicas que influyen en los procesos de innovación son las encargadas de delimitar estos dominios, entre ellas se incluyen las instituciones formales como las políticas públicas sobre ciencia, tecnología y agricultura, al igual que las instituciones informales, como las creencias compartidas, reglas y prácticas que condicionan como los individuos y las organizaciones dentro de cada dominio se comportan e interactúan. Los componentes presentados por Arnold y Bell (2001) son traducidos en diferentes indicadores, reflejando de alguna manera las capacidades con las que se cuentan dentro del Sistema de Innovación Agrícola.

En los dominios internos es donde el proceso de innovación es más directo comparado con los dominios externos (ver figura 3). Los dominios externos incluyen las políticas generales sobre la ciencia y tecnología que influyen en la innovación agrícola, ocultos dentro de este sistema se encuentran los procesos esenciales que facilitan la innovación, por el ejemplo, el desarrollo de la capacidad entre los individuos y las organizaciones, para aprender y cambiar las formas en que se organizan la producción y los procesos de aprendizaje iterativo que se producen entre los diferentes actores (Spielman & Kelemework, 2009). Actualmente, se reconoce que el desempeño de los

Sistemas de Innovación también depende de la interacción entre los actores encargados de generar y difundir el conocimiento y la tecnología (OCDE , 2002).

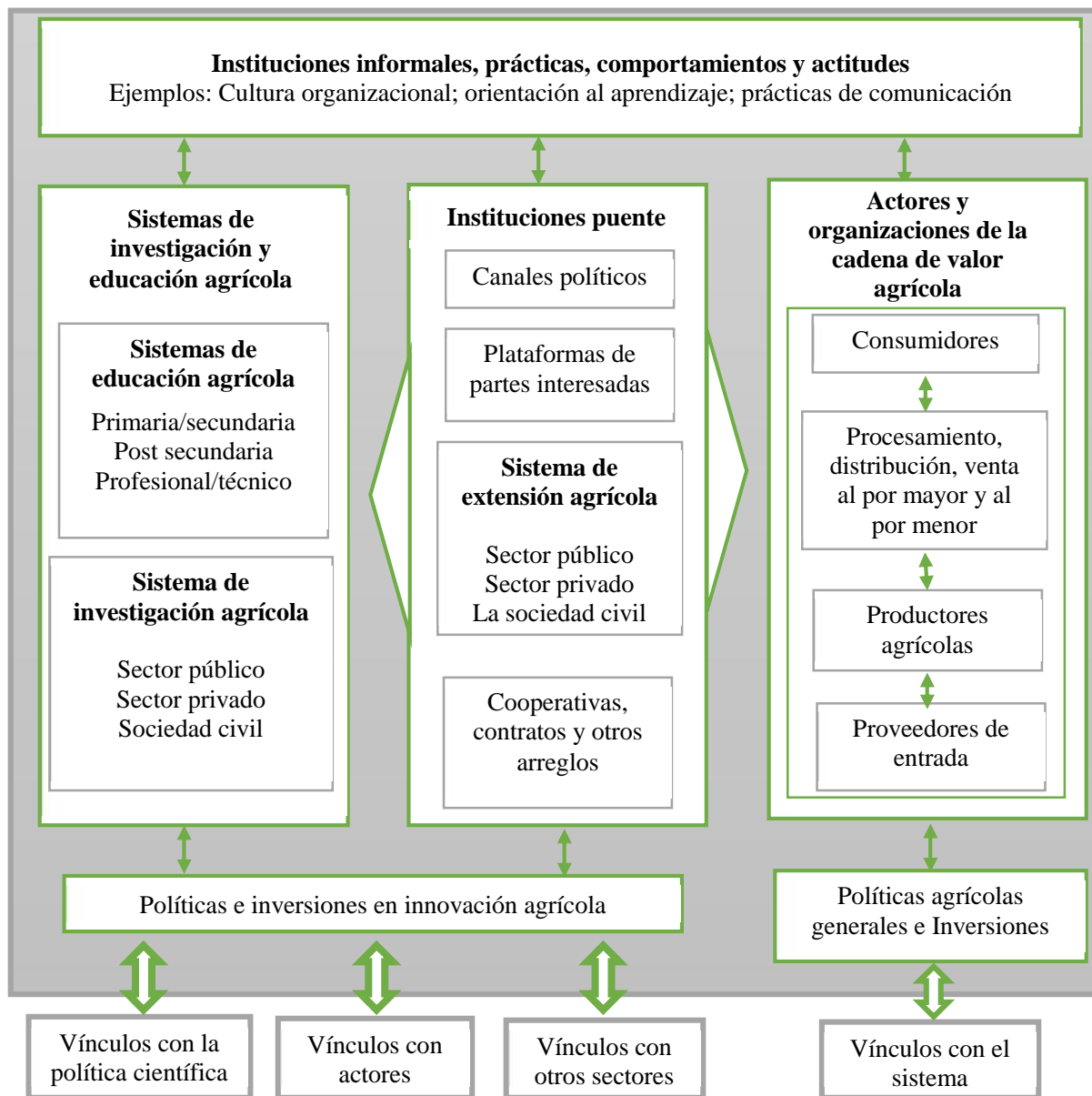


Figura 3. Diagrama conceptual de un sistema de innovación agrícola, Adaptado de: Spielman y Birner (2008), una adaptación de Arnold y Bell (2001).

Según el informe de la innovación en la agricultura realizado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2014), afirma que los SIA tienen dos elementos que los

caracterizan: el conjunto de actores que los conforman y las interacciones dinámicas entre ellos, entre los actores se encuentran; los agricultores y sus asociaciones, así como los proveedores de servicios técnicos, financieros o de insumos que promueven el desarrollo o adaptación de nuevos conocimientos, los que facilitan el intercambio de conocimiento y promueven el aprendizaje, los dedicados a la agregación de valor a la producción y los que posibilitan el acceso a mercados. De igual manera, forman parte integral de los SIA tanto las organizaciones de investigación y desarrollo tecnológico, como los servicios de extensión (privados o públicos), los cuales son fundamentales para facilitar el acceso al conocimiento y el desarrollo de capacidades.

En definitiva, la innovación es un impulsor del crecimiento económico y el bienestar en los países, es un proceso dinámico y holístico que ocurre generalmente dentro de los SIA. Por lo tanto, en la medida en que se fortalezca la investigación, la extensión agrícola y las demás funciones de apoyo a la innovación que desempeñan los distintos actores, se coadyuva a establecer SIA eficientes y competitivos. Para lo anterior, es necesario crear y fortalecer las capacidades de todos los actores, así como sus interrelaciones.

2.1.2 Capacidades CTI. En concordancia con el marco de Sistemas, el desarrollo de capacidades en un sentido contemporáneo es un concepto multidimensional el cual requiere; habilidades o competencias tanto de carácter científico como no científico, la existencia de vínculos entre generadores y usuarios del conocimiento, el entorno institucional propicio para el intercambio de conocimiento y el aprendizaje interactivo, al igual que un entorno político que sea sensible a la necesidad de crear las condiciones necesarias para hacer uso productivo del conocimiento en lugar de centrarse únicamente en la creación de este; adicionalmente se requiere

de la prospectiva de las políticas de ciencia, tecnología e innovación con miras hacia el futuro (Hall, 2005).

Ahora veamos, autores como Bell & Pavitt (1992) quienes definieron la capacidad tecnológica, como aquella capacidad de los recursos necesarios para generar y gestionar el cambio técnico, incluidas las habilidades, los conocimientos, la experiencia, las estructuras y vínculos institucionales. Según Archibugi & Coco (2005) las capacidades tecnológicas están divididas en tres elementos heterogéneos; incorporado/desincorporado, codificado/tácito y de generación/difusión, el primero de ellos reconoce que las capacidades tecnológicas están incorporadas tanto en los bienes de capital, equipos, infraestructura y en formas desincorporadas tales como las habilidades humanas, la experiencia científica y técnica, el segundo elemento hace referencia al componente codificado del conocimiento el cual se representa por manuales, planos, patentes y publicaciones científicas, por último, se encuentra la generación y difusión, en donde se destaca y se reconoce desde hace tiempo que tanto la producción de conocimiento como la difusión e imitación proporciona un valioso recurso tecnológico. Esto implica que las capacidades tecnológicas deben medirse no solo de acuerdo con indicadores de generación de invenciones e innovaciones, sino también con indicadores de su aplicación y difusión.

Por otro lado, Bell y Pavitt (1995) y Lall (1990), manifiestan que las capacidades tecnológicas se refieren a un conjunto de habilidades indispensables para mejorar los procesos de producción en aras de garantizar un crecimiento y desarrollo económico sostenible, además de adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías, para los autores esta definición incluye las capacidades de innovación.

En materia de innovación esta toca ámbitos como la producción de conocimiento y la puesta en práctica de ese conocimiento, esta perspectiva sugiere que no es solo la capacidad de

investigación científica y tecnológica la que se requiere, sino una noción más amplia, conocida como la capacidad de innovación. Sin embargo, la falta de competencias y estructuras complementarias para poner en práctica ese conocimiento que se está generando y la necesidad de tener en cuenta como los recursos científicos se integran con el resto de la economía y responden a la sociedad en su conjunto, es ahora una preocupación importante en la ciencia, tecnología y la innovación (Hall, 2002).

2.1.3 Medición de CTI. Para efectos del presente proyecto se considera el análisis de CTI mediante la medición de indicadores, con base a la información recuperada de la literatura, por ello a continuación se hace énfasis en este concepto

2.1.3.1 Indicadores de CTI. Se entienden como una serie de datos que miden y reflejan el esfuerzo en ciencia y tecnología de un país, demostrando sus fortalezas y debilidades, además sigue un carácter notablemente cambiante con el fin de proporcionar alertas tempranas de eventos y tendencias que podrían debilitar su capacidad de satisfacer las necesidades de los países (OCDE, 1989).

El desarrollo de indicadores CTI es una herramienta que permite tener un panorama del desarrollo de la investigación que realiza una organización, un sector o un país y constituye una fuente aproximada de medida de sus capacidades para enfrentar los retos que demanda la sociedad, estos indicadores además contribuyen al mejoramiento de las bases de información, así como al apoyo de los procesos de gestión de la investigación, facilitando su permanente evaluación (Contreras & Uribe, 2012).

Según lo proponen Archibugi, Denni y Filippetti (2009) existen al menos tres razones que resaltan la importancia del uso de indicadores de CTI: la teórica, la informativa y la estratégica, la primera corresponde al análisis teórico que puede desprenderse, ya que es posible que sea utilizado para ampliar la frontera del conocimiento sobre el cambio tecnológico y comprobar o refutar teorías de su efecto en el crecimiento económico, productividad, competitividad y empleo, la segunda razón, la informativa, resalta la importancia de la recolección de indicadores de CTI porque constituye la principal fuente de información para el diseño e implementación de políticas de CTI, lo que permite identificar las fortalezas y debilidades y al mismo tiempo las oportunidades y amenazas que podría presentar un país, región, estado y/o sector empresarial y la tercera razón es la estratégica, la cual se refiere a la importancia de la CTI en el sentido en que representa el insumo fundamental para el establecimiento de estrategias empresariales, suministrando a empresas, no sólo grandes sino también pequeñas y medianas, la información oportuna sobre nuevos desarrollos tecnológicos, y más aún del contexto geográfico donde podrían desarrollar sus actividades de I+D.

A su vez, a nivel mundial se han realizado trabajos orientados a la medición de las actividades científicas y tecnológicas, mediante la elaboración de manuales metodológicos. Adicionalmente cada país ha creado instituciones especializadas que contribuyen a la identificación de resultados de CTI como; organismos, agendas, observatorios e instituciones que tienden a ser apoyados y financiados principalmente por el gobierno. En cuanto a los manuales metodológicos utilizados para este fin, en el siguiente apartado se realiza una breve descripción de estos.

2.1.3.2 Manuales metodológicos. Evaluar la generación de nuevo conocimiento y la productividad de la actividad científica lleva a recurrir a manuales metodológicos como pautas

para poder realizar informes de indicadores en términos de Ciencia, Tecnología e Innovación en el territorio, de esta manera garantizar la validez de la obtención de datos estadísticos y la producción de indicadores válidos y comparables internacionalmente.

En este sentido, existen organismos internacionales entre los cuales se encuentra la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). Así, por ejemplo, los manuales metodológicos de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) para la medición de actividades de ciencia y tecnología son:

- Manual de Frascati (OCDE, 1989), directrices para recopilar y reportar datos sobre investigación y desarrollo experimental. Según Freeman y Soete (2009), en el Manual de Frascati se realizó un importante cambio en la manera de valorar el conocimiento de las técnicas utilizadas en la producción, pero se desconoció el cuerpo sistemático del aprendizaje a partir del conocimiento tradicional de las artes y los oficios, que continúan existiendo al lado de la nueva tecnología (Quintero Campos, 2010).
- Manual de Oslo (OCDE, 2005), directrices para recopilar e interpretar los datos sobre innovación. La primera edición del manual de Oslo en 1992, estuvo enfocada principalmente en los aspectos relacionados con la innovación tecnológica del producto y del proceso, en su última edición de 2005 se amplió el concepto de innovación, incorporando los cambios producidos en comercialización y organización.
- Manual de Canberra (OCDE, 1995), manual sobre la medida de los recursos humanos dedicados a la ciencia y la tecnología.

Por otro lado, los manuales metodológicos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología-Iberoamericana e Interamericana (RICYT) para la medición de actividades de ciencia y tecnología son:

- Manual de Bogotá (Jaramillo, Lugones, & Salazar, 2001), normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe. Propone pautas para la normalización y construcción de los indicadores de innovación tecnológica en la región que garanticen la comparabilidad regional e internacional.
- Manual de Santiago (RICYT, 2007), propuesta metodológica para la medición de la intensidad y la descripción de las características de la internacionalización de la ciencia y la tecnología de los países iberoamericanos, tanto a nivel nacional como de las instituciones y organismos que realizan tareas de investigación y desarrollo tecnológico (I+D).
- Manual de Lisboa (Lugones, 2009), propuesta metodológica denominada “Manual de Lisboa, propone las pautas para la interpretación de los datos estadísticos disponibles y la construcción de indicadores referidos a la transición de Iberoamérica hacia la sociedad de la información”, y pretende homogeneizar criterios y métodos empleados en la región para la medición del desarrollo de la sociedad de la información y el conocimiento en Iberoamérica desde una visión integral.

2.2 Marco metodológico

A través de la revisión de la literatura se identificaron los artículos en los que se evidenció metodologías de medición de capacidades CTI para un territorio, los cuales se analizaron mediante el software NVivo, con el fin de encontrar conexiones sutiles entre las metodologías y construir

una visión global de la información. Una vez se realizó el análisis correspondiente y se aplicaron los filtros de selección a los documentos descritos en el apartado de la revisión de la literatura, se definieron 29 artículos con los que se realizó un análisis comparativo para definir el enfoque metodológico del presente proyecto, el cual consistió en la elaboración de una matriz de metodologías (Apéndice A) en la que se identificó para cada documento; el título, autor, año, propósito, alcance, metodología, enfoque y particularidades.

Dentro de los 29 documentos recuperados en la revisión de la literatura, se encontraron cuatro enfoques metodológicos para la medición de las capacidades CTI, los cuales incluyen; enfoque de dominio, análisis funcional-estructural, evaluación rápida de los SI y un enfoque de entradas y salidas. Del total de documentos, se encuentran quince bajo el enfoque de entradas y salidas, seguido del enfoque de dominio con once, evaluación rápida de los Sistema de Innovación con dos, y por último análisis funcional-estructural con un documento. Sin embargo, se identificó que los enfoques de análisis funcional - estructural y evaluación rápida de los Sistemas de Innovación, se adecuan al enfoque de dominio, esto se debe a que estos enfoques más que identificar las capacidades del territorio sirven como herramientas para identificar las limitaciones socioeconómicas, políticas, institucionales, sectoriales o tecnológicas con las que este cuenta, a su vez se basan en actores similares para realizar el análisis.

En ese sentido, para la definición del enfoque metodológico se consideraron principalmente los enfoques de dominio y el de entradas y salidas, debido a que bajo estas dos metodologías se concentra la mayor cantidad de los documentos, además permiten identificar las capacidades con las que cuenta el sistema de innovación en un territorio y los actores involucrados en la generación de estas capacidades. En cuanto al enfoque de entradas y salidas se encontró que la innovación y el proceso de transferencia de tecnología se daba en mayor medida como un proceso lineal, sin

embargo, este ha fracasado al abordar los problemas y complejidad del desarrollo agrícola contemporáneo, ya que lo invertido en investigación tecnológica no garantiza los resultados en innovación.

Por otro lado, con el enfoque de dominio se encontró una mayor relación con el pensamiento sistémico, en el cual la innovación debe verse como una compleja interacción que vincula muchos agentes y que proporciona información útil para que diversos actores adopten un propósito, reglas y formas de gestión compartidas, que satisfagan sus variados intereses y a la vez conduzcan a crear entornos bajo condiciones favorables. Teniendo en cuenta esto, se consideró además el postulado de Cohen & Levinthal (2000) en el que se demuestra que la interacción entre las existencias de conocimiento propio y externo son importantes para el desempeño de un Sistema de Innovación.

Con esa premisa y basados en el modelo de Arnold & Bell (2001) sobre los Sistemas de Innovación, en el cual se pone énfasis en el flujo de conocimiento dentro del sistema, se adoptó el enfoque de dominio para el presente proyecto, dado que brinda las herramientas necesarias para el análisis de la interacción entre los diferentes actores del sistema, en comparación con el enfoque de entradas y salidas que aunque es representativo en los estudios de medición de capacidades, presenta algunas limitantes para la evaluación a profundidad de esta interacción.

De ahí que, el análisis de capacidades CTI en el sector agropecuario de Santander se realizó evaluando los cinco dominios principales que constituyen el Sistema de Innovación en el sector agropecuario de Santander, analizando cómo se organiza el flujo de conocimiento entre; 1) El dominio de negocio, con un enfoque en las empresas, gremios, asociaciones y organizaciones no gubernamentales que aplican y usan conocimiento codificado y producen principalmente conocimiento tácito; 2) El dominio de investigación y educación, con un enfoque en los institutos profesionales y de educación superior e investigación que producen y transfieren conocimiento

codificado; 3) Las organizaciones intermedias que estimulan la transferencia y aplicación del conocimiento; 4) La demanda, se refiere a la demanda final de los consumidores y la demanda intermedia de otros actores en la cadena de producción; 5) La infraestructura y las condiciones marco que incluyen los aspectos más generales que pueden influir en la innovación como las inversiones, la financiación, entre otros.

2.3 Marco de antecedentes

En Colombia se han venido desarrollando un conjunto de estrategias orientadas al fortalecimiento de su competitividad, entre estas se encuentra la iniciativa Diamante Caribe y Santanderes, desde la cual se busca construir el país desde las regiones, sumando las fortalezas y oportunidades de cada lugar para lograr una estructura que en conjunto, es más integrada, sinérgica y sostenible que cada ámbito por separado. En consecuencia, pretende inspirar el desarrollo de los planes e iniciativas de los departamentos y de los municipios, y también tiene la capacidad para inspirar las políticas sectoriales que inciden en el territorio. (FINDETER, 2016)

En el marco de esta iniciativa se crea el proyecto Agrópolis MACTOR, en donde el grupo de investigación INNOTECH a través del “diseño un modelo de trabajo colaborativo entre actores del sector agropecuario para el desarrollo de la Agrópolis de Santander Magdalena Medio” busca la articulación de los diferentes agentes del Sistema Regional de Innovación de Santander y contribuye a algunos retos del sector agropecuario en el país, mediante el aprovechamiento de las capacidades, divergencias y convergencias de los actores, de forma que se responda articuladamente ante los retos y tendencias tecnológicas globales.

La metodología de este proyecto, Agrópolis MACTOR, se enmarca en tres grandes fases: inicialmente el diagnóstico del sector agropecuario, seguido por una priorización de factores relevantes en el sector agropecuario y por último la construcción de la estrategia de trabajo colaborativo entre los actores del sector. En este contexto es donde toma importancia la presente pasantía de investigación, la cual permite analizar las capacidades CTI con las que cuenta el sector agropecuario y a partir de estas identificar sus fortalezas, brechas y oportunidades.

3. Desarrollo Metodológico

Teniendo en cuenta los objetivos planteados en el presente proyecto, la metodología se diseñó en cinco fases fundamentales: 1) revisión de la literatura sobre metodologías para el análisis de capacidades CTI, 2) definición de la metodología de medición de capacidades CTI, 3) diseño e implementación de los instrumentos para la recopilación de la información, 4) identificación de las fortalezas, brechas y oportunidades en el sector agropecuario de Santander y 5) documentación. La Figura 4 muestra a manera de resumen las fases metodológicas del presente proyecto.

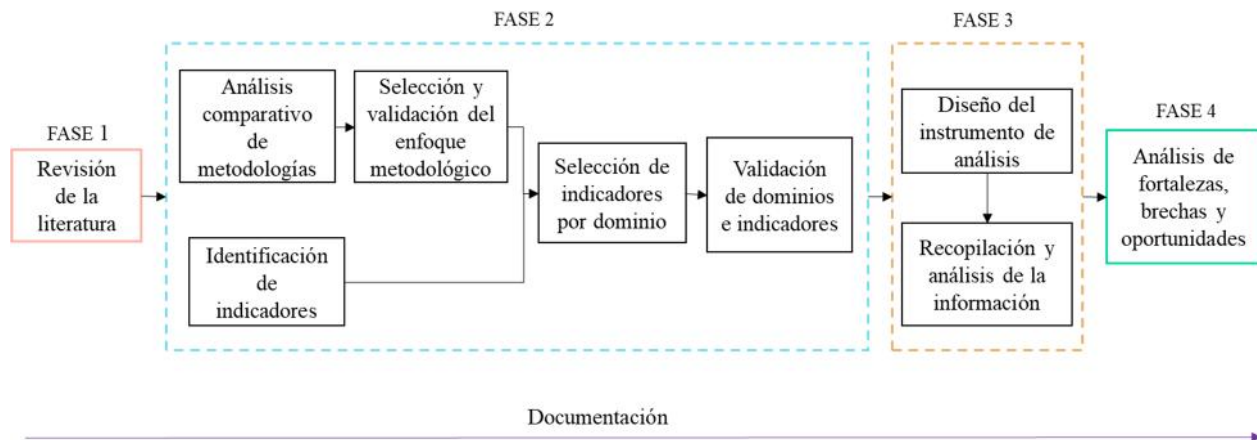


Figura 4. Metodología de la pasantía de investigación

3.1 Revisión de la literatura

Con el objetivo de identificar las metodologías para el análisis de capacidades CTI, se realizó la revisión de la literatura, la cual partió con un primer acercamiento a la literatura referente al tema en diferentes bases de datos (Scopus, ISI Web of Science, Google Scholar). Además, se realizó una comparación entre las bases de datos Scopus y Web of Science y se llegó a la conclusión de que existe una alta semejanza entre ambas, resultando complementarias y no excluyentes, asimismo en el estudio de Lopez & Moya (2008) se indica que, aunque estas dos bases de datos difieren en términos de alcance, volumen de datos y políticas de cobertura, los resultados y los impactos están correlacionados incluso a nivel de especialidades. Por lo anterior y sumado a que Scopus es la base de datos de citas bibliográficas más grande del mundo revisada por pares, incluyendo revistas científicas, libros y actas de conferencias, que cubre temas de investigación en todas las disciplinas científicas y técnicas, se tomó la decisión de seleccionar la base de datos Scopus, sin embargo, no se descartó el contenido de la base de datos Web of Science y los aportes que los documentos

hicieron a la investigación. La búsqueda se realizó sobre los campos; título, resumen y palabras clave, relacionando términos asociados a la temática, dando como resultado la siguiente ecuación de búsqueda:

TITLE-ABS-KEY ((measur OR mensuration OR analysis OR appraisal OR "theoretical models" OR "measur* model" OR statistics OR indicators OR methodology) AND (capacit* OR capabilit* OR ability OR performance OR competence) AND ("science technolog* and innovat*" OR "ST&I" OR "innovation system" OR "system of innovation" OR " system of science, technolog* and innovat*")) AND PUBYEAR > 1998 AND (EXCLUDE (PUBYEAR , 2017) OR EXCLUDE (PUBYEAR , 2018)*

La ecuación de búsqueda fue aplicada en la base de datos Scopus y paralelamente con los mismos términos se realizó la búsqueda en la base de datos Web of Science, como resultado se obtuvo un total de 1.314 documentos de los cuales, 924 pertenecieron a Scopus y 390 a Web of Science, los cuales, fueron sometidos a los criterios de inclusión y exclusión (ver tabla 2) de acuerdo a la revisión del título y resumen con la finalidad de descartar aquellos que aun habiéndose recuperado con la estrategia de búsqueda planteada, no tuviesen relación con el tema de la investigación, como resultado se obtuvo 261 documentos entre ambas bases de datos.

Posteriormente, se organizaron los documentos mediante el uso de la herramienta Microsoft Excel, considerando los campos título, resumen y conclusiones, bajo estas clasificaciones se seleccionaron los documentos que contribuyeron a la temática del proyecto y que aportaron información relevante con la medición de las capacidades de un sector, organización o territorio, como resultado de este filtro se obtuvo un total de 72 documentos, los cuales se leyeron en su totalidad y se les aplico los criterios de calidad definidos en la tabla 2, para esta revisión se hizo uso del software Nvivo el cual permitió una visión global de la información, como resultado de

este análisis se obtuvo un total de 29 documentos, que contaron con un enfoque metodológico para la medición de capacidades CTI.

Tabla 2.

Criterios de inclusión, exclusión y calidad.

Criterio	Descripción
Criterios de Inclusión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Documentos que se encuentran en la base de datos Scopus y Web of Science. 2. Ventana de tiempo comprendida entre 1998 a 2016. 3. Documentos en español, inglés y portugués.
Criterios de exclusión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se excluyeron todos aquellos artículos que, a pesar de contener los términos de búsqueda, no contienen información que hace referencia directa al tema. 2. Documentos alusivos a la ciencia de la salud que hablen de CTI. 3. Comercio electrónico, software, entre otras.
Criterios de calidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los documentos aportaron significativamente a la investigación relacionada con CTI y las metodologías de análisis de capacidades. 2. El artículo muestra algún tipo de relación entre la CTI y territorio, sector u organización. 3. El documento hizo alusión a las herramientas utilizadas para medición de las capacidades CTI. 4. El artículo proporciona información sobre mediciones de capacidades en los territorios, sectores u organizaciones. 5. El documento presentó análisis de los sistemas de innovación.

3.2 Definición de la metodología de medición de capacidades CTI

Teniendo en cuenta los hallazgos en la revisión de la literatura asociados a las metodologías de medición de capacidades CTI, se realizó el análisis a profundidad de los documentos con la ayuda del software Nvivo, el propósito fue identificar las metodologías de medición para una posterior comparación y también determinar los indicadores utilizados para la medición. Para ello se definieron las siguientes sub-fases.

3.2.1 Análisis comparativo de metodologías. Consistió en la organización y comparación de los documentos seleccionados previamente, a través de una matriz en donde se logró identificar para cada uno de estos; el título, autor, año, propósito, alcance, metodología, enfoque y particularidades de los enfoques metodológicos (ver Apéndice A).

3.2.1.1 Selección y validación del enfoque metodológico. Después de una sesión con el equipo técnico del proyecto raíz, donde se expuso los diferentes enfoques encontrados en la literatura, se discutió la pertinencia y aporte de estos enfoques, como resultado se seleccionó y validó el enfoque de dominio para el desarrollo del proyecto, basándose en los elementos analíticos que se presentan al realizar un análisis de capacidades bajo este enfoque, el cual además resulta en una imagen integrada del Sistema de Innovación.

3.2.2 Identificación de indicadores. Basados en los artículos de la revisión de la literatura, se realizó la extracción de indicadores de CTI, los cuales permiten realizar la medición de las capacidades de un sector, organización o territorio. Con ayuda de la herramienta Microsoft Excel

se organizaron los indicadores basados en el documento fuente (ver Apéndice B). Paralelamente, se realizó una consolidación de los indicadores CTI disponibles en Colombia en las bases de datos estadísticas y plataformas de información tales como; el Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA), la Ciencia en Cifras – Colciencias, el Observatorio de Ciencia y Tecnología (OCyT), Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), entre otras (ver Apéndice C), los cuales se contrastaron con los indicadores encontrados en la literatura, permitiendo así, una adecuada depuración y selección de indicadores de acuerdo a la pertinencia de estos en la medición de capacidades CTI.

3.2.3 Selección de indicadores por dominio. Una vez seleccionado el enfoque y los indicadores, se procedió a clasificar dichos indicadores en cada uno de los dominios derivados del modelo SNI de Arnold y Bell (2001), conformando la matriz de indicadores (ver Apéndice D), así mismo, se evidencia el autor que respalda el indicador y el documento en el cual fue identificado.

3.2.4 Validación de dominios e indicadores. Para validación de los dominios e indicadores se realizó un taller junto con los integrantes del equipo técnico del proyecto raíz (ver Apéndice E). El taller se dividió en tres momentos, 1) contextualización del enfoque adoptado para el proyecto mediante el uso de slides, 2) presentación de los dominios e indicadores utilizados en la medición de capacidades acorde a la literatura, 3) explicación y desarrollo del taller con la finalidad de clasificar los indicadores seleccionados previamente en cada uno de los dominios definidos.

3.3 Diseño e implementación de los instrumentos para la recopilación de información

Para el desarrollo de esta fase se tuvieron en cuenta las siguientes actividades.

3.3.1 Diseño del instrumento de análisis. A partir de los resultados de la fase anterior, se procedió a agrupar los indicadores por categorías, basados en las clasificaciones encontradas en la revisión de la literatura, y de esta forma clasificarlos por términos semejantes, como resultado se creó un sistema de indicadores que permitió analizar las capacidades CTI del sector agropecuario, a través del enfoque de dominios.

3.3.2 Recopilación y análisis de la información. Previo a la recolección de la información se procedió a seleccionar los indicadores CTI disponibles en Santander, y se clasificaron utilizando la siguiente estructura: *Código dominio - Código categoría - N° del indicador*; el código está compuesto de dos a cuatro letras que se relacionan con las iniciales del nombre del dominio y la categoría, y el número del indicador corresponde a los números arábigos de forma consecutiva. Posteriormente con el fin de recopilar la información referente a los indicadores de medición de capacidades CTI se elaboró una ficha técnica. Para la elaboración de la ficha técnica, la cual se puede observar en el Apéndice F, se tuvieron en cuenta los siguientes lineamientos:

- Nombre del Indicador: Expresión que identifica al indicador, debe ser claro, entendible, corto, no contener método de cálculo y no incluye verbos en infinitivo.
- Propósito: Finalidad de la medición, debe ser breve y utilizar términos sencillos.
- Indicador simple o compuesto: categorización de las características cuantitativas o cualitativas del indicador: simple o compuesto
 - Indicador simple: calcula el valor de un solo atributo o característica para explicar determinado fenómeno.
 - Indicador compuesto: calcula el valor de dos o más atributos que caracterizan a un fenómeno.

- **Formula:** determina la forma en que se relacionan las variables establecidas para el indicador. Utilizar símbolos matemáticos para expresiones aritméticas y no palabras.
- **Fuente de información:** Se especifica de donde se obtienen los datos.
- **Enfoque:** especifica si el indicador aplica a nivel nacional, regional, departamental, etc.
- **Momento o periodo:** Espacio de tiempo en que se realiza la medición del indicador.
- **Dimensión:** dominio al que pertenecen el indicador evaluado.
- **Categoría:** corresponde a una subdivisión de los dominios.
- **Unidad de medida:** determina la forma en que se expresa el resultado de la medición al aplicar el indicador. El valor debe tener concordancia con el método de cálculo del indicador.
- **Elaborado por:** Persona que realiza el registro del indicador en la ficha técnica.
- **Revisado por:** Persona encargada del seguimiento al proyecto.
- **Aprobado por:** Persona que aprueba la publicación de los resultados del indicador luego de la revisión.

Para el procesamiento y análisis de la información recolectada se tuvieron en cuenta tres aspectos:

- **Periodo evaluación de los indicadores:** El periodo de recolección de información y evaluación de los indicadores estuvo comprendido entre los años 2012-2015, debido a que fue el periodo donde se encontraba la mayor cantidad de información de los indicadores CTI.
- **Población objeto de estudio:** El ámbito de evaluación de la investigación es sectorial, enfocada en el sector agropecuario del departamento de Santander.

- **Fuentes de información:** La información de los indicadores de CTI fue recolectada a través de la revisión y el análisis de estudios relacionados a la misma temática, además de la búsqueda en páginas web e instituciones encargadas de realizar este tipo de mediciones, entre las que se encuentran:
 - Observatorio del SNCTA: Módulo que ofrece nuevos instrumentos para la toma de decisiones de los actores que hacen parte del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial-SNCTA, para monitorear, evaluar y orientar la política sectorial de CyT, y dinamizar el flujo de conocimiento de la investigación y desarrollo agropecuario.
 - Observatorio de Ciencia y Tecnología- OCyT: Institución del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación- SNCTI, dedicada a producir conocimiento sobre la dinámica y el posicionamiento del sistema mediante el diseño, producción, integración, interpretación y difusión de estadísticas e indicadores, para orientar y evaluar las políticas y la acción de los diversos actores del SNCTI.
 - Colciencias (la ciencia en cifras): Portal de estadísticas, gráficas, tablas e información que dan cuenta de la gestión institucional en diversas temáticas como: presupuesto de la entidad (inversión y funcionamiento), reconocimiento de grupos e investigadores del país, producción científica, revistas científicas nacionales indexadas por Colciencias – Publindex, entre otros.

3.4 Identificación de las fortalezas, brechas y oportunidades en el sector agropecuario de Santander

La última fase del presente proyecto da cumplimiento al diagnóstico de las Capacidades CTI del sector agropecuario de Santander, basado en el desarrollo de las fases descritas anteriormente y con el propósito de describir sus fortalezas, brechas y oportunidades.

4. Definición del Enfoque Metodológico para el análisis de Capacidades CTI

Este capítulo está integrado en primer lugar, por la revisión de la literatura entorno a las metodologías para el análisis de capacidades CTI teniendo en cuenta el marco de Sistemas de Innovación, y, en segundo lugar, por el proceso para la definición del enfoque a aplicar en el sector agropecuario de Santander y los indicadores utilizados para realizar la medición.

4.1 Revisión de la literatura

Un Sistema de Innovación es eficaz cuando las instituciones facilitan los flujos de información, mantienen buenas coaliciones de colaboración entre actores clave y llevan a cabo una adecuada medición de la innovación, la cual es crucial en la formulación e implementación de políticas, para monitorear el gasto y para evaluar la contribución de la innovación al logro de los objetivos sociales y económicos de cualquier territorio o sector (Manzini, 2015).

Se considera que entre estas instituciones el gobierno juega un papel muy importante en el sistema de innovación (Wonglimpiyarat, 2009); por ejemplo, en las primeras etapas de las nuevas empresas innovadoras, tomando la iniciativa para establecer nuevas fuentes de financiamiento, esquemas de financiación de capital de riesgo, incentivos fiscales de investigación y desarrollo, programas de préstamos, entre otros aspectos que permiten mejorar el rendimiento innovador. En cuanto a la información, los estudios resaltan la importancia de la confiabilidad de las fuentes, así como la participación de múltiples actores en la generación y difusión de información para el fortalecimiento del SI.

Cabe resaltar que los enfoques teóricos de la innovación han ido cambiando en los últimos años, de la evolución de lo lineal y el enfoque relativamente simple de difusión de la innovación a un enfoque suficientemente explorado y más complejo que corresponde a los Sistemas de Innovación, el cual se beneficia con el aumento del número y la diversidad de actores que participan actualmente en la innovación. Sin embargo, su comprensión y gestión de la complejidad requiere enfoques metodológicos prácticos para apoyar el diseño e implementación de los Sistemas de innovación.

Teniendo en cuenta lo anterior y el primer objetivo del presente proyecto, a continuación, se realiza la descripción de los aspectos abordados en la revisión de la literatura entorno a cuatro enfoques metodológicos para la medición de capacidades de un país, región o territorio; teniendo en cuenta la perspectiva de sistemas de innovación.

4.1.1 Enfoque de dominio. En el desarrollo investigativo de este enfoque se identificó que los términos, dimensión, habilitador y subsistema pueden guardar relación con el termino dominio a la hora de analizar el Sistema de Innovación.

Alrededor de este enfoque, Arnold & Bell (2001) proponen que el Sistema de Innovación se puede analizar en tres dominios, los cuales se describen a continuación:

- Dominio de educación y conocimiento: está compuesto por los sistemas de investigación y educación. La educación permite tener el recurso humano crítico, capaz de hacer una apropiada gestión del conocimiento. El sistema de investigación reúne a todas las organizaciones (públicas o privadas) encargadas de generar el conocimiento.
- Dominio de negocios y empresas: comprende los actores de la cadena de valor (suplidores, productores, procesadores, comercializadores y consumidores) que utilizan los insumos de los sistemas de conocimiento e investigación para realizar sus innovaciones.
- Dominio de intermediación: enlaces que ponen en contacto los otros dominios. En este dominio las posibilidades de acción son muy diversas, por ello puede ser llamado de diferentes formas, entre las que se encuentran; empresas intermediarias, agentes, terceras partes, intermediarios de información y organizaciones de superestructura (Howells, 2006).

Más adelante, Z. Liu, Jongsma, Huang, Dons, & Omta (2015) desarrollaron aún más el modelo de Arnold y Bell para realizar un estudio bajo el marco de SIS. Dentro de este marco y para tener una imagen integrada del mismo se definieron cinco dominios: dominio de negocio, el cual está impulsado por la innovación, concentración, globalización y co-evolución; dominio de investigación y educación, que tiene como fin buscar una excelente posición, concentración y colaboraciones internacionales; dominio de organizaciones intermedias, que permitan colaboraciones intensivas; dominio de demanda, con énfasis en el incremento del mercado internacional; finalmente dominio de infraestructura y condiciones marco, el cual mediante el apoyo gubernamental promueve la generación y transferencia de conocimiento y la creación de una cultura de colaboración.

Para estimular los flujos entre los dominios mencionados anteriormente, es importante el fortalecimiento de la colaboración, la cual debería estar respaldada por una excelente infraestructura institucional de investigación y educación, además de condiciones que estimulen la creación de alianzas público-privadas, la protección de la propiedad intelectual y el fomento de inversiones en innovación (Z. Liu et al., 2015).

En relación con el enfoque SIA, la innovación se considera como un proceso combinado de cambios tecnológicos como las prácticas agronómicas, y no tecnológicos como las prácticas sociales (Hounkonnou et al., 2012). Estos cambios pueden ocurrir en diferentes niveles; por ejemplo, campo, granja o región. Una forma de conceptualizar este enfoque es mediante la combinación de una interrelación de los subsistemas institucional, sectorial y tecnológico, los cuales se describen a continuación:

Subsistema institucional: Comprende diferentes tipos de instituciones, que son las reglas formales e informales y las estructuras que dan forma a las perspectivas y las prácticas (Dormon, Van Huis, Leeuwis, Obeng-Ofori, & Sakyi-Dawson, 2004). Ejemplos de estos tipos de instituciones son; política, investigación, educación y capacitación, extensión y mercados.

Subsistema sectorial: Se define alrededor de un producto o segmentos de una cadena de valor, por ejemplo, arroz o cacao. El análisis del subsistema sectorial busca comprender las interacciones entre, por ejemplo, el acceso al crédito, insumos y servicios, producción agrícola, actividades de poscosecha, comercialización y consumo relacionados con el funcionamiento de la cadena de valor determinada.

Subsistemas tecnológicos: Se definen en torno a una tecnología existente o nueva, por ejemplo, riego, escarda mecanizada o campo de conocimiento (manejo integrado de plagas) para hacer frente a un problema particular que puede beneficiar a diferentes subsistemas sectoriales.

Aunado al marco conceptual anterior, Rajalahti, Janssen, & Pehu (2008) identificaron cinco dominios con sus respectivas estructuras de apoyo, las cuales constituyen los elementos principales del SIA, estos dominios con sus respectivos actores se enuncian en la tabla 3, los cuales durante sus interacciones crean y difunden información que contribuyen a la innovación y el desarrollo rural:

Tabla 3.
Dominios con sus respectivos actores

Dominio	Actores
Dominio de demanda	<ul style="list-style-type: none"> - Consumidores de productos alimenticios en las zonas rurales y urbanas - Consumidores de materias primas industriales - Mercados internacionales de productos básicos
Dominio empresarial	Usuarios de conocimientos codificados, principalmente productores de conocimiento tácito: agricultores, proveedores de insumos y comerciantes de productos básicos
Dominio intermediario	Normalmente sirve de enlace entre todos los actores: organizaciones de extensión, asociaciones de agricultores, ONG y donantes.
Dominio de investigación y educación	Son los que producen conocimiento codificado: organizaciones de investigación, universidades y algunas ONG.
Dominio de estructura de apoyo	Instituciones nacionales y locales, infraestructura de comercialización, sistema bancario y financiero, transporte e infraestructura de mercado.

Nota: Dominios y sus estructuras de apoyo. Adaptado de: Agricultural Innovation Systems: From Diagnostics toward Operational Practices. Agriculture and rural development; 2008.

Ahora bien, para medir las capacidades regionales de innovación, Y. C. Chang, Chen, Lin, & Gao (2012) propusieron un marco integrado, el cual se puede resumir en cuatro dimensiones que

permiten la medición de la innovación regional y el emprendimiento, las cuales se describen en la tabla 4.

Tabla 4.
Dimensiones para la medición de la innovación regional

Dimensión	Descripción	Indicadores
Dimensión de financiamiento	Ofrece ayudas económicas innovadoras arriesgadas y suficientes gastos de infraestructura de información y comunicación para apoyar ideas, productos y negocios creativos, innovadores y empresariales.	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad de capital de riesgo regional - Concesiones / concesiones de innovación gubernamental - Gasto de renovación de la infraestructura regional de TIC
Dimensión de innovación y clúster	Representa la capacidad de interacción entre universidades, institutos de investigación y empresas, lo que facilita la agrupación regional y la innovación.	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de interacción entre universidades, institutos de investigación y empresas - Abundancia de grupos de talentos - Disponibilidad de intermediarios tecnológicos - Servicios de apoyo a la innovación - Integridad de las industrias aguas arriba y aguas abajo
Dimensión de emprendimiento	Es importante que las regiones proporcionen educación y formación empresarial, para cultivar el capital humano empresarial regional.	<ul style="list-style-type: none"> - Educación y capacitación empresarial - Asistencia de incubación regional - Número de nuevas empresas
Dimensión cultural	Representa los factores culturales regionales que facilitan la innovación y el emprendimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Cultura autónoma - Cultura de toma de riesgos - Cultura de aprendizaje permanente - Inclusividad cultural

Nota: Dimensiones para la medición de la innovación regional y el emprendimiento. Adaptado de: Measuring Regional Innovation and Entrepreneurship Capabilities. The Case of Taiwan Science Parks; 2011.

Por otro lado, al considerar el estudio de Crespo & Crespo (2016), quienes toman como base el enfoque de Sistema Nacional de Innovación en su estudio, se identifica que un país puede lograr un alto rendimiento de innovación a través de varias combinaciones de condiciones causales a las cuales llaman habilitadores, estos se describen a continuación:

- Habilitador de instituciones: Capta la estructura institucional de los países e incluye indicadores que miden los entornos políticos, normativos y comerciales.
- Habilitador de capital humano e investigación: Traduce principalmente las inversiones intangibles de los países y trata con indicadores que cuantifican el nivel de inversión en educación y en investigación y desarrollo.
- Habilitador de infraestructura: explica algunas de las decisiones de política pública: la inversión en el apoyo de infraestructuras generales, información y comunicación tecnologías y sostenibilidad ecológica.
- Habilitador de la sofisticación del mercado: Comprende medidas asociadas con las condiciones del mercado, el crédito, la inversión, el comercio y la competencia (Freeman & Soete, 1997)
- Habilitador de la sofisticación empresarial: Mide los vínculos de innovación, el conocimiento de los trabajadores de la empresa y la absorción de conocimiento por parte de las empresas. Este habilitador captura dos elementos clave del SNI: enlaces e interacciones y organizaciones (Alcorta & Peres, 1998).

Para concluir este enfoque, otro aspecto que toma relevancia es que la capacidad de innovación depende en parte de la infraestructura común de innovación, mediante el cual el desarrollo y

comercialización de nuevas tecnologías se llevan a cabo a manera de concentración geográfica de empresas interconectadas e instituciones asociadas en un campo particular, por ello, Wonglimpiyarat (2009) construye un análisis interpretativo sobre el rendimiento de la capacidad de innovación, el cual se basa en cinco dimensiones:

- Capacidad de innovación de la organización: indica la capacidad del negocio para aceptar cosas nuevas, proporcionar nuevos conocimientos a los empleados.
- Capacidad de innovación del proceso: indica la capacidad de ajustar el proceso a todos los niveles en relación con el proceso de producción, la distribución de inventario, logística y actividades de apoyo, como, auxiliares de contabilidad, compras y departamentos de finanzas.
- Capacidad de innovación de servicios: indica la capacidad del negocio para traer nuevos conocimientos o tecnologías para desarrollar el nuevo servicio, lo que resulta en una mejora significativa en la producción o suministro de bienes o servicios.
- Capacidad de innovación del producto: indica la capacidad del negocio para traer nuevos conocimientos o tecnología para desarrollar nuevas innovaciones de productos, el aumento de los ingresos en todos los niveles.
- Capacidad de innovación de la comercialización: indica la capacidad del negocio para implementar tecnológicamente nuevos o mejorados productos o procesos para el mercado de operaciones de la empresa.

4.1.2 Enfoque de entradas y salidas. Dada la importancia que se le asigna a la innovación para el desarrollo económico, los países realizan esfuerzos para medirla y con los resultados poder

construir políticas gubernamentales y fondos para la innovación. A continuación, se describe el enfoque de entradas y salidas desde la perspectiva de diferentes autores.

Las entradas correspondientes de los Sistemas Nacionales de Innovación permiten el desarrollo económico y la capacidad de innovación, (Fan, 2014) estas medidas de entrada están representadas por indicadores como la cantidad de inversión en I+D, el número de investigadores en I+D, es decir el capital humano para la capacidad de innovación, y también por dos elementos cruciales para la construcción de la capacidad de innovación de una nación: el gasto en I + D y los recursos en I + D (Audretsch & Feldman, 2004). Mientras que las medidas de producción (salidas) se reflejan en indicadores como patentes, exportaciones de alta tecnología, servicios y resultados académicos, como publicaciones científicas y técnicas (OCDE, 1995).

Según Nasierowski & Arcelus (2003), las entradas de un Sistema de Innovación reflejan la capacidad de cada región para mejorar la tecnología, ya sea por sí misma o mediante la adquisición del extranjero. Antiguos investigadores dividieron las entradas o insumos del SI en dos categorías: insumos de recursos financieros e insumos humanos; en cuanto a los resultados se deben incluir dos aspectos; "resultados de ciencia y tecnología" que demuestren la capacidad innovadora y "productos industriales" que demuestren los beneficios económicos de los comportamientos innovadores (X. Liu & White, 2001).

Para evaluar el rendimiento del SNI, Chang (2015) realizó la selección de entradas y salidas que se tomaron de la literatura, este estudio estableció un modelo de medición del rendimiento de tres etapas como se observa en tabla 5.

Tabla 5.

Modelo de medición del SNI

Etapa	Entradas	Salidas
1. Eficiencia de la I+D	Gasto total en I+D, gasto empresarial en I+D, gasto en educación, personal de negocio per cápita y el personal a nivel nacional per cápita, regulación tecnológica.	Número total de patentes concedidas a residentes, número de artículos científicos, efecto de la investigación básica en el desarrollo económico a largo plazo de un país.
2. Difusión de conocimiento	Número total de patentes concedidas a residentes, el número de artículos científicos, y el efecto de la investigación básica en el desarrollo económico a largo plazo de un país. Velocidad del ancho de banda de internet	Número de usuarios de internet, el grado de transferencia de conocimientos entre empresas y universidades y el grado de cooperación tecnológica entre empresas.
3. Eficiencia económica	Grado de transferencia de conocimientos entre empresas y universidades y el grado de cooperación tecnológica entre empresas. Capacidad de innovación de las empresas	Producto Interno Bruto (PIB) y las exportaciones de alta tecnología

Nota: Modelo de medición del rendimiento del SNI en múltiples etapas. Adaptado de: Influences of knowledge spillover and utilization on the NIS performance: a multi-stage efficiency perspective; 2015.

Otra forma de analizar este enfoque bajo el marco de SNI, es mediante el modelo entradas/salidas/moderadores, que propone Nasierowski & Arcelus (2003). Las entradas de este modelo incluyen: personal de investigación y desarrollo, gasto público total en educación para capacitar a la fuerza de trabajo y lograr las actividades dentro de un SNI, gasto nacional de I+D, cooperación industria-universidad y como último factor de entrada se encuentran las características culturales. Los moderadores incluyen dos factores con la capacidad de influir en la generación de

productos SNI y el proceso de transformación de entrada / salida, estos incluyen: el número de artículos publicados en las revistas internacionales y el número de patentes otorgadas, los moderadores no son entradas de un SNI, pero sí tienen la capacidad de influir en las salidas resultantes de las decisiones y, por lo tanto, afectan la eficiencia con la que las entradas se transforman en salidas. Por último, el modelo reconoce cuatro tipos de resultados, como el resultado final del proceso SNI, estos son la productividad nacional, el Producto Interno Bruto, la calidad de vida de los ciudadanos y el desarrollo sostenible de la industria.

Con respecto a la medición de capacidades tecnológicas a nivel de país, Archibugi & Coco (2005) consideraron cuatro organizaciones diferentes como referentes para medir la capacidad tecnológica: el Índice de Tecnología del Foro Económico Mundial (WEF), el Índice de Logro de la Tecnología del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Marcador de Desarrollo Industrial de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), y finalmente el Índice de Capacidad Científica y Tecnológica desarrollado por la Corporación RAND y sus asociados. A su vez eligieron diferentes indicadores para realizar la medición de capacidades, entre los que se encuentran; las patentes registradas en instituciones específicas para este oficio, recursos de I + D medidos en valores monetarios, publicaciones científicas, infraestructuras tecnológicas, recursos humanos y uso de datos de encuestas sobre capacidades tecnológicas, para cada uno de estos indicadores se recolectó la información para la identificación de fortalezas y debilidades. El estudio se concentró a un nivel de análisis: país, aunque existen buenas razones para hacerlo bajo otra entidad significativa que permita estudiar el cambio tecnológico, por ejemplo, las regiones y las corporaciones multinacionales son lugares igualmente importantes para las competencias tecnológicas y pueden tomarse como unidades estadísticas significativas (Cantwell & Iammamiro, 2003).

Para el caso del SIA, Spielman & Kelemework (2009) plantean que la forma de medir la capacidad de innovación de la agricultura en países en desarrollo se debe realizar desde la perspectiva de las entradas y las salidas que se producen, pero también se debe centrar en los procesos subyacentes que contribuyen a la construcción de las capacidades necesarias para crear un sector agrícola innovador. Por ello se combinan indicadores de políticas e inversiones que fomentan la innovación en la agricultura (las entradas), con indicadores de sistemas que caracterizan los procesos de innovación subyacentes (el proceso), e indicadores de desempeño con la adición de valor y productividad en el sector de la agricultura (las salidas). Estos indicadores se obtienen a partir de fuentes secundarias donde se tiene en cuenta factores de la oferta como; la investigación y la educación, factores de la demanda como; la empresa y finalmente factores como las instituciones que unen estos dos dominios y el entorno político que permite la innovación.

Los estudios que se han hecho para analizar la eficiencia de los SRI, han sugerido una serie de indicadores de entrada y salida (Lafarga & Balderrama, 2015), entre estos se encuentran como variables de entrada: programas de posgrado, número de becas, centros de investigación, institutos de educación superior (IES) con programas de posgrado vinculados a la ciencia y la tecnología, presupuesto aplicado a los fondos de I + D, Sistema Nacional de Investigadores e inscripción en programas de posgrado en Ciencia y Tecnología. En cuanto a las variables de salida se incluyen las patentes y las publicaciones científicas.

4.1.3 Enfoque de evaluación rápida de Sistemas de Innovación Agrícola (RAAIS). Esta es una herramienta de diagnóstico que puede guiar el análisis de problemas agrícolas complejos y la capacidad de innovación del sistema agrícola, la cual se estudia analizando las limitaciones dentro de los subsistemas institucionales, sectoriales y tecnológicos del sistema agrícola, y la

existencia y el rendimiento del sistema de apoyo a la innovación agrícola (Schut et al., 2015). Esta herramienta combina múltiples métodos de recopilación de datos, para ello se han identificado cinco criterios:

- Los métodos deben ser diversos, rigurosos y capaces de generar datos tanto cualitativos como cuantitativos. Esto mejora la credibilidad y la fuerza del análisis.
- Los métodos deberían facilitar tanto el análisis "interno" como el "externo". El análisis de información privilegiada implica el análisis de datos por partes interesadas que pueden proporcionar explicaciones muy detalladas de fenómenos específicos en función de sus conocimientos y experiencias.
- Los métodos deberían dirigirse a diferentes grupos de partes interesadas a través de diferentes niveles.
- Los métodos deberían poder dirigirse a las partes interesadas individualmente, en grupos homogéneos y en grupos heterogéneos para capturar las percepciones individuales, grupales y de múltiples partes interesadas sobre los problemas y las soluciones.
- Los métodos en conjunto deberían proporcionar suficientes detalles sobre el complejo problema agrícola bajo revisión, la capacidad de innovación en el sistema agrícola y el funcionamiento del sistema de apoyo a la innovación agrícola (Banco Mundial, 2012).

Este enfoque puede proporcionar puntos de entrada específicos para innovaciones que permitan abordar el complejo problema agrícola, y puntos de entrada genéricos para la innovación relacionados con el fortalecimiento de la capacidad de innovación del sistema agrícola y el funcionamiento del sistema de apoyo a la innovación agrícola, además permite la comprensión integrada de diferentes dimensiones de problemas, interacciones de múltiples niveles y dinámicas un marco integral de análisis funcional-estructural de múltiples interesados.

4.1.4 Enfoque análisis funcional estructural. Este enfoque resulta prometedor para analizar los sistemas de innovación agrícola en los países en desarrollo, por medio de diferentes marcos conceptuales en un enfoque integral de análisis funcional-estructural, el cual proporciona una representación general de las relaciones entre los elementos estructurales, los problemas sistémicos, las funciones del sistema de innovación y los instrumentos sistémicos (Rajalahti et al., 2008).

En el marco de análisis funcional-estructural, las funciones se analizan a través de la perspectiva de los elementos estructurales. En la literatura se esbozan siete funciones clave: actividades empresariales, desarrollo del conocimiento, difusión del conocimiento, orientación de la búsqueda, formación del mercado, movilización de recursos y creación de legitimidad. A continuación, se describen cada una de estas funciones de los sistemas de innovación:

- **Actividades emprendedoras:** En el núcleo de cualquier sistema de innovación están los empresarios (es decir, agricultores, procesadores, proveedores de insumos, etc.), estos empresarios aprovechan las oportunidades de negocios y realizan experimentos innovadores orientados a la práctica comercial.
- **Desarrollo de conocimiento:** La investigación y el desarrollo tecnológico son una fuente de variación en el sistema y, por lo tanto, son requisitos previos para que se produzcan los procesos de innovación. Asimismo, el conocimiento no tecnológico también es de importancia clave.
- **Difusión del conocimiento:** La estructura organizativa típica de un sistema de innovación que funciona bien es la red de conocimiento, que principalmente facilita el intercambio de información.
- **Orientación de la búsqueda:** Representa políticas y estrategias que establecen una visión clara y objetivos necesarios para el sector y sirve para enfocar los recursos.

- La formación del mercado: Las nuevas tecnologías a menudo no pueden superar a las establecidas. Para estimular la innovación es necesario facilitar la creación de mercados (de nicho), donde las nuevas tecnologías tienen la posibilidad de crecer.
- Movilización de recursos: Los recursos financieros, materiales y humanos son insumos necesarios para el desarrollo del sistema de innovación.
- Creación de legitimidad: La innovación a menudo conduce a la resistencia de los actores establecidos. Para que las innovaciones se desarrollen y se produzca un cambio transformador, los actores deben crear un lobby político que contrarreste esta inercia y respalde la nueva tecnología.

El rendimiento de estas siete funciones propuestas del Sistema de Innovación está influenciado por la presencia y la calidad de los elementos estructurales. Todos los aspectos de la estructura económica y la configuración institucional que afectan el aprendizaje, la búsqueda y la exploración se definen como elementos estructurales de los Sistemas de Innovación (Wieczorek & Hekkert, 2012). Los cuatro elementos estructurales identificados en la literatura son: (i) actores, (ii) instituciones, (iii) interacciones e (iv) infraestructura.

Si los elementos estructurales son débiles, esto da lugar a fallas o problemas sistémicos que dificultan el desarrollo y el rendimiento de los Sistemas de Innovación. Estos elementos estructurales se presentan en la tabla 6.

Tabla 6.

Elementos estructurales del Sistema de Innovación

Elementos estructurales	Sub-categorías
Actores	<ul style="list-style-type: none"> - Sociedad civil - Empresas: proveedores de insumos, agentes del mercado, grandes empresas

Continuación tabla 6.

Elementos estructurales	Sub-categorías
Actores	<ul style="list-style-type: none"> - Institutos de conocimiento: laboratorios universitarios de investigación, institutos tecnológicos, centros de investigación - Gobierno en todos los niveles - Organizaciones no gubernamentales (ONG) - Otras partes: organizaciones legales, organizaciones financieras / - bancos, intermediarios, agentes de conocimiento, consultores
Instituciones	<ul style="list-style-type: none"> - Instituciones formales: reglas, leyes, regulaciones, instrucciones - Instituciones informales: costumbres, hábitos comunes, rutinas, prácticas establecidas, tradiciones, formas de conducta, normas, expectativas.
Interacciones	<ul style="list-style-type: none"> - A nivel de redes - A nivel de contactos individuales
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> - Físico: máquinas y equipos (por ejemplo, carga y enfriamiento, almacenamiento, procesamiento), carreteras, edificios, redes, puentes - Conocimiento: conocimiento sobre los insumos (por ejemplo, razas mejoradas de ganado lechero y siembra de forrajes mejorados), técnicas de manejo de productos lácteos (por ejemplo, para la preservación, transporte, comercialización), habilidades comerciales - Financiero: programas financieros (por ejemplo, microcréditos y donaciones)

Nota: Elementos estructurales de SI. Adaptado de: Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars. Science and Public Policy; 2012.

4.2 Análisis comparativo de las metodologías

A partir de los 29 artículos recuperados en la revisión de la literatura, se encontraron cuatro enfoques metodológicos para la medición de capacidades CTI, dentro de los cuales se encuentran: dominios, entradas y salidas, análisis funcional - estructural y evaluación rápida de los sistemas de innovación. En la tabla 7 se presenta el análisis comparativo de las metodologías mencionadas el cual permitió definir el enfoque para análisis de capacidades CTI en Santander.

Tabla 7.

Cuadro comparativo de metodologías de análisis

	Dominio	Entradas y Salidas	Análisis Funcional-Estructural	Evaluación Rápida de los Sistemas de Innovación
Análisis del sistema	A través de las interacciones entre los diferentes actores del sistema de innovación.	A través de la medición de entradas y salidas para el desarrollo de la ciencia y tecnología	Mediante la relación entre los elementos estructurales y las funciones del sistema de innovación.	Mediante múltiples métodos de recopilación de datos cualitativos y cuantitativos dirigidos a los diferente grupos de partes interesadas.
Finalidad	Conocer las capacidades CTI de las empresas, organizaciones, intermediarios, e instituciones de los territorios	Determinar la capacidad de innovación desde la perspectiva de entradas y salidas en un sistema innovación	Analizar la influencia de las limitaciones socioeconómicas y políticas de un territorio	Identificar las limitaciones dentro de los subsistemas institucionales, sectoriales y tecnológicos del sistema agrícola

Continuación tabla 7.

Entorno de aplicación	Nacional, territorial y sectorial	Nacional y territorial	Sectorial	Nacional, territorial y sectorial
Número de artículos recuperados	11	15	1	2

De acuerdo al análisis comparativo de las metodologías, se identificó que los enfoques de evaluación rápida de los Sistemas de Innovación y análisis funcional- estructural, se adecuan al enfoque de dominio, esto se debe a que estos enfoques más que identificar las capacidades del territorio sirven como herramientas para identificar las limitaciones socioeconómicas, políticas, institucionales, sectoriales o tecnológicas con las que este cuenta, además, su análisis al igual que el de dominios se basa en la interacción de los elementos o actores que se encuentran presentes en los Sistemas de Innovación. En ese sentido, el número de enfoques para la definición de la metodología de análisis a aplicar se reduce a dos enfoques; dominios y entradas – salidas. Cabe recalcar que el enfoque de dominio, busca entender el comportamiento dentro de los sistemas de innovación, ya sea en el ámbito nacional, regional, territorial o sectorial; sin embargo, el enfoque de entradas y salidas, aunque analiza los Sistemas de Innovación, concentra su atención en el inicio y final del sistema omitiendo las interacciones dentro de él.

4.3 Selección y validación del enfoque metodológico

Para la selección y validación del enfoque metodológico a trabajar en el presente proyecto, se tuvo en cuenta el postulado de Cohen & Levinthal (2000) los cuales demostraron que la interacción entre las existencias de conocimiento propio y externo son importantes para un Sistema de

Innovación, con esa premisa y basados en el modelo de Arnold y Bell (2001) sobre los Sistemas de Innovación, el cual pone más énfasis en el flujo de conocimiento dentro del sistema, se seleccionó el enfoque de dominios, dado que brinda herramientas necesarias para el análisis de la interacción entre los diferentes actores del sistema, en comparación con el enfoque de entradas y salidas que aunque es representativo en los estudios de medición de capacidades, presenta algunas limitantes para la evaluación a profundidad de esta interacción.

De ahí que, el análisis de capacidades CTI en el sector agropecuario de Santander se realizó inicialmente evaluando los cinco dominios principales que constituyen el Sistema de Innovación en el sector, analizando cómo se organiza el flujo de conocimiento entre; 1) El dominio de negocio, con un enfoque en las empresas, gremios, asociaciones y organizaciones no gubernamentales que aplican y usan conocimiento codificado y producen principalmente conocimiento tácito; 2) El dominio de investigación y educación, con un enfoque en los institutos profesionales y de educación superior e investigación que producen y transfieren conocimiento codificado; 3) Las organizaciones intermedias que estimulan la transferencia y aplicación del conocimiento; 4) La demanda, referida a la demanda final de los actores dentro del sistema, 5) La infraestructura y las condiciones marco que incluyen los aspectos más generales que pueden influir en la innovación como las inversiones, la financiación, entre otros.

4.4 Identificación de indicadores

Debido a que el desempeño de una economía depende no solo de como las instituciones individuales actúan aisladamente, sino también de cómo interactúan entre sí como elementos de un sistema colectivo de creación y uso del conocimiento (Smith, Dietrichs, & Nås, 1996), se buscó

reconocer la herramienta capaz de medir esta interacción, como resultado la literatura propone los indicadores de CTI.

En efecto, los indicadores CTI fueron recopilados basados en los artículos de la revisión de la literatura (ver Apéndice B), sin embargo, se realizó una búsqueda paralela consolidando los indicadores disponibles en Colombia (ver Apéndice C), con el fin de contar con la base de datos preliminar para medir la interacción en el sector.

4.5 Selección de indicadores por dominio

Con base en los documentos seleccionados por enfoque de dominio y los indicadores identificados en la literatura, se logró clasificar veinte nueve indicadores en los cinco dominios iniciales, con su respectivo autor, el cual respaldaba la clasificación (Apéndice D). Como resultado de la anterior clasificación se conformó la red de análisis de capacidades CTI (figura 5), la cual presenta de forma gráfica la interacción de los indicadores con los dominios iniciales. Esta interacción permitió conocer el comportamiento de los indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación, y fue fundamental para analizar qué está pasando con esta temática, y la forma como se estructura y miden las capacidades CTI.

La red involucra a los diferentes autores que proponen indicadores en los diversos dominios para analizar las capacidades CTI, tal es el caso de autores como Chan Y.C., Chen M. H., Lin Y. P., & Gao Y. S. (2011) que buscan medir las capacidades regionales y de emprendimiento aportando una serie de indicadores en los diferentes dominios, examinando principalmente el capital intangible, el conocimiento, las capacidades y las culturas que facilitan la innovación regional y el espíritu empresarial, por otro lado, autores como Liu, Z., Jongsma, M. A., Huang, C.,

Dons, J. H., & Omta, S. O. (2016) bajo el enfoque de Sistema de Innovación Sectorial (SIS) evalúan los cinco dominios que integran el “Sistema de Innovación Sectorial de la Industria Holandesa de Mejoramiento Vegetal” derivado del SNI de Arnold y Bell (2001), para posteriormente analizar la interacción de los dominios con sus fortalezas y debilidades, aportando un gran número de indicadores que permiten hacer la evaluación de este sector tanto en el presente como en las perspectivas futuras.

Esta red permitió identificar los indicadores que miden los dominios dentro de un Sistema de Innovación, además, estos indicadores recuperados de la literatura, se contrastaron con los indicadores disponibles en Colombia, a fin de contar con los instrumentos de medición de Ciencia, Tecnología e Innovación del territorio.

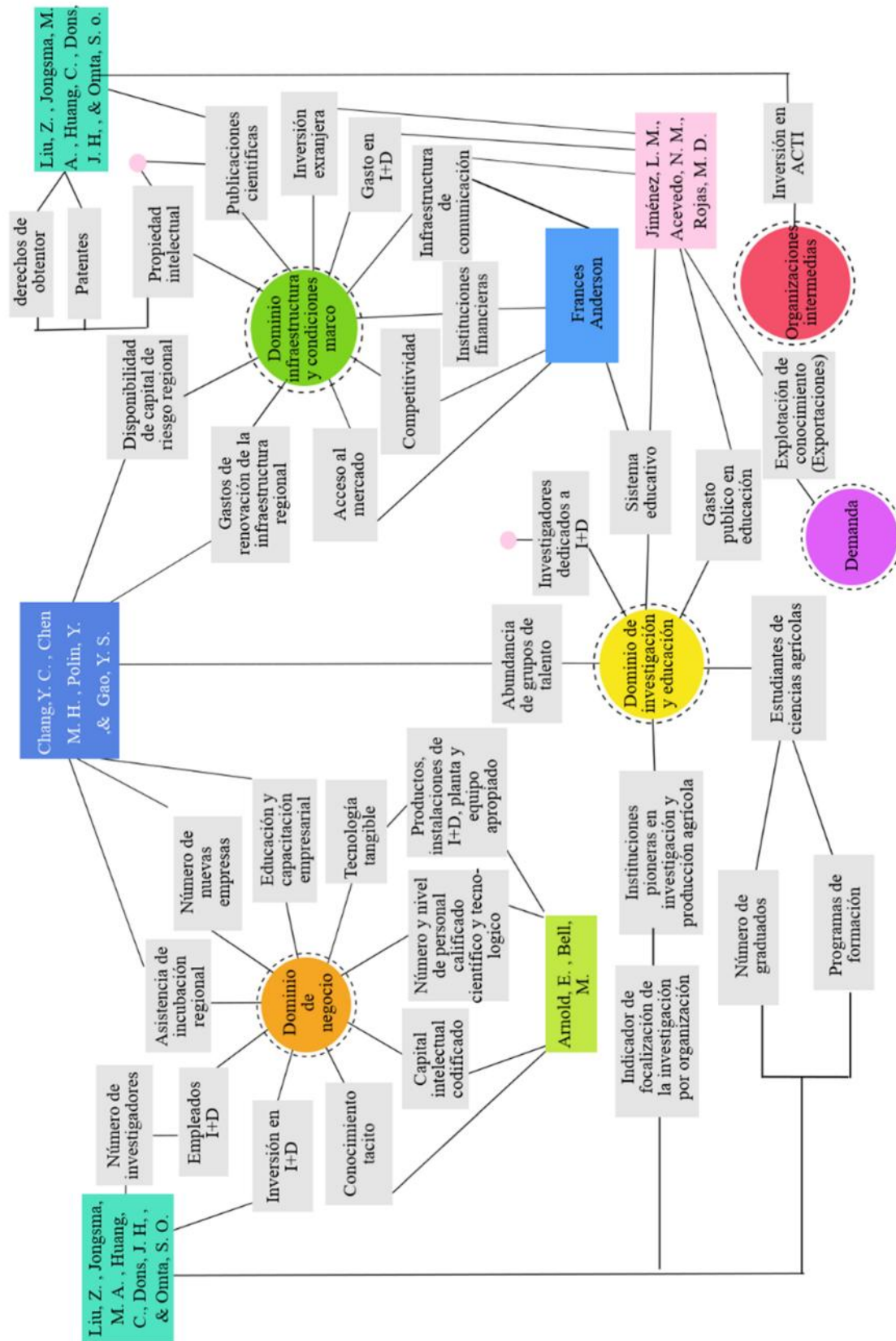


Figura 5. Interacción de los indicadores con cada uno de los dominios

4.6 Validación de dominios e indicadores

Después de contrastar y definir los indicadores CTI disponibles en el territorio, se realizó la clasificación de indicadores de acuerdo al enfoque definido, la cual fue realizada con el apoyo del equipo técnico del proyecto raíz. Mediante una sesión de debate y consenso se logró la clasificación de los indicadores en los cinco dominios principales; dominio de demanda, dominio de negocio, organizaciones intermedias, dominio de investigación y educación, y dominio de infraestructura y condiciones marco, sin embargo, debido que se encontraron indicadores que se relacionaban con más de uno de ellos, se propuso la creación de dominios combinados que midieran esta interacción, como resultado se obtuvo un total de dieciséis dominios, los cuales están conformados por los cinco dominios iniciales y la combinación de estos. La interacción de los dominios se encuentra representada en la figura 6, donde se evidencia el origen de los nuevos dominios, a través de las flechas de diferentes colores.

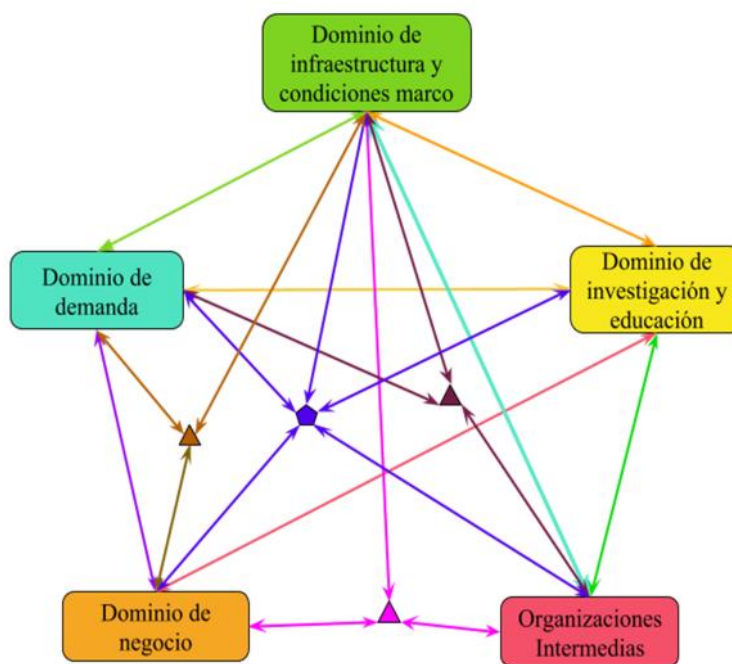


Figura 6. Dominios y sus combinaciones

Como resultado de la sesión de debate y consenso se definieron dieciséis dominios que fueron la base para el análisis de capacidades CTI del sector agropecuario de Santander, los cuales se mencionan a continuación.

1. Dominio de negocio.
2. Dominio: negocio - investigación y educación.
3. Dominio de investigación y educación.
4. Dominio: investigación y educación- organizaciones Intermedias.
5. Dominio de organizaciones intermedias.
6. Dominio: organizaciones intermedias- infraestructura y condiciones marco.
7. Dominio de infraestructura y condiciones marco.
8. Dominio: infraestructura y condiciones marco – demanda.
9. Dominio: investigación y educación – demanda.
10. Dominio de demanda.
11. Dominio: demanda – negocio.
12. Dominio: negocio - infraestructura y condiciones marco - organizaciones Intermedias.
13. Dominio: infraestructura y condiciones marco - investigación y educación.
14. Dominio transversal.
15. Dominio: organizaciones intermedias - demanda - infraestructura y condiciones marco.
16. Dominio: infraestructura y condiciones marco - demanda - negocio.

5. Capacidades CTI del sector Agropecuario de Santander

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) han sido identificadas por la sociedad colombiana como fuente de desarrollo y crecimiento económico para todos los sectores de la economía, incluyendo el agropecuario; utilizar esta vía de desarrollo en el sector requiere la formulación de estrategias que incrementen la capacidad del país para generar y usar el conocimiento científico y tecnológico para el campo, para lograrlo, es necesario articular los esfuerzos del Sistema Educativo

Superior, terciario y del SNCTA para fortalecer las capacidades físicas y organizativas de las instituciones vinculadas al sistema (del Santander, G, 2013).

Con la finalidad de conocer y analizar la situación actual del sector agropecuario en todos los niveles, se crea el instrumento de análisis de capacidades CTI y se realiza la recolección y análisis de la información con base a este.

5.1 Instrumento de análisis de capacidades CTI

Como ya se mencionó, el instrumento diseñado para el análisis de capacidades CTI del sector agropecuario de Santander está integrado por dieciséis dominios, que a su vez se encuentran divididos por categorías, a las que pertenecen los indicadores que permiten analizar las capacidades del dominio y a su vez las del sector. Previo a la construcción del instrumento de análisis se realizó la codificación de los dieciséis dominios del sistema, con el fin de facilitar su identificación, la cual se presenta en la tabla 8.

Tabla 8.
Dominios para analizar las capacidades del sector agropecuario

Dominio	Codificación
Dominio de negocio	DN
Dominio: negocio - investigación y educación	DNI
Dominio de investigación y educación	DI
Dominio: investigación y educación - organizaciones Intermedias	DIO
Dominio de organizaciones intermedias	DO
Dominio: organizaciones intermedias - infraestructura y condiciones marco	DOI
Dominio de infraestructura y condiciones marco	DIC
Dominio: infraestructura y condiciones marco – demanda	DID
Dominio: investigación y educación - demanda	DIED

Continuación tabla 8.

Dominio	Codificación
Dominio de demanda	DD
Dominio: demanda - negocio	DDN
Dominio: negocio - infraestructura y condiciones marco - organizaciones Intermedias	DNIO
Dominio: infraestructura y condiciones marco - investigación y educación	DIIE
Dominio transversal	DT
Dominio: organizaciones intermedias - demanda - infraestructura y condiciones marco	DODI
Dominio: infraestructura y condiciones marco - demanda – negocio	DIDN

De la misma manera, la tabla 9 representa las categorías utilizadas y la codificación que se asignó. A continuación, se realiza la descripción de las categorías utilizadas en la medición de las capacidades CTI.

Categorías:

- Recursos económicos: recursos monetarios que se invierten y ejecutan para el desarrollo de las actividades de CTI.
- Producción de conocimiento: productos resultado de actividades de generación de conocimiento.
- Producción: comportamiento económico en un periodo determinado.
- Recursos humanos: talento humano especializado, vinculado a los diferentes actores del sistema de innovación.
- Oferta y demanda de la investigación: focalización y cobertura de la investigación.
- Grupos de talento: talento humano formado y especializado, dedicado a la investigación.

- Propiedad Intelectual: productos tangibles e intangibles relacionados con la creación proveniente del intelecto humano.
- Sistema educativo: programas de formación que se encuentran disponibles, afines a la demanda del sector.
- Proyectos: realización de proyectos que generan nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación, y que impulsen el posicionamiento del sector, mediante el desarrollo de propuestas encaminada al desarrollo y avance de las actividades CTI.
- Demanda del sector: requerimiento de las áreas temáticas del sector agropecuario.

Tabla 9.
Categorías para el análisis de capacidades

Categoría	Codificación
Recursos económicos	RE
Producción de conocimiento	PC
Producción Agropecuaria	PA
Recursos humanos	RH
Oferta y demanda de la investigación	OD
Grupos de talento	GT
Propiedad Intelectual	PI
Sistema educativo	SE
Proyectos	PR
Demanda Agropecuaria	DA

Como resultado se presenta el instrumento de análisis de capacidades CTI (Figura 7) con una recopilación de 136 indicadores distribuidos en los diferentes dominios, los cuales se representan en la figura 7 codificados por colores, en la identificación de indicadores realizada previamente, se pudo detectar que 85 pertenecían a indicadores nacionales, representados de color azul, por otro lado se encontraron 38 que si pertenecían a Santander, representados por el color rosado, y por

último solo 13 que aunque hacen parte del departamento de Santander no se encuentra medición en ninguna de las plataformas seleccionadas y se representan con el color gris.

Dominios	Categorías	Indicador	
DN	PA	PIB agropecuario	
		Inversión en ACTI de las entidades gubernamentales	
	RE	Porcentaje de inversión en I+D por sector de ejecución-inversión extranjera a Colombia	
		Inversión en ACTI de las empresas	
		Financiación de la I+D a las empresas	
		Índice de dependencia	
	PC	Índice de autosuficiencia	
		Extranjeros matriculados en programas académicos formales en Colombia según nivel de formación y área OCDE	
	DNI	OD	Focalización de la Investigación Agropecuaria del departamento
		GT	Número de grupos de investigación por cadena
PI		Solicitud de patentes por sector tecnológico (CIP) agroindustriales	
DI	OD	Cobertura respecto a resultados de investigación	
		Cobertura respecto a proyectos de investigación	
	SE	Total programas de formación afines al sector	
		Programas de formación por nivel de formación	
		Programas de formación por núcleo básico de conocimiento - NBC	
		Programas de doctorado por NBC	
		Programas de maestría por área OCDE y NBC	
		Programa de formación por institución	
	RH	Graduados afines al sector por Núcleo básico de conocimiento - NBC	
		Graduados afines al sector por institución de formación	
Investigadores activos vinculados a grupos de investigación			
Porcentaje de investigadores activos vinculados a grupos según tipo de institución avaladora			
Graduados en programas de doctorado ofrecidos en instituciones de los países extranjeros			
Tasa de investigadores por cada 100.000 habitantes			
Tasa de investigadores por cada 100.000 habitantes rurales			
Tasa de investigadores por cada 1.000 de la PEA			
GT		Número de grupos de investigación por categoría	
PI		Coefficiente de invención	
RE	Financiación de la I+D de instituciones internacionales		
PC	Número de artículos publicados por grupos reconocidos		

Dominios	Categorías	Indicador	
DIO		Porcentaje de grupos de investigación que reportan productos de divulgación por áreas OCDE y tipo de producto	
		Número de grupos de investigación que cuentan con productos de divulgación científica según institución avaladora	
		Porcentaje de productos de divulgación generados por grupos de investigación según áreas OCDE	
	GT		Grupos de investigación según el programa nacional de CTI (PNCyT)
			Grupos de investigación reconocidos y avalados por Colciencias
			Grupos de investigación según área de conocimiento de la OCDE y categoría
			Grupos de investigación según tipo de institución avaladora
			Número de grupos de investigación pertenecientes a las principales organizaciones del (SNCTA)
			Número de grupos de investigación por áreas temáticas
			Distribución de los grupos de investigación, desarrollo tecnológico o innovación
	RH		Número de niños, niñas y jóvenes que participan en el Programa Ondas
			Porcentaje de investigadores activos vinculados a grupos según área OCDE
			Jóvenes investigadores apoyados por Colciencias según área OCDE
			Distribución investigadores del sector por área temática
			Jóvenes investigadores PNCyT agropecuarias
	SE		Becas para doctorado otorgadas por Colciencias y el FCTeI - SGR
			Becas para maestría otorgadas por Colciencias y el FCTeI-SGR
	DO	OD	Focalización de la investigación por organización
DOI	RE	Financiación de las ACTI por instituciones internacionales	
		Inversión pública en ACTI agropecuarias como proporción del PIB nacional	
		Inversión del MADR en ACTI	
		Financiación de los recursos ejecutados en ACTI por tipo de entidad	
		Ejecución de las ACTI e I+D financiadas por el FCTeI del SGR	
		Número de proyectos y recursos aprobados del FCTeI	
		Recursos del Fondo CTeI-SGR aprobados por ACTI	
	Inversión pública en ACTI agropecuarias como proporción del PIB agropecuario		
	OD	Indicadores de focalización de la investigación por organización	
	PR	Proyectos aprobados según institución ejecutora y PNCT+I	
DIC	RE	Inversión en Actividades de Ciencia y Tecnología- ACTI	

Dominios	Categorías	Indicador
		Inversión en innovación
		Inversión en Investigación y Desarrollo- I+D
		Inversión nacional en formación y capacitación científica y tecnológica
		Inversión nacional en servicios científicos y tecnológicos
		Evolución de la inversión en ACTI
		Financiación gubernamental para ACTI
		Inversión en ACTI y capacitación en el sector agropecuario como proporción del PIB
		Inversión en ACTI y capacitación en el sector agropecuario como proporción del PIBA
		Porcentaje de financiación por áreas temáticas
		Inversión en ACTI a las empresas
		Financiación de las ACTI a los Centros de Investigación y Desarrollo
		Participación del gasto en ACTI en el total de gasto público agropecuario
		Participación de la inversión ACTI frente al recaudo parafiscal total
		Inversión pública en I+D en el sector agropecuario como % del PIB total y PIB agropecuario
		Financiación gubernamental para I+D - agricultura
		Inversión en ACTI de las instituciones de educación superior
		Financiación de las ACTI- FCTeI Y SGR
		Inversión en ACTI a las instituciones de educación superior
		Financiación de la I+D- instituciones de educación superior
		Inversión total en proyectos aprobados según PNCT+I
		Financiación de la I+D- Centros de investigación y desarrollo
		Inversión en ACTI de las instituciones de educación superior
		Inversión nacional en ACTI a las instituciones de educación superior
		Inversión nacional en I+D a los centros de investigación y desarrollo tecnológico
		Inversión nacional en I+D a las empresas
		Financiación de las ACTI- Entidades gubernamentales, sin regalías
		Recursos aprobados para financiación de proyectos
		Inversión nacional en ACTI a los centros de investigación y desarrollo tecnológico
		Monto de solicitudes aprobadas para incentivos tributarios según entidad territorial-Santander
		Inversión nacional en I+D a los centros de investigación y desarrollo tecnológico

Dominios	Categorías	Indicador
DID	PC	Inversión nacional en I+D a las entidades gubernamentales
		Financiación de las I+D por tipo de recurso (públicos, privados, internacionales)
		Ejecución en ACTI e I+D – Fondo CTeI-SGR y cofinanciaciones
	PR	Organizaciones con mayor tasa de producción científica
		Número de proyectos de investigación e innovación aprobados
		Número de proyectos de investigación por cadena productiva aprobados
		Número de proyectos de investigación por área de investigación aprobados
		Número de proyectos de apropiación social de la Ciencia, Tecnología e Innovación financiados
	RE	Número de proyectos financiados por el FCTI - SGR
		Presupuesto para financiación de proyectos relacionados con temas agropecuarios
		Financiación de las ACTI- Entidades gubernamentales, sin regalías
		Inversión del SENA en ACTI
	P	Ejecución de recursos del FCTeI por objetivo socioeconómico
	PC	Área cultivada, producción y rendimiento
		Tipos de productos de divulgación generados por grupos de investigación
Producción de grupos reconocidos (nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico, formación y divulgación)		
PI	Producción bibliográfica de grupos reconocidos (artículos, libros, capítulos de libro y obras de AAD)	
	Solicitud de patentes presentadas	
DA	Disciplinas requeridas en la agenda nacional de I+D+I para el sector	
	Megatendencias en CTI	
	Comercio exterior y balanza comercial	
	Dinámica del consumo urbano	
RE	Evolución de la inversión en ACTI como porcentaje del PIB	
	Participación con financiación pública de ACTI agropecuarias	
	Recursos asignados a proyectos agropecuarios por modalidad de financiación	
PI	Productos agroindustriales santandereanos con denominación de origen	
PR	Proyectos relacionados con el sector agroindustrial aprobados en el FCTI	

Dominios	Categorías	Indicador
		Número de proyectos y recursos del FCTeI aprobados por objetivo socioeconómico
	GT	Grupos de investigación según área de conocimiento
DDN	RH	Tipo de investigador según área de la ciencia OCDE
	PR	Proyectos aprobados por Colciencias a través de estrategias diferentes a PNCT+I
DNIO	RE	Financiación de las ACTI de las empresas
DIIE	RE	Jóvenes investigadores apoyados por Colciencias
		Estudiantes afines al sector matriculados por NBC
	GT	Grupos de investigación en el departamento
	SE	Programas de formación activos ofertados para el sector
DT	P	Crecimiento en el valor de la producción
DODI	SE	Distribución programas de formación técnica y tecnológica afines al sector
	RE	Financiación de las ACTI por tipo de recurso
DIDN	PI	Patentes de invención presentadas y concedidas ante la oficina de la SIC
		Diseños industriales presentados y concedidos por la oficina de la SIC
		Patentes de modelos de utilidad presentadas y concedidas ante la oficina de la SIC
		Patentes de invención presentadas y concedidas ante la oficina de la Superintendencia de Industria y Comercio por residentes y no residentes
		Patentes de modelos de utilidad presentadas y concedidas ante la oficina de la SIC por residentes y no residentes
		Diseños industriales presentados y concedidos ante oficina de la SIC por residentes y no residentes
		Patentes presentadas y concedidas a colombianos ante oficinas internacionales

Figura 7. Instrumento de análisis de capacidades CTI

A raíz del instrumento de análisis de capacidades se seleccionaron aquellos indicadores que se miden en Santander, es aquí donde se evidenció la falta de información que existe en el departamento ya que de los 136 indicadores solo de 38 fue posible de recopilar su información, a

través las bases de datos estadísticas y plataformas de información, la cual se encuentra en Apéndice G; y aquí radica la justificación del por qué fue imposible realizar la medición de algunos dominios, tal es el caso del dominio DOI, DIED, DDN, DNIO, DT, y DODI. La tabla 10 representa los dominios en los que se pudo encontrar información representativa para el departamento de Santander.

Tabla 10.
Dominios del Sistema de Innovación Agropecuario

Dimensión	Categorías	Indicador
DN	PA	PIB agropecuario
DNI	OD	Focalización de la Investigación Agropecuaria del departamento
	OD	Cobertura de los resultados de investigación Cobertura de los proyectos de investigación
		Total programas de formación afines al sector por nivel de formación
	SE	Programa de formación por institución
DI		Programas de formación por núcleo básico de conocimiento - NBC
		Graduados afines al sector por Núcleo básico de conocimiento - NBC
	RH	Graduados afines al sector por institución
		Investigadores activos vinculados a grupos de investigación
	PC	Número de artículos publicados por grupos reconocidos
		Grupos de investigación según el programa nacional de CTI (PNCyT)
		Grupos de investigación reconocidos y avalados por Colciencias
		Grupos de investigación según área de conocimiento de la OCDE y categoría
DIO	GT	Grupos de investigación según tipo de institución avaladora
		Número de grupos de investigación pertenecientes a las principales organizaciones del (SNCTA)
		Número de grupos de investigación por áreas temáticas
	SE	Becas para doctorado otorgadas por Colciencias y el FCTeI - SGR
		Becas para maestría otorgadas por Colciencias y el FCTeI-SGR
	RH	Número de niños, niñas y jóvenes que participan en el Programa Ondas
DO	OD	Focalización de la investigación por organización
		Inversión en Actividades de Ciencia y Tecnología - ACTI
		Inversión nacional en innovación
DIC	RE	Inversión nacional en Investigación y Desarrollo - I+D
		Inversión nacional en formación y capacitación científica y tecnológica
		Inversión nacional en servicios científicos y tecnológicos

Continuación tabla 10.

Dimensión	Categorías	Indicador
DID	PR	Número de proyectos de investigación e innovación aprobados
		Número de proyectos de investigación por cadena productiva aprobados
		Número de proyectos de investigación por área de investigación aprobados
		Número de proyectos de apropiación social de la Ciencia, Tecnología e Innovación financiados
		Número de proyectos financiados por el FCTI - SGR
	PC	Tipos de productos de divulgación generados por grupos de investigación
DD	DA	Disciplinas requeridas en la agenda nacional de I+D+I para el sector
DIIE	RH	Jóvenes investigadores apoyados por Colciencias
	GT	Grupos de investigación en el departamento
DIDN	PI	Patentes de invención presentadas y concedidas ante la oficina de la SIC
		Diseños industriales presentados y concedidos por la oficina de la SIC
		Patentes de modelos de utilidad presentadas y concedidas ante la oficina de la SIC

5.2 Inventario de capacidades CTI del sector agropecuario de Santander

Basados en el instrumento de análisis de capacidades se realiza una medición a través de una serie de indicadores, que caracterizan a los dominios que integran el Sistema de Innovación Agropecuario, y de esta forma cuantificar las capacidades CTI que posee el sector. Cabe resaltar, que las interacciones que existen entre los dominios crean nuevos dominios que a su vez están integrados por indicadores que permiten conocer la interacción entre ellos. A continuación, se realiza el análisis de cada dominio, haciendo énfasis en cada una de las categorías:

5.2.1 Dominio de negocio. El dominio de negocio es de particular importancia, ya que es donde el conocimiento se traduce en bienes y servicios, por lo que es donde se crea la riqueza. Arnold y Bell (2001) aseguran que las capacidades del dominio de negocio para absorber el

conocimiento, depende de sus capacidades internas y el personal capacitado con el que cuenta. Igualmente, la disponibilidad de capital financiero influye en gran medida en la forma de implantar nuevas tecnologías y generar nuevos paradigmas tecno económicos (Pérez, C., 2002). Por lo tanto, las empresas se encuentran entre las instituciones más importantes de este dominio, al asumir la responsabilidad de generar y difundir el conocimiento.

5.2.1.1 Producción agropecuaria. Para el año 2012 el PIB del departamento de Santander tuvo un crecimiento de 3,6% respecto al año anterior, (Ver figura 8) manteniéndose como la cuarta economía más importante del país, el sector con mayor crecimiento para este año fue la construcción con el 24,5%, mientras que la agricultura ocupó el 5 lugar en cuanto a crecimiento, muy por debajo del sector del primero. El PIB mantuvo un crecimiento hasta el 2014, año en que el departamento tuvo el mejor comportamiento económico respecto a las demás regiones del país, nuevamente gracias al sector de la construcción; es importante resaltar que en este año la mayoría de sus sectores crecieron por encima del 5%, entre estos la agricultura. Sin embargo, el PIB de Santander presentó una disminución para el 2015, ya que las regiones se movieron en un escenario complicado, debido al descenso de los ingresos petroleros y un aumento inflacionario causado por el fenómeno del niño, a pesar de esto, la actividad agropecuaria fue la segunda actividad que presentó mayor crecimiento en el departamento y aunque también tuvo una disminución en el PIB debido a la reducción de su área sembrada, se identifica que esta actividad ha sido fundamental en el desarrollo de Santander, lo cual se comprueba con el impacto cada vez más significativo que esta tiene en el PIB departamental.

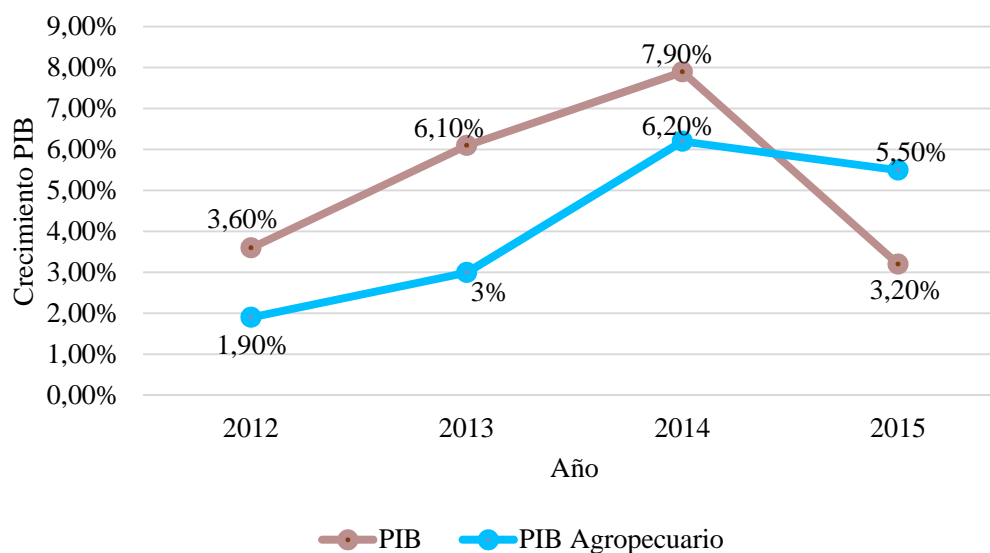


Figura 8. PIB y PIB Agropecuario de Santander. Adaptado de Cámara de Comercio de Bucaramanga. Recuperado de: <https://www.camaradirecta.com/temas/indicadoresantander/>

5.2.2 Dominio de negocio – Investigación y educación. Es ampliamente reconocido que los recursos dedicados a las actividades de investigación y desarrollo, tanto públicos como privados, tienen amplio impacto sobre las capacidades de innovación, la productividad de las empresas y, en general, sobre el crecimiento económico (OCDE, 2005).

5.2.2.1 Oferta y demanda de la investigación. Buscando medir el grado de concentración por áreas temáticas de las demandas, proyectos y resultados de investigación en Santander, y de esta forma comprender la relación entre las temáticas ofertadas por los desarrollos investigativos de los últimos 10 años y las temáticas actualmente demandadas por las cadenas productivas del departamento, el Observatorio del SNCTA publica la focalización de la investigación agropecuaria. Como resultado para el 2015 en Santander las áreas temáticas principales que encabezaron las listas tanto en demanda, proyectos y resultados son, manejo cosecha, pos-cosecha y transformación, manejo sanitario y fitosanitario, material de siembra - mejoramiento genético y

manejo del sistema productivo, en contraste con áreas como; fisiología y reproducción animal, fisiología vegetal y nutrición, sistemas de información, zonificación y georreferenciación, y fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales, las cuales representaron baja participación en los tres componentes (Figura 9).

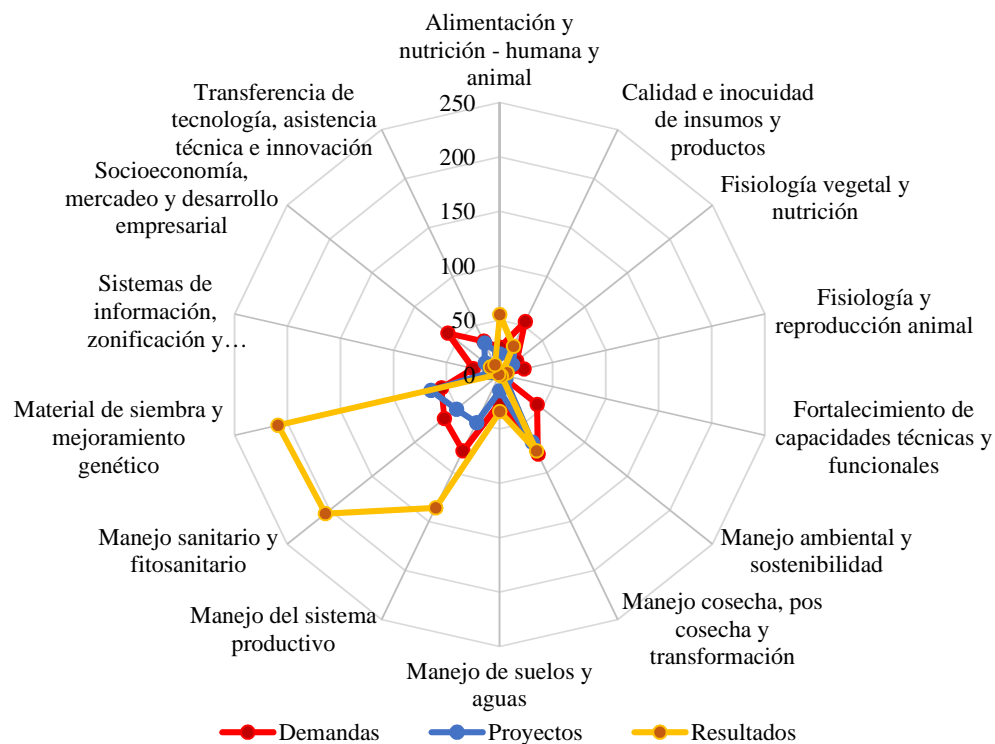


Figura 9. Focalización de la investigación agropecuaria del departamento de Santander, 2015. Adaptado del Observatorio del SNCTA. Recuperado de <http://siembra.gov.co/>

5.2.3 Dominio de investigación y educación. Diversas discusiones sobre los procesos de desarrollo endógeno (Gómez, Ibagón, & Forero, 2014) pusieron sobre la mesa la importancia de invertir en el fortalecimiento de capital humano, como en la aplicación de conocimientos y sabidurías campesinas en los procesos de desarrollo, y la conformación de estrategias que privilegian la generación, absorción, acumulación y socialización del saber cómo base de un

desarrollo competitivo y sostenible, de ahí que, Santander ha venido trabajando en el fortalecimiento de capital humano a través de diversos programas ofrecidos en el sector, supliendo las demandas y nuevos retos del departamento y sus sectores productivos. A continuación, se presentan las diferentes categorías que integran el dominio de investigación y educación permitiendo evidenciar el estado del sector agropecuario en relación a este dominio.

5.2.3.1 Oferta y demanda de la investigación. Con el propósito de analizar el grado de cobertura de los resultados de investigación en Santander, se midió la razón que existe entre las áreas temáticas ofrecidas (resultados) y las áreas temáticas demandadas por las cadenas productivas en las agendas de investigación, mediante los datos proporcionados por el Observatorio del SNCTA. Se encontró que existen diferencias significativas en la cobertura, presentando una mayor participación áreas como: material de siembra y mejoramiento genético, manejo sanitario y fitosanitario, y alimentación y nutrición (humana/animal) en comparación con áreas que no logran satisfacer esta demanda a través de sus resultados, tales como; los sistemas de información zonificada y georreferenciada (cobertura del 4%) y manejo ambiental y sostenible (cobertura del 5%), ver figura 10.

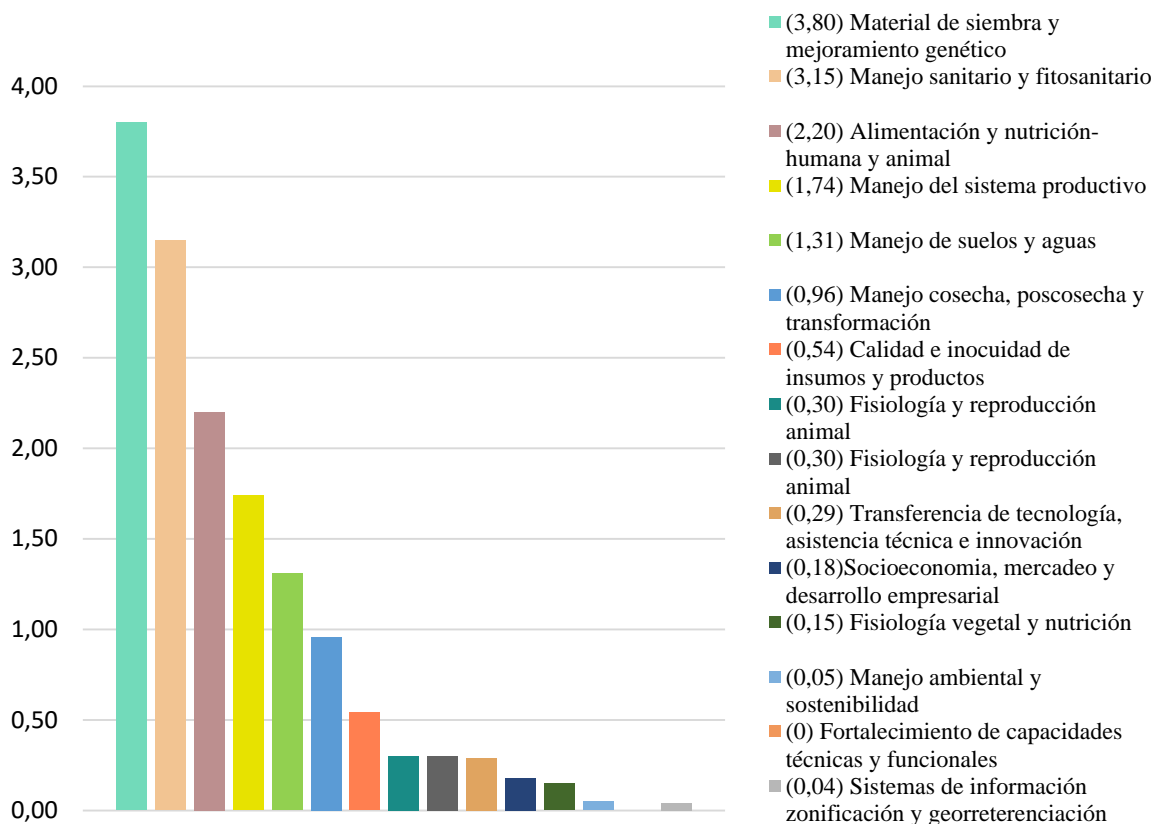


Figura 10. Cobertura de los resultados de investigación en Santander, 2015. Adaptado del Observatorio del SNCTA.

Por otro lado, la cobertura que se tiene de los proyectos de investigación en Santander presenta una variación significativa en las diferentes áreas temáticas demandas sobre las áreas temáticas investigadas. Áreas como; material de siembra y mejoramiento genético es el de mayor cobertura, sin embargo, se presenta una baja participación en áreas como lo son; el manejo ambiental y sostenible, y la fisiología y reproducción animal, las cuales se encontraron por debajo del promedio el cual es 0,64 (ver figura 11). Es importante señalar que, aunque fortalecimiento de capacidades, técnicas y funcionales presenta una cobertura de uno, se debe a que la cantidad demandada y ofertada es nula.

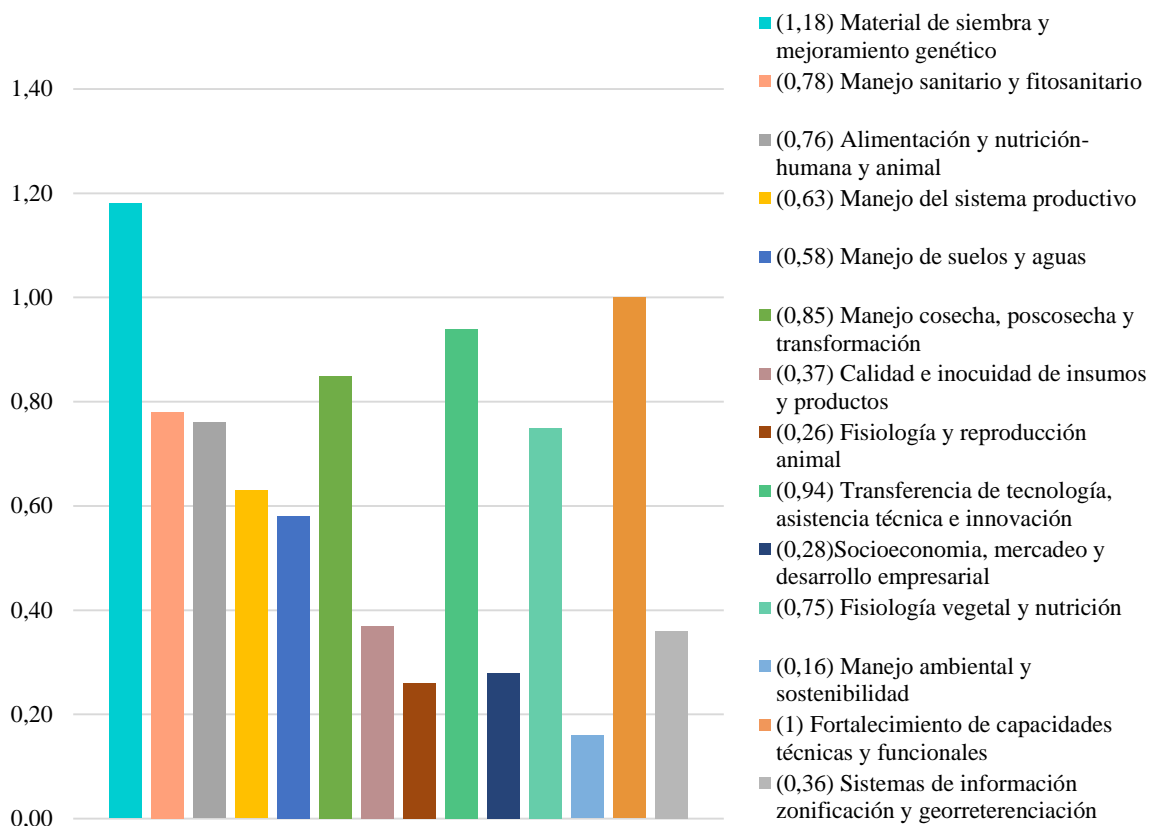


Figura 11. Cobertura de los proyectos de investigación en Santander, 2015. Adaptado del Observatorio del SNCTA.

5.2.3.2 Sistema Educativo. En el año 2015 se reportó en la plataforma del Ministerio de Educación Nacional un total de 48 programas afines al sector agropecuario en las diferentes IES en Santander (tabla 11), el 42% correspondía al nivel de profesional universitario, seguido de un 21% para el nivel tecnológico, donde se concentra la mayor cantidad de programas de formación. Cabe resaltar que dentro de los niveles de formación se evidencia una baja oferta a nivel de doctorado con una participación del 2%, evidenciando una deficiencia en la oferta de doctorados para el sector, por lo tanto, se requiere fortalecer a través de alianzas estratégicas la formación de profesionales en este nivel.

De la misma manera, el 77% de los programas de formación disponibles en Santander son de educación presencial, sin embargo, las metodologías a distancia tradicional y virtual participan con 13% y 10% respectivamente, permitiendo un mayor acceso a la educación agropecuaria a través de diferentes metodologías de educación de fácil acceso.

Tabla 11.

Programas de Formación en Santander

Nivel de Formación	Programas Académicos	
Profesional Universitario	Biología	Ingeniería forestal
	Microbiología industrial	Medicina veterinaria
	Geología	Medicina veterinaria y zootecnia
	Ingeniería agrícola	Zootecnia
	Producción agroindustrial	Química
	Ingeniería electrónica	Microbiología y bio análisis
	Ingeniería agroindustrial	Bacteriología y laboratorio clínico
	Ingeniería de alimentos	Matemáticas
	Ingeniería agronómica	Química ambiental
Tecnológico	Ingeniería ambiental	Ingeniería ambiental y saneamiento
	Tecnología agroindustrial	Tecnología en alimentos
	Tecnología agropecuaria	Tecnología ambiental
	Tecnología en alimentos nutraceuticos	Tecnología en recursos ambientales
	Tecnología en agrobiotecnología para el desarrollo sostenible	Tecnología en gestión de la producción de biomasa energética
Técnico Profesional	Tecnología veterinaria	
	Técnica profesional en producción agropecuaria	Técnica profesional en aplicación de biotecnologías agroecológicas
	Técnica profesional en procesos de producción alimentaria	Técnica profesional en análisis de calidad microbiana de los alimentos
Especialización	Técnica profesional en ambiental	
	Especialización en gerencia del ambiente	Especialización en química ambiental
	Especialización en ingeniería ambiental	Especialización en gestión ambiental
Maestrías	Especialización en preservación y conservación de los recursos naturales	Especialización en geotecnia ambiental
	Maestría en geología	Maestría en química ambiental
	Maestría en ingeniería ambiental	Maestría en matemáticas
Doctorado	Maestría en química	
	Doctorado en química	

Nota: Programas de formación en Santander. Adaptado de Ministerio de Educación Nacional; 2015.

Aunado a lo anterior, los programas de formación se encuentran divididos en un total de 12 Núcleos Básicos de Conocimiento-NBC, de los cuales el 25% pertenecen a ingeniería ambiental, sanitaria y afines, seguido de un 15% correspondiente a química y afines, concentrando el 49% de los programas de formación en estos dos núcleos. En contraste se evidencia una baja participación del programa en los diez núcleos básicos de conocimiento restantes, como lo son; zootécnica e ingeniería agronómica, pecuaria y afines, que en el año 2015 solo participaron con un programa de formación (Ver figura 12).

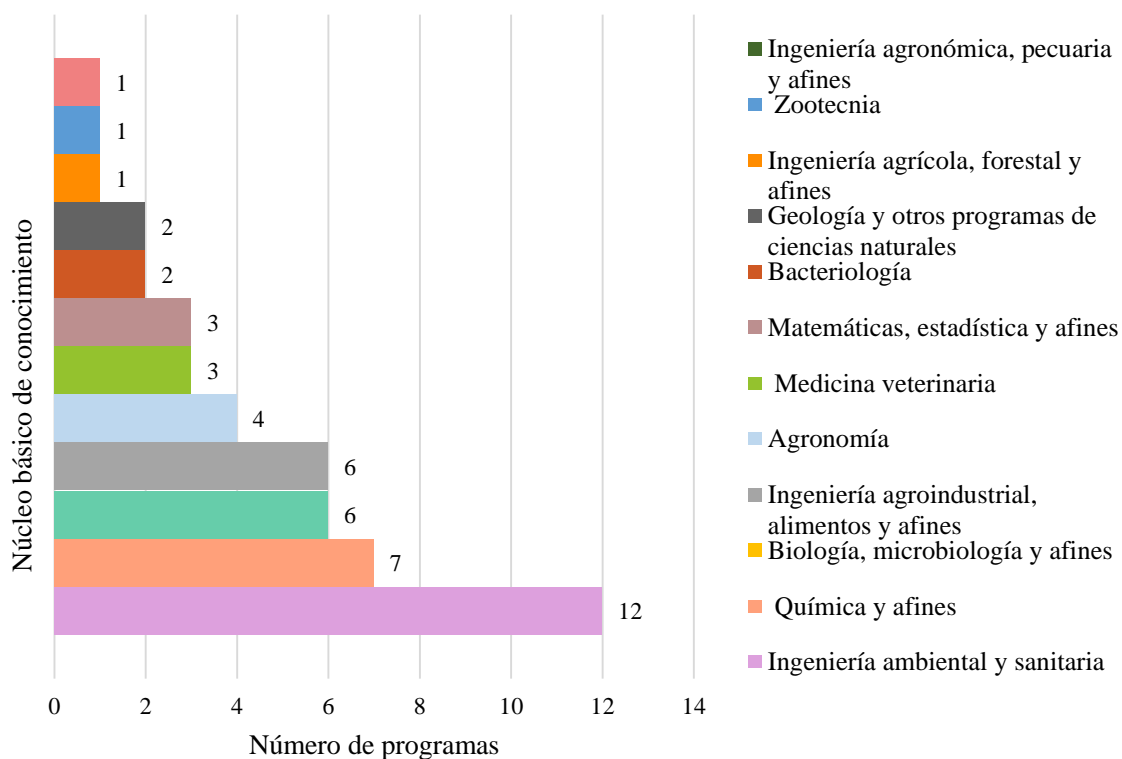


Figura 12. Programas de formación por Núcleo Básico de Conocimiento –NBC. Adaptado del Observatorio del SNCTA.

De manera análoga, en la plataforma del Ministerio de Educación Nacional se logró identificar las instituciones que ofrecieron los diferentes programas de formación afines al sector en el año 2015. La Universidad Industrial de Santander se encontró como líder, ofreciendo para este año un

total de 18 programas de formación, dentro de los cuales se encuentra el único doctorado afín al sector (doctorado en química), y la totalidad de maestrías ofertadas en el departamento relacionadas con el sector agropecuario, como lo son maestrías en; biología, geología, matemáticas y química, sin embargo, las demás instituciones no logran superar los ocho programas de formación como se observa en la figura 13.

En ese sentido, se evidencia la baja cobertura que se tiene en el departamento con respecto a las instituciones que ofrecen los programas demandados por el sector, sin olvidar que las universidades e instituciones de educación juegan un papel importante como base del conocimiento (Pavitt, 1998), en este papel las universidades e institutos de educación pueden ser considerados como un semillero para el suministro de recursos humanos o nuevas empresas.

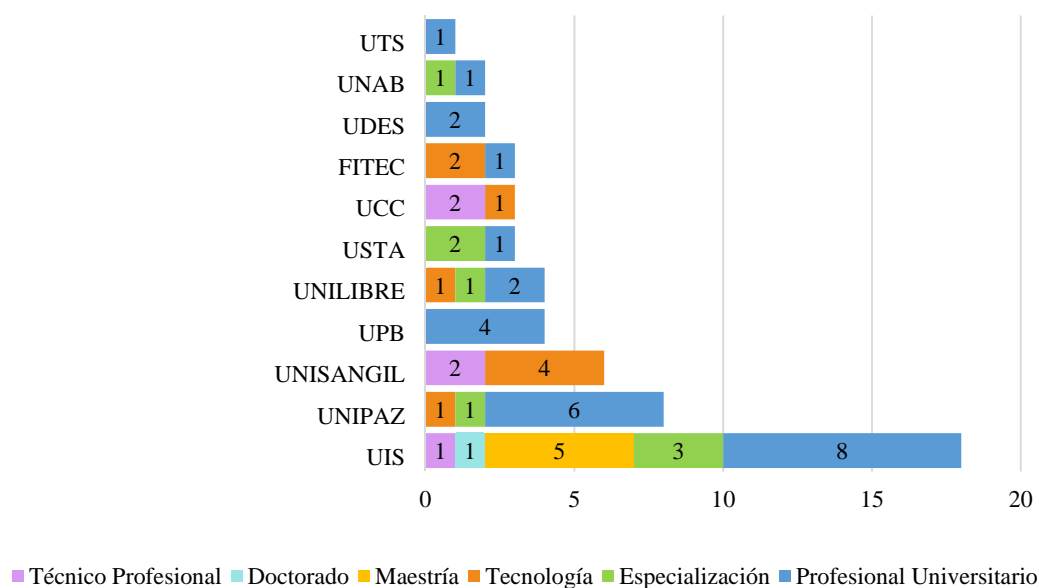


Figura 13. Programas de formación por institución 2012 - 2015. Adaptado del Ministerio de Educación Nacional.

5.2.3.3 Recurso humano. El fortalecimiento del talento humano en cuanto a nuevos conocimientos, habilidades y actitudes, crean condiciones para que los actores del agro y del medio

rural hagan un uso efectivo de la tecnología, mejores los servicios de apoyo e incrementen la productividad del sector y los niveles de ingreso de los habitantes en las zonas más desfavorecidas.

En ese sentido, se busca conocer el estado del sector en cuanto al recurso humano capacitado que se encuentra disponible, para ello se recurrió a la base de datos del Ministerio de Educación Nacional y se recuperaron los graduados en programas afines al sector agropecuario, como resultado, para el periodo 2012- 2015 en Santander se registró un total de 73.466 graduados, de los cuales 5.285 graduados pertenecían a los programas de formación afines al sector agropecuario, lo que equivale a 3.033 profesionales universitarios, 1.604 tecnólogos, 149 técnicos profesionales, 406 especialistas, 85 magister y 8 doctores.

Así mismo, la modalidad con mayor acogida en el sector fue la presencial con el 87%, sin embargo, la modalidad de distancia tradicional y virtual, aunque representan el 8% y 5% respectivamente, han sido una oportunidad para ampliar la cobertura a en el departamento, ya que el 83% de los graduados se focalizan en el municipio de Bucaramanga, lo que se asocia con los programas de formación y concentración de ellos en la capital. A su vez, en Santander solo se ofrece un programa de doctorado que en periodo 2012-2015 el cual presentó 8 graduados, aumentar la cantidad de graduados en este nivel es uno de los retos del departamento, con el fin de mejorar sus capacidades en actividades CTI, considerando que la formación doctoral tiene por objeto la cualificación de investigadores con capacidad de realizar y de orientar en forma autónoma procesos académicos e investigativos en áreas específicas de un campo de conocimiento.

En lo relacionado los NBC con mayores estudiantes graduados en el mismo periodo se observa que ingeniería ambiental, sanitaria y afines es la de mayor concentración de estudiantes con el 47%, además de un comportamiento creciente a lo largo del periodo 2012- 2015, seguido de química y afines con 13%, y medicina veterinaria con el 12%. Por el contrario, el NBC con menor

participación fue ingeniería agrícola, forestal y afines, representando solo el 0,1% del total de graduados.

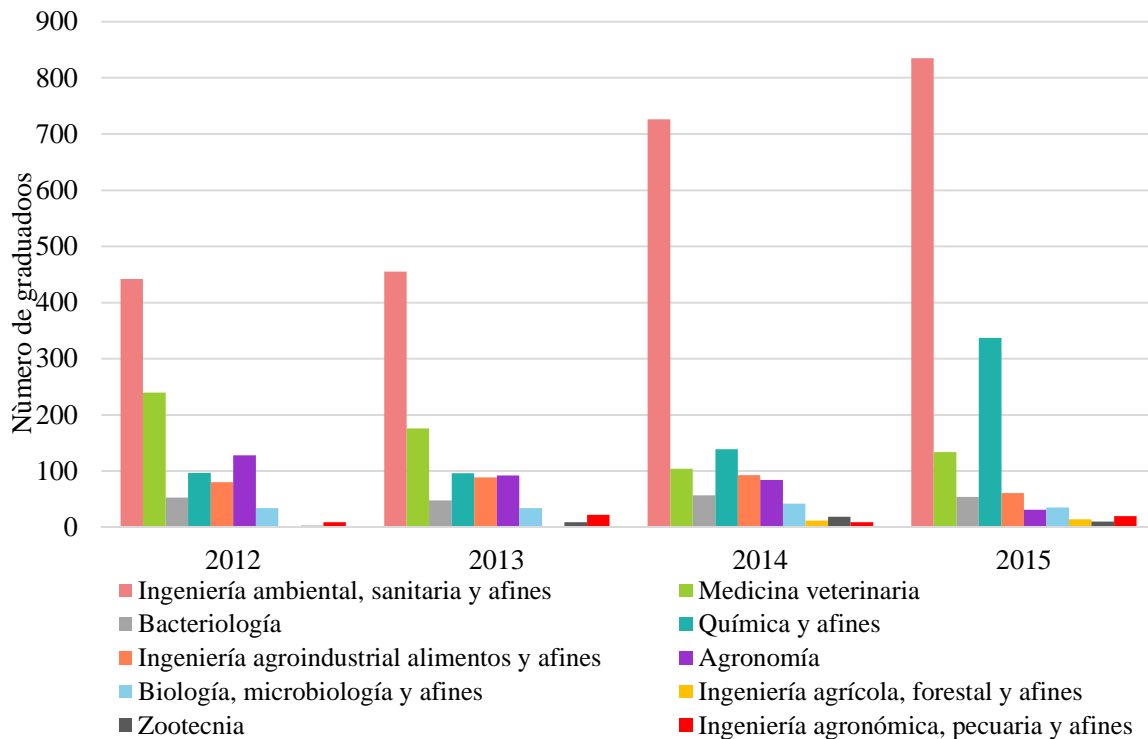


Figura 14. Graduados en Santander por Núcleo Básico de Conocimiento-NBC, 2012-2015. Adaptado del Ministerio de Educación Nacional.

Se debe agregar que, dentro del dominio de investigación y educación, otro aspecto a analizar son los investigadores activos, con respecto a esto Colciencias (2018) en su nueva plataforma la Ciencia en Cifras presentó las estadísticas para el año 2015, en las cuales se encontró un total de 10.050 investigadores a nivel nacional, de los cuales 481 pertenecían al departamento de Santander, de estos el 53% son investigador junior, 32% investigador asociado, 14% investigador senior y un 1% investigador emérito.

Habría que decir también, que para el mismo año se encontraban 840 investigadores integrando los grupos de investigación en ciencias agropecuarias a nivel nacional, de los cuales 24 investigadores reconocidos integraron los 6 grupos de investigación en ciencias agropecuarias de

Santander, distribuidos en 11 investigadores que fueron categorizados como Junior, 12 como Asociado y 1 como Senior.

5.2.3.4 Producción de conocimiento. De acuerdo al número de artículos publicados por grupos de investigación reconocidos en ciencias agropecuarias se identificó que, aunque la cantidad de grupos de investigación disminuyeron desde el año 2013, pasando de 10 grupos a 6 grupos para el 2015, el total de artículos de generación de contenido ha ido aumentando alcanzando un total de 139 para el año 2015, es decir un aumento del 7,8% respecto al año inmediatamente anterior. De otra parte, los artículos de investigación han aumentado paulatinamente, evidenciando el resultado de los procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación y a su vez permiten la difusión del conocimiento.

5.2.4 Dominio de investigación y educación - Organizaciones intermedias.

5.2.4.1 Grupos de Talento. Con relación a los grupos de investigación reconocidos, en Colombia se registraron 4.638 para el año 2015, valor que ha presentado un aumento con el paso de los años alcanzando 5.207 grupos en el 2017 (COLCIENCIAS, 2018). A nivel departamental, en Santander se reconocieron 230 grupos de investigación en el año 2015, de los cuales en la desagregación del total de grupos por Programa Nacional CTeI primario – PNCyT posicionó a las ciencias agropecuarias en octavo lugar con una participación del 2,6% y una totalidad de 6 grupos de investigación, de los cuales 3 pertenecen a ciencias agrícolas, 2 a ingeniería y tecnología y 1 a ciencias sociales. La producción científica de estos grupos de investigación en ciencias agropecuarias estuvo enfocada en un 75% en producción de nuevo conocimiento, seguido por la

formación de recurso humano con el 26%, apropiación social del conocimiento 10% y desarrollo tecnológico e innovación 1%, este último presenta un porcentaje muy bajo de productos que generan un gran impacto para el sector, observándose una tendencia marcada hacia otros tipos de productos que reconoce Colciencias, como los artículos y las tesis.

Por otra parte, en la figura 15 se identifica el porcentaje de grupos reconocidos y avalados en el año 2015 en Santander según el área de conocimiento de la OCDE, de estos, 61 grupos pertenecen a las Ciencias Sociales, 60 a Ingeniería y Tecnología, 50 a las Ciencias Médicas y de la salud, 47 a las Ciencias Naturales, 9 a las Humanidades, y 3 a las Ciencias agrícolas, esta última equivale a un 2% de los grupos de investigación, lo que deja en evidencia la baja participación de esta temática.

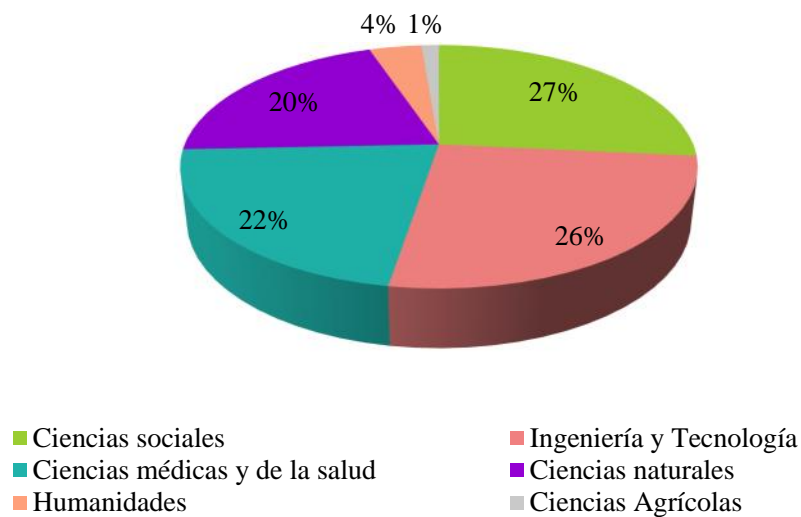


Figura 15. Grupos de investigación reconocidos y avalados por Colciencias, 2015. Adaptado de Colciencias.

Acorde con lo mencionado anteriormente, la tabla 12 relaciona la distribución de los grupos de investigación por; área de conocimiento de la OCDE y categoría, evidenciando de igual forma la posición en la que se encuentran las ciencias agrícolas, donde solo se clasifica un grupo en

categoría A y 2 en categoría C, lo que se puede traducir en el bajo aporte a las soluciones demandas en el sector.

Tabla 12.

Distribución de los grupos de investigación por área de conocimiento de la OCDE

Área de Conocimiento	A1	A	B	C	Reconocido	D	Total
Ciencias Sociales	-	6	14	25	3	13	61
Ingeniería y tecnología	8	9	14	20	1	8	60
Ciencias médicas y de salud	5	5	17	17	3	3	50
Ciencias naturales	10	4	6	22	2	3	47
Humanidades	-	1	3	2	-	3	9
Ciencias agrícolas	-	1	-	2	-	-	3
Total	23	26	54	88	9	30	230

Respecto a las instituciones que avalan los grupos de investigación, son entidades de carácter público, privado o mixto que se encargan de fomentar la generación de conocimiento mediante actividades de Investigación, Innovación y Desarrollo. Las instituciones para ser avaladas deben estar registradas en el aplicativo InstituLAC y cumplir una serie de requisitos ante Colciencias para así poder avalar grupos de investigación. En Santander se encontró una totalidad de 21 instituciones avaladoras para el año 2015, entre estas se encuentran; entidades del gobierno, IES y otras, las cuales avalan un total de 193 grupos. En la figura 16 se representa la distribución de estas instituciones por tipo de entidad, evidenciando un bajo apoyo de las entidades del gobierno, no obstante, las IES y otras entidades, participan activamente en el apoyo a los grupos de investigación. Hay que mencionar que, entidades como las empresas y los centros de investigación que en años anteriores estuvieron presentes, para el año 2015 no tuvieron participación.

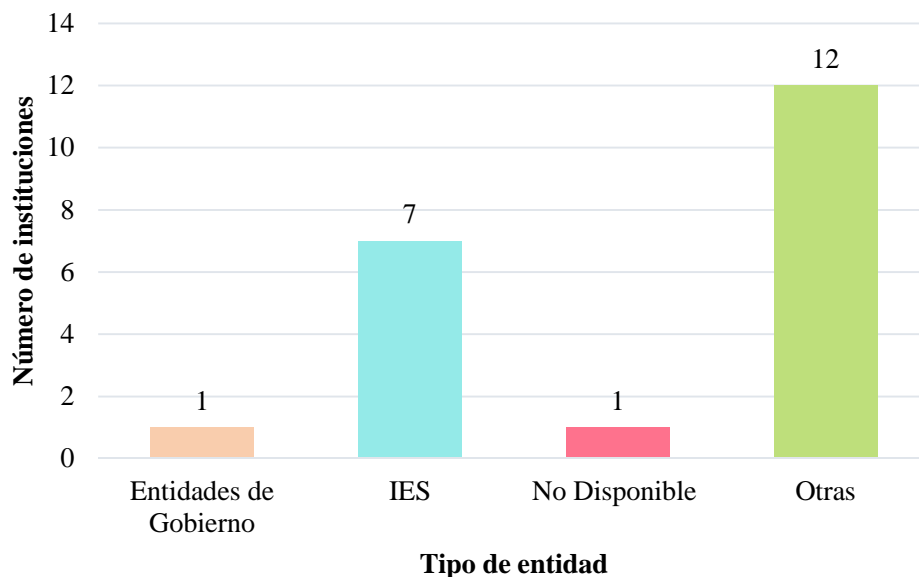


Figura 16. Distribución de instituciones avaladoras de grupos de investigación, 2015. Adaptado de Colciencias. Disponible en: <http://www.colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/instituciones>

Se debe agregar también que, a nivel de Santander se encuentran 36 grupos de investigación pertenecientes a las 10 principales organizaciones del Sistema de Nacional de Ciencia, Tecnología Agroindustrial - SNCTA, las cuales lideran los procesos de investigación en el departamento, dentro de estas organizaciones se encuentra la Universidad Industrial de Santander-UIS con el 31% de los grupos de investigación, seguido por la Universidad Cooperativa de Colombia-UCC con el 22%, la Universidad de Santander-UNDES con el 11% y la Universidad de San Gil-UNISANGIL al igual con 11%, en contraste, dentro de las organizaciones que presentan una participación menor se encuentra la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, la Universidad Libre y el Centro de Productividad y Competitividad del Oriente con solo 3% de participación, equivalente a un grupo de investigación de cada una de estas organizaciones (tabla 13).

Tabla 13.

Grupos de investigación perteneciente a las 10 principales organizaciones del SNCTA

Organización	Cantidad de grupos de investigación
UIS	11
UCC	8
UDES	4
UNISANGIL	4
Universidad Santo Tomas	3
Instituto Universitaria de la Paz	3
AGROSAVIA	1
UNILIBRE	1
Centro de Productividad y Competitividad del Oriente	1
Total	36

Adicionalmente los grupos de investigación que pertenecen a las instituciones mencionadas anteriormente se dividen por áreas temáticas según el SNCTA, en la figura 17 se indica la cantidad de grupos en cada una de las áreas para al año 2015. En el área que más se investiga es manejo cosecha, pos-cosecha y transformación con un total de 10 grupos de investigación, los cuales pertenecen en su mayoría a la UIS, por otro lado, no existen grupos de investigación para el área de Sistemas de información, zonificación y georreferenciación en el departamento de Santander.

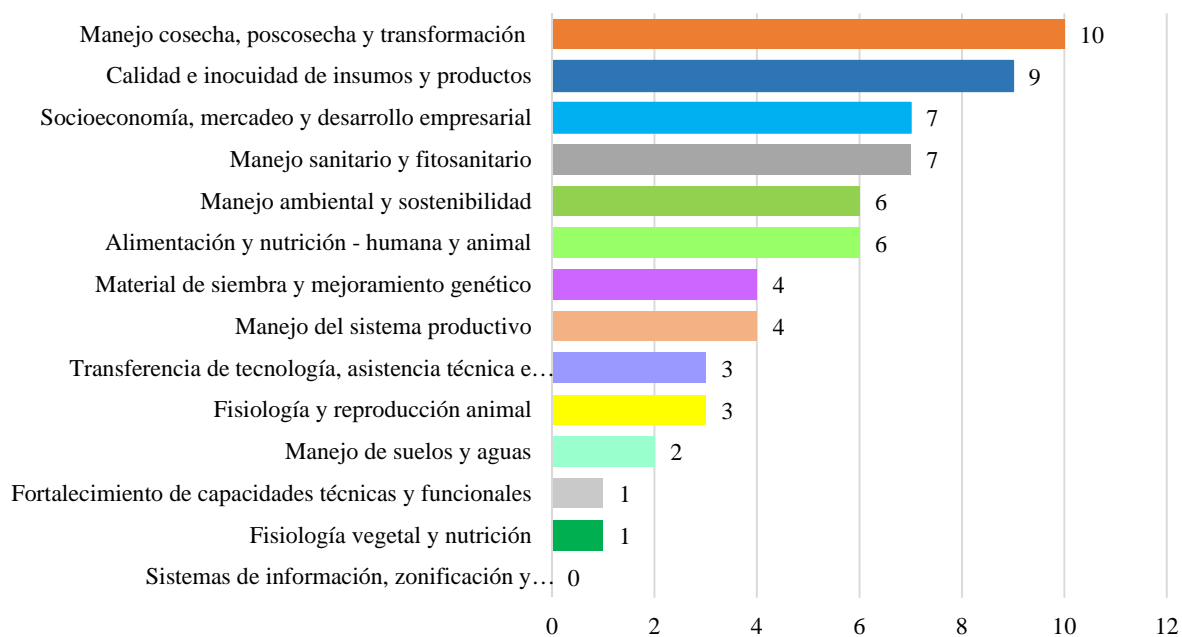


Figura 17. Número de grupos de investigación por áreas temáticas en Santander. Adaptado del Observatorio del SNCTA

5.2.4.2 Sistema educativo. Complementando el análisis de capacidades CTI con las que cuenta el departamento de Santander, se profundizó en el análisis de becas otorgados por Colciencias y el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías –FCTeI- SGR. En la figura 18 se observa la distribución de becas asignadas para estudio de doctorado en Santander con apoyo de Colciencias, tanto para estudios en el país, como para en el exterior, donde los niveles más altos se lograron en los años 2014 y 2015.

Para ser más específicos, en el periodo 2012-2015 en Colombia se asignaron un total de 1.577 becas para estudio de doctorado en el exterior con apoyo de Colciencias, de las cuales un 7% corresponden al departamento de Santander, por otro lado, para el mismo periodo se asignaron un total de 2.525 becas para estudio de doctorado en el país donde a Santander le correspondió el 4%, sin embargo, este número se mantuvo por debajo de departamentos como Antioquia y Valle del Cauca. Cabe resaltar que de las 4.859 becas de doctorado asignadas para estudios en el país con el

apoyo del FCTeI –SGR, a Santander le correspondió solo el 1% del total nacional, equivalente a un total de 3 becas en el periodo de 2014-2015.

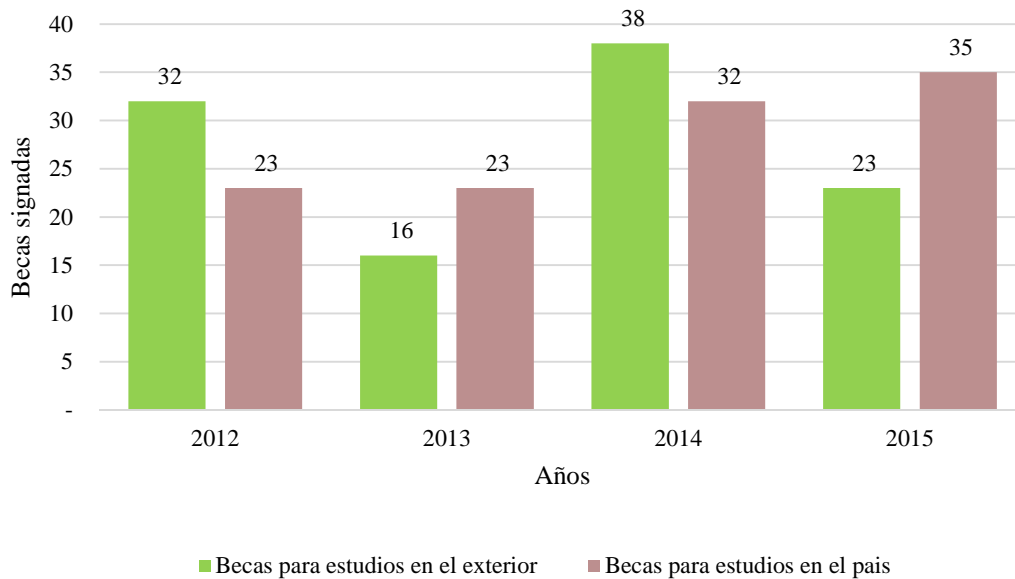


Figura 18. Becas para doctorado otorgadas por Colciencias en Santander, 2012-2015. Adaptado de Colciencias.

En otro panorama de las 5.701 becas para maestría asignadas para estudios en el exterior por Colciencias, a Santander le correspondieron el 5%, superando a departamentos como Atlántico, Cundinamarca y Boyacá, cabe resaltar que el apoyo del FCTeI en esta categoría es nulo. En cuanto a las becas para estudios en el país, el FCTeI asignó 5.989 a nivel nacional y de estas solo el 1% le correspondió a Santander (6 becas), siendo la única organización que otorgó este tipo de becas.

5.2.4.3 Recurso humano. El programa ondas es la estrategia fundamental de Colciencias para el fomento de una cultura ciudadana y democrática en CTI en la población infantil y juvenil colombiana, a través de la Investigación como Estrategia Pedagógica- IEP. En Santander en el periodo de 2012-2015 participaron un total de 51.719 niños, niñas y jóvenes, el programa alcanzó

su nivel más alto en el año 2013, pero tuvo un descenso significativo en el 2014 con 16.673 menos participantes. Es importante resaltar que este tipo de programas fortalece la vocación científica desde la educación primaria y secundaria.

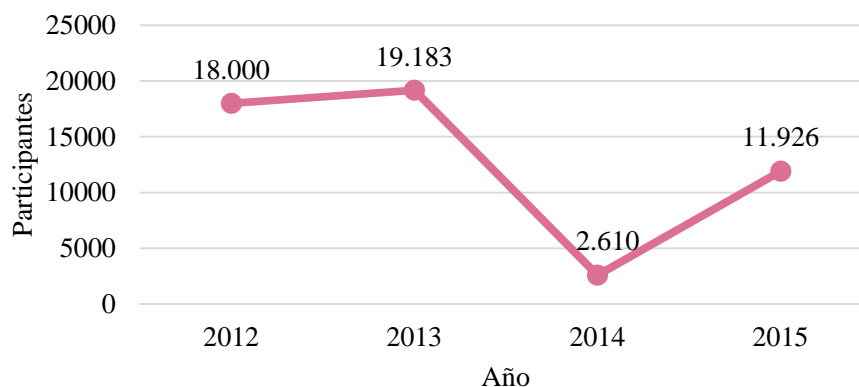


Figura 19. Niños, niñas y jóvenes que participaron en el programa Ondas, 2012-2015. Adaptado de Colciencias.

5.2.5 Dominio de organizaciones intermedias. Los vínculos entre todos los dominios y sus respectivos actores son muy importantes, no solo para percibir el beneficio final, sino también el conocimiento de fondo, las habilidades de investigación, los instrumentos y métodos que producen beneficios económicos. En este sentido, para valorizar estos conocimientos básicos y habilidades se requiere un amplio contacto entre los actores respectivos y las organizaciones intermedias son el puente que permiten este contacto.

5.2.5.1 Oferta y demanda de la investigación. Para el periodo 2012-2015 se realizaron un total de 97 proyectos de investigación agropecuaria y agroindustrial en Santander, entre las principales organizaciones con proyectos aplicados en Santander se destacó; Agrosavia con una participación de 89% siendo la organización con mayor número de proyectos de investigación, seguido de Cenipalma, UIS y UPTC con el 2% cada una, equivalente a 6 proyectos en total.



Figura 20. Focalización de la Investigación por Organización. Adaptado del Observatorio del SNCTA.

5.2.6 Dominio de infraestructura y condiciones marco. La infraestructura consiste en estructuras de apoyo innovadoras que promueven la difusión de tecnología o están orientadas al desarrollo de actividades de apoyo técnico para facilitar los procesos de innovación. Por su parte las condiciones marco se enfocan en capturar los principales impulsores del rendimiento de los sistemas de innovación, sin embargo, esto se ve influenciado por los niveles de confianza en los negocios, los niveles de educación y alfabetización, y la propensión a las actividades nacionales.

Los siguientes indicadores evidencian la cultura de colaboración y apoyo gubernamental para la generación y transferencia de conocimiento

5.2.6.1 Recursos económicos. La inversión en ACTI se ha considerado un indicador básico para medir el esfuerzo de una región en ciencia y tecnología (Colciencias, 2008), según el Observatorio de Ciencia y Tecnología -OCyT, la inversión en ACTI en Santander en el periodo 2012- 2015 representó solo el 6% respecto al total nacional, por debajo de departamentos como Antioquia y Valle del Cauca los cuales contaron con participaciones del 22.6% y 6.3% respectivamente, sin embargo, el periodo de 2012 a 2013 representó un cambio significativo de la

inversión en Santander pasando de \$64.463 millones a \$391.003 millones, un aumento del 507% lo que permitió potencializar las fortalezas del departamento, pero en el periodo 2014-2015 los recursos públicos destinados al ACTI en Santander disminuyeron, comportamiento que también se evidenció a nivel regional (región centro oriente).

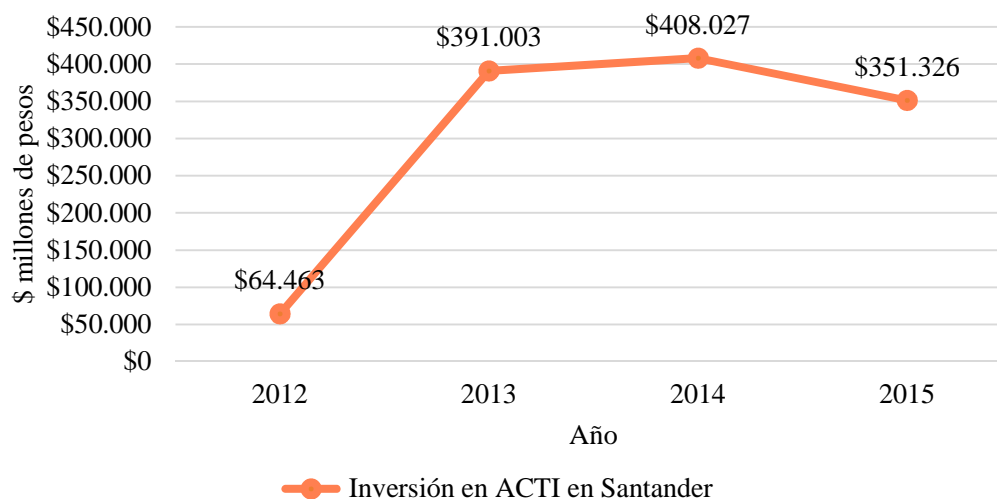


Figura 21. Inversión en ACTI en Santander, 2012-2015. Adaptado de del Observatorio de CyT.

Por otra parte, en Santander se invirtió el 4.7% en innovación en el periodo 2012 al 2015, no obstante, se mantuvo por debajo de departamentos como Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca en donde se invirtió el 25.2%, 7.3% y 5.3% respectivamente, de la misma manera que la inversión en ACTI. Cabe resaltar que en los últimos años la inversión nacional ha aumentado, sin embargo, en Santander ha permanecido constante.

Por otro lado, en materia de investigación y desarrollo (I+D) los departamentos en los que más se invierten son Antioquia con el 27% y Santander con un 7%, este último ha tenido un aumento paulatino de la inversión en I+D como se observa en la figura 22, lo que significa nuevos recursos para la búsqueda y creación de nuevo conocimiento.

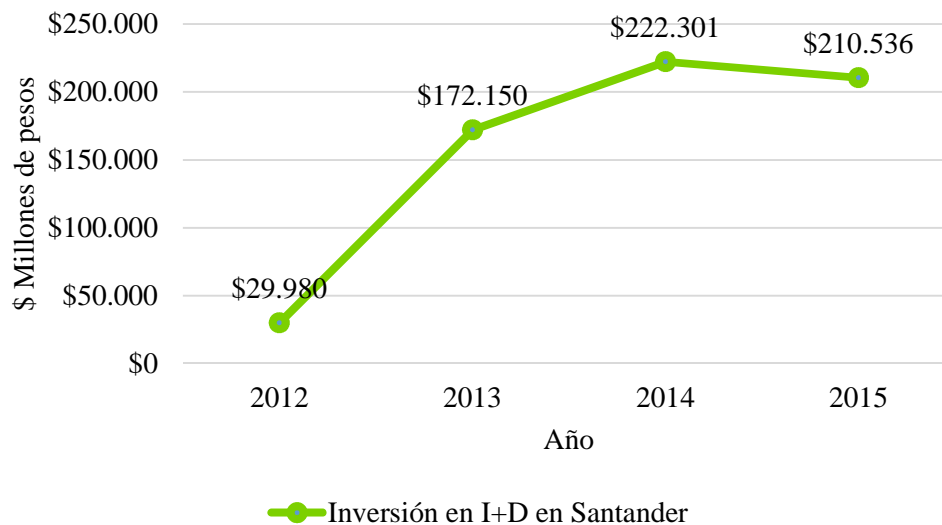


Figura 22. Inversión nacional en I+D en Santander, 2012-2015. Adaptado del Observatorio de CyT.

Por otro lado, se debe agregar que a nivel nacional se invirtió \$1.292.883 millones de pesos en formación y capacitación científica y tecnológica para el periodo de 2012 -2015, de los cuales el 5.9% correspondió a Santander, fortaleciendo las capacidades en CTI, a través de la formación a niveles de maestría, doctorado, posdoctorado, al igual que la formación especializada en temas científicos e investigativos, así mismo, la inversión en servicios científicos y tecnológicos ha sido la temática en la que menos se ha invertido en Santander, alcanzando el 1,2% respecto al total nacional, para el periodo 2012 - 2015.

5.2.7 Dominio de infraestructura y condiciones marco – Demanda.

5.2.7.1 Proyectos. Respecto a los proyectos aprobados en Santander, en el periodo de 2012-2015 se han apoyado un total de 398, los cuales han sido financiados por Colciencias y las contrapartidas originarias de cada proyecto. En los últimos años el número de proyectos ha

presentado variaciones significativas, por su parte, los proyectos de investigación para este periodo participaron con un total de 71, alcanzando su punto más bajo en 2013 con solo 6 proyectos aprobados y financiados, sin embargo, para el 2014 se alcanzó el punto más alto con un total de 28 proyectos.

Por otro lado, los proyectos de innovación lograron mantener un nivel superior con un total de 327 proyectos en el mismo periodo a pesar de su comportamiento decreciente como se observa en la figura 23. Es preciso decir que Santander en este periodo fue el departamento con mayor número de proyectos de innovación aprobados del total nacional, superando a departamentos como Antioquia, Atlántico y Valle del Cauca, con un total de 257, 184 y 177 proyectos respectivamente.

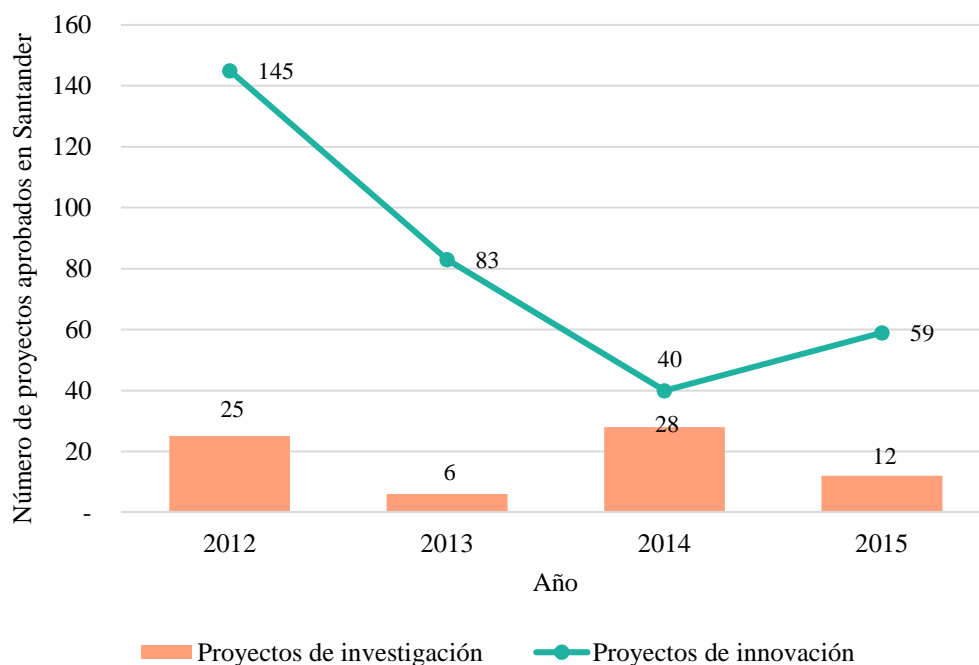


Figura 23. Proyectos aprobados en Santander, 2012-2015. Adaptado de Colciencias. Recuperado de http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/Boletin-Estadistico2017_Final.pdf

En referencia a los proyectos de investigación en el sector agropecuario y agroindustrial en Santander, en el periodo de 2012-2015 se apoyaron un total de 97 proyectos, la cadena productiva

con mayor participación es la del cacao, seguido de la panela y el caucho natural, en contraste con cadenas como la papa y la hortaliza (Figura 24).

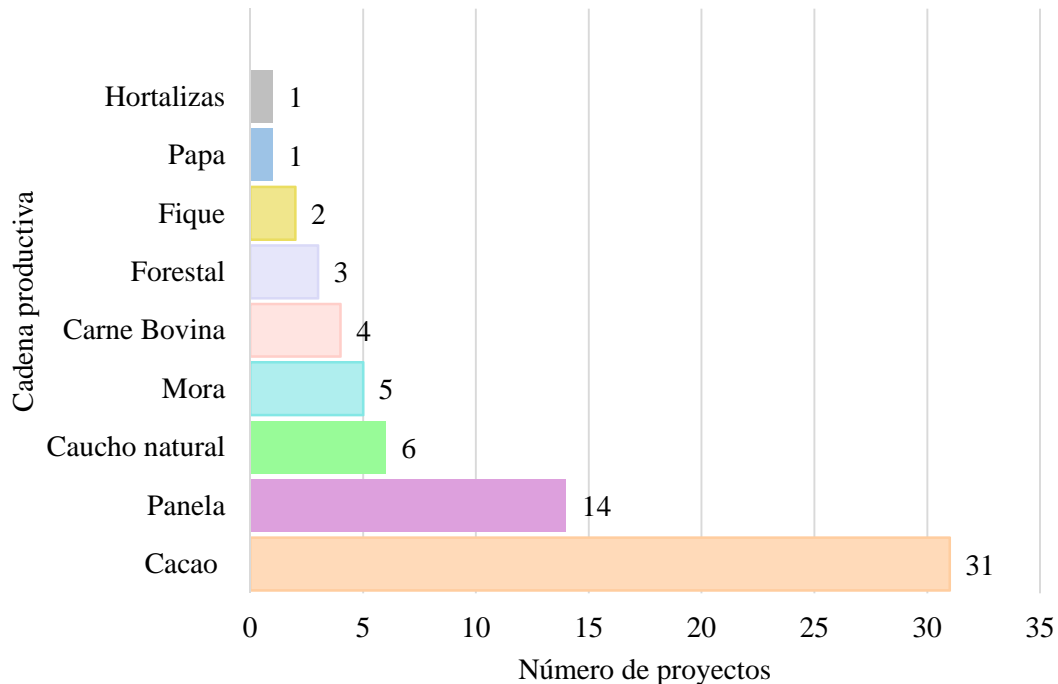


Figura 24. Número de proyectos de investigación por cadena productiva en Santander, 2012-2015. Adaptado del Observatorio del SNCTA. Recuperado de http://www.siembra.com.co/siembra/detalle_agenda.aspx?Map=MapaRegionDeptoCiud&P=1&D=68&PNodo=0

Se debe agregar que, del total de los proyectos aprobados en Santander, el 25% corresponde al área de investigación de material de siembra y mejoramiento genético, seguido de un 15% al manejo sanitario y fitosanitario, en contraste, el porcentaje más bajo corresponde al área de fisiología vegetal y nutrición con el 8%. Lo que se evidencia la centralización en los proyectos de investigación que abordan los procesos biotecnológicos para contrarrestar factores ambientales adversos (figura 25).

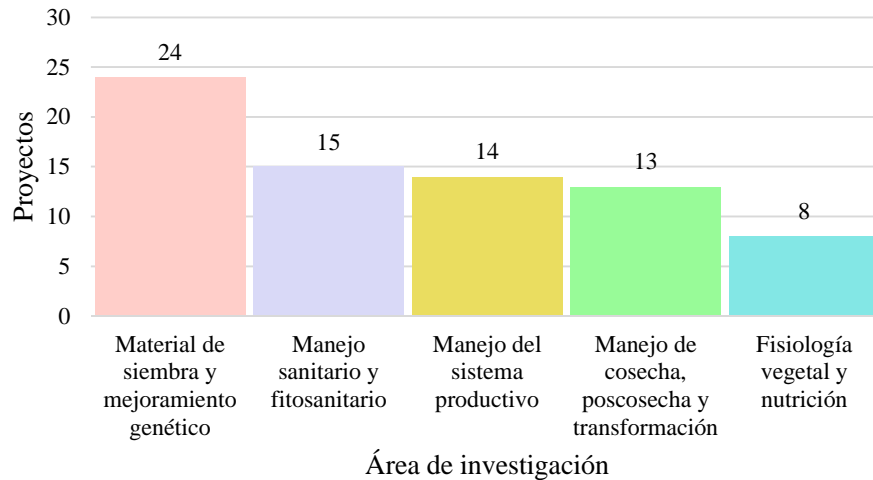


Figura 25. Proyectos de investigación por área de investigación, 2012-2015. Adaptado del Observatorio del SNCTA. Recuperado de <http://www.siembra.com.co/siembra/detalleagenda.aspx?Map=MapaRegionDeptoCiud&P=1&D=68&PNodo=0>

Por otro lado, con respecto a la Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación - ASCTI, donde se amplía las dinámicas de producción de conocimiento más allá de las sinergias entre sectores académicos, productivos y estatales; incluyendo las comunidades y grupos de interés de la sociedad civil, se identificó que para el periodo 2012-2015 Colciencias apoyó un total de 248 proyectos de apropiación social a nivel nacional, de los cuales 25 pertenecían al departamento de Santander, sin embargo, el apoyo de estos proyectos a nivel nacional, regional y departamental ha venido disminuyendo desde el año 2013 como se observa en la figura 26.

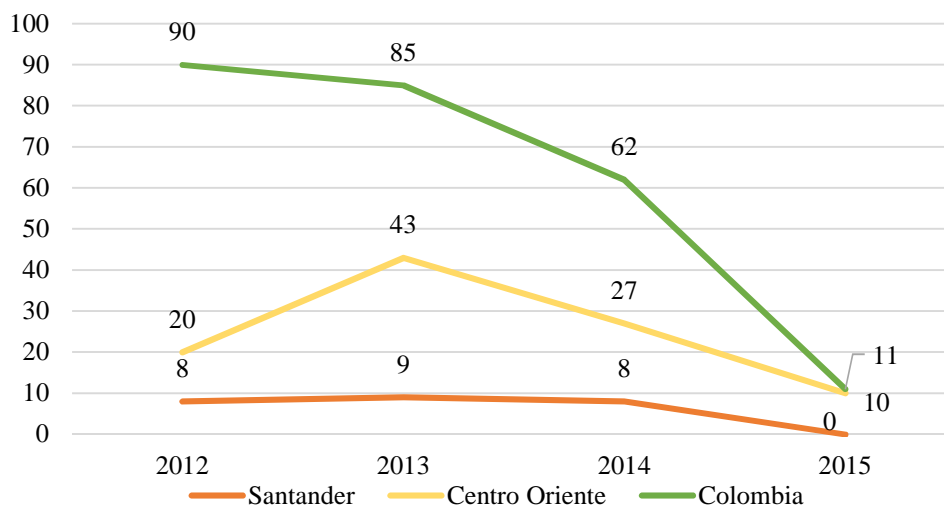


Figura 26. Proyectos de apropiación social, 2012-2015. Adaptado del Observatorio de CyT.

En cuanto a los proyectos financiados con recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación- FCTeI del Sistema General de Regalías, a nivel nacional para el año 2015 se aprobaron un total de 797 proyectos en el sector de la agricultura y el desarrollo rural, lo que representó el 9,92% del total nacional, de estos, la región centro oriente participó con un total 228 proyectos, de los cuales 65 correspondieron al departamento de Santander con una financiación equivalente a \$46.451'064.772. Con relación a sector de la Ciencia, Tecnología e Innovación, el FCTI-SGR aprobó un total de 197 proyectos a nivel nacional para el año 2015 lo que correspondió al 2,43% del total, en esa medida la región centro oriente participó con 29 de estos proyectos, y específicamente al departamento de Santander se le atribuyen 7 proyectos con una financiación equivalente a \$85.119'748.577. En la tabla 14 se enuncian los proyectos de CTI en Santander, que buscan fortalecer al sector agropecuario.

Tabla 14.
Proyectos de CTI financiados por el SGR

Nombre	Ejecutor	Valor
Formación de profesionales en maestrías y doctorados para el fortalecimiento de las competencias del talento humano en los focos priorizados en el PAED CTeI de Santander.	Departamento de Santander	\$9.463'736.960
Implementación de un sistema de automatización de las actividades ganaderas para mejorar la competitividad del sector en todo el departamento, Santander, centro oriente.	Unidades Tecnológicas de Santander	\$4.300'000.000
Investigación, desarrollo e innovación de cacaos especiales bajo sistemas agroforestales.	Departamento de Santander	\$13.800'000.000

Nota. Proyectos de CTI y agropecuarios. Adaptado del Sistema General de Regalías.

5.2.7.2 Producción de conocimiento. El departamento de Santander presenta baja participación de grupos de investigación reconocidos en el sector agropecuario, para el año 2015 existían un total de 6 grupos en esta categoría.

Referente a los grupos de investigación que existían en el año 2015, 2 pertenecían a categoría A, 3 en la categoría C y uno en la categoría D. En alusión a la producción científica de estos grupos de investigación, el 64% corresponde a la producción de nuevo conocimiento gracias a la cantidad de artículos científicos y artículos de investigación generados, seguido de un 26% a la formación de recurso humano, en la cual las tesis de pregrado representan una cantidad significativa, un 10% a la apropiación social de conocimiento impulsado por los eventos científicos, y por ultimo una producción insuficiente en la tipología de desarrollo tecnológico e innovación con 1% de producción científica. Los productos de los grupos de investigación reconocidos se presentan en la tabla 15.

Tabla 15.

Productos grupos de investigación reconocidos.

Tipología de productos de grupos		A	C
Nuevo conocimiento	Artículos	33	108
	Artículos de investigación	39	55
	Libros	2	6
	Capítulos de libro	1	5
	Libros de investigación	-	4
	Obras o productos de arte, arquitectura y diseño	-	2
Desarrollo tecnológico e innovación	Prototipo industrial	-	1
	Software	-	4
	Informe final	-	1
Apropiación social del conocimiento	Evento científico	17	136
	Documento de trabajo	1	10
	Edición	1	3
	Informe	4	11
	Espacios de participación ciudadana	-	1
	Eventos artísticos	-	1
	Generación de contenido impresa	1	-
Talleres de creación	-	1	
Formación de recurso humano	Tesis de pregrado	120	116
	Apoyo creación de cursos	23	-
	Tesis de maestría	6	4
	Apoyo de programas	3	4
	Proyecto de extensión y responsabilidad social	1	5
	Proyecto I+D con formación	-	3
	Proyecto y desarrollo	2	8

Nota: Producción de conocimiento. Adaptado de Colciencias

5.2.8 Dominio de demanda. La calidad y cantidad de la demanda de I + D es un factor importante que determina la condición y la pertinencia general del sector de la investigación. Por un lado, el estado puede sobre-demandar investigación en áreas particulares, sesgando las capacidades nacionales de investigación en direcciones que han limitado valor socioeconómico o,

por otro lado, el estado puede disminuir la demanda de apoyo a la I + D, debido a la falta de comprensión de su utilidad, o a la falta de mecanismos adecuados, como una ausencia de presupuestos de investigación en los ministerios.

A continuación, se describen los indicadores que pertenecen al dominio de demanda con el fin de evidenciar con que se cuenta o cuales son las necesidades del sector agropecuario de Santander.

5.2.8.1 Demanda agropecuaria. Un aspecto a considerar dentro de la categoría de demanda del sector, son las agendas de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación - IDTI, las cuales tienen el propósito de señalar los caminos para aprovechar el conocimiento dentro de los sistemas productivos de bienes y servicios en una región o sector productivo, estas agendas demandan un número de acciones específicas en el corto y mediano plazo. En Santander para el año 2015 se logró identificar 261 demandas de las agendas de IDTI, en la figura 27 se distribuye las demandas por área temática, ubicando al área de manejo cosecha, pos-cosecha y transformación en primer lugar con un total de 43 demandas, seguido de material de siembra y mejoramiento genético con 35 demandas, dando a entender que existe un requerimiento de proyectos que apunten a la creación de ventajas competitivas a partir del uso del nuevo conocimiento. En contraste, se evidencio áreas temáticas como la alimentación y nutrición-humana y animal, el fortalecimiento de las capacidades técnicas y funcionales, y la fisiología y la reproducción animal que presentan un bajo comportamiento de 9 a 3 demandas.

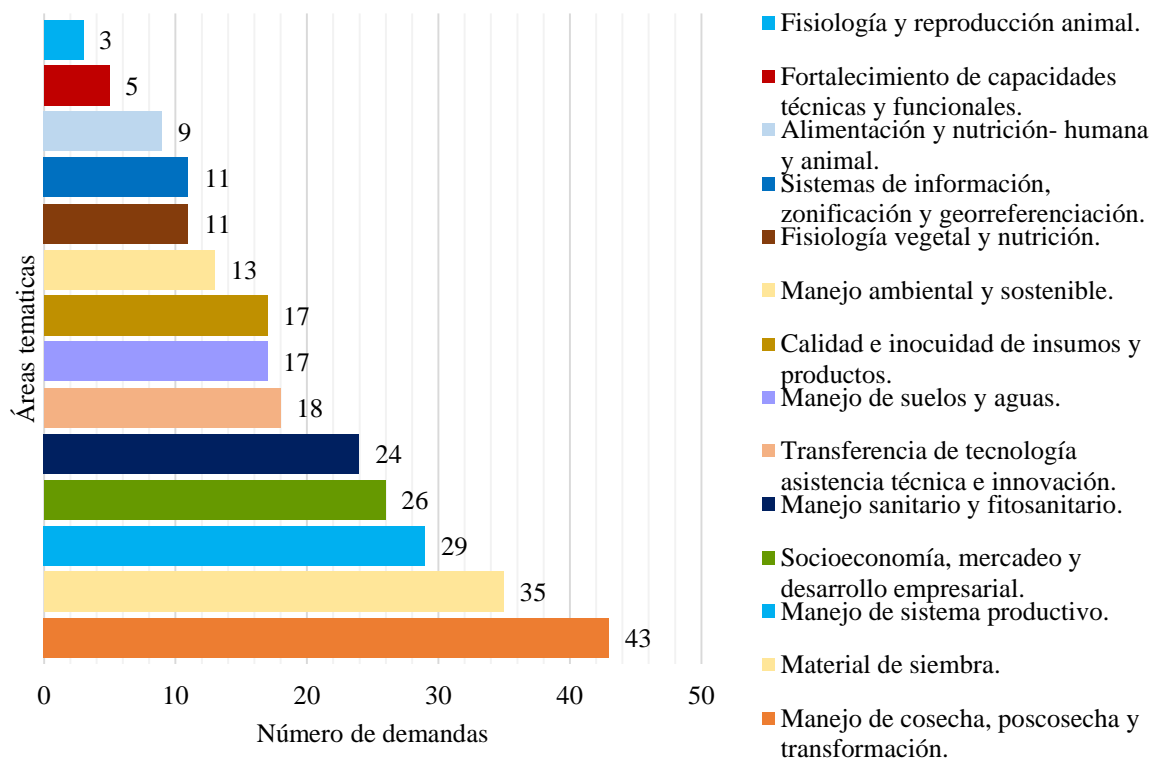


Figura 27. Número de demandas por áreas temáticas, 2015. Adaptado del Observatorio del SNCTA. Recuperado de <http://www.siembra.com.co/siembra/Agenda.aspx>

5.2.9 Dominio de infraestructura y condiciones marco - Investigación y educación.

5.2.9.1 Recurso humano. El programa joven investigador de Colciencias busca promover la apropiación de los métodos y los conocimientos del quehacer científico y tecnológico, así pues, la figura 28 presenta la variación en el periodo de 2012-2015 del total de jóvenes apoyados por Colciencias, en esta se observa la disminución de la cantidad al pasar de los años. Santander no ha sido la excepción en la baja cantidad de jóvenes apoyados por Colciencias, puesto que ha tenido una participación poco significativa del 9% para este periodo.

Cabe señalar que, a nivel nacional en el año 2015 se apoyó un total de 558 jóvenes investigadores de los cuales 64 pertenecen al departamento de Santander. En comparación con los

demás departamentos, Santander ocupa la posición número tres (3) en el año 2015, después de departamentos como el Valle del Cauca con apoyo a 79 jóvenes y Antioquia con 73.

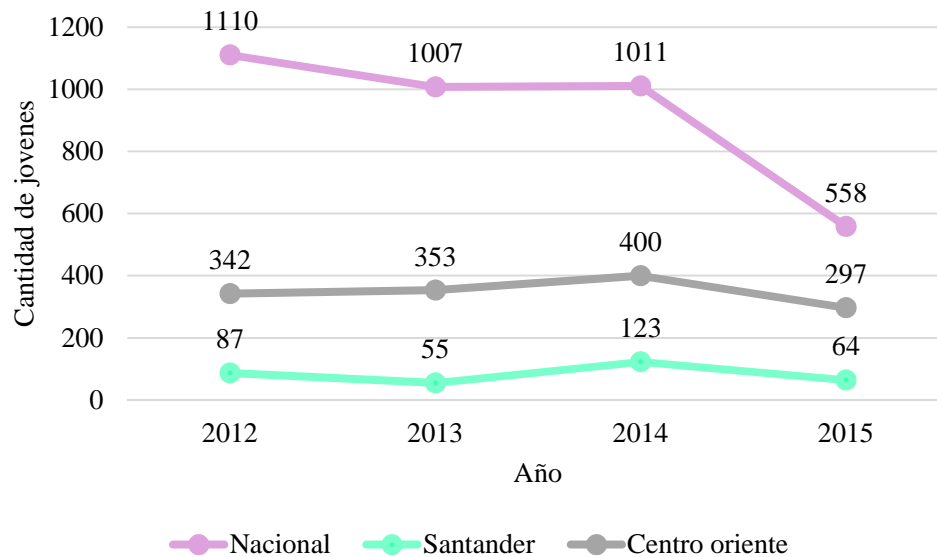


Figura 28. Jóvenes investigadores Apoyados por Colciencias, 2012-2015. Adaptado de Colciencias.

Habría que mencionar, que en la región centro oriente a la que pertenece el departamento de Santander en el periodo 2012-2015 las instituciones que mayor apoyo y/o aval han brindado a los jóvenes, son las universidades públicas con el 62%, seguidas de las universidades privadas 29% y los centros de investigación 6%, sin embargo, se evidencia una brecha en cuanto al poco aval de instituciones como; las empresas privadas, las entidades sin ánimo de lucro y las entidades del gobierno.

5.2.9.2 Grupos de talento. Acorde con los grupos de investigación reconocidos por Colciencias según el Programa Nacional CTel primario- PNCTI en Santander, los grupos de investigación concentraban su mayor participación en programas de las ciencias sociales, humanas

y educación, como de la salud abarcando el 49%, mientras que programas los programas de ciencias agropecuarias y biotecnología tuvieron las participaciones más bajas con el 3% y 2% respectivamente.

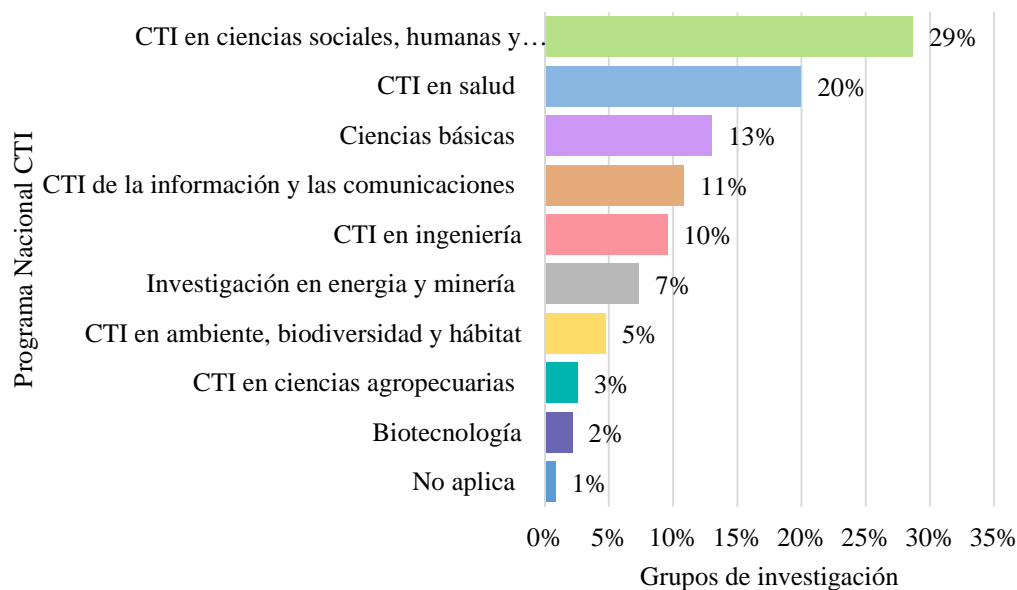


Figura 29. Grupos de investigación reconocidos por Colciencias según el Programa Nacional CTeI primario

5.2.10 Dominio de demanda – Negocio- Infraestructura y condiciones marco.

5.2.10.1 Propiedad intelectual. Las patentes son consideradas como uno de los indicadores más importantes para medir el grado de I+D de una región, además son invenciones que ayudan a impulsar la competitividad y la capacidad tecnológica del sector empresarial (Camara de Comercio de Bucaramanga, 2016). Por otro lado, constituyen un incentivo, ya que representan un reconocimiento a la creatividad y dan la posibilidad de obtener una recompensa material por las invenciones comercializables. Esos incentivos alientan la innovación que, a su vez, mejora la calidad de la vida (OMPI, 2018).

En América Latina los países que más solicitaron patentes de invención en el año 2015 fueron Brasil con 30.219, México con 18.071, Chile con 3.274 y Colombia en el cuarto lugar con 2.242. En el país durante el año 2015 se concedieron 63 patentes de invención, de las cuales 13 correspondieron a Santander; la mayoría de estas patentes tienen su origen en el Instituto Colombiano del Petróleo, en los campos de ingeniería mecánica y química (Superintendencia de Industria y Comercio). En ese sentido, de acuerdo a los registros del SIC, en el año 2015 Santander se posicionó como el segundo departamento con mayor número de patentes de invención del país, superando a departamentos como Antioquia, Valle del Cauca, entre otros (Ver figura 30), lo que indica que el departamento posee un potencial de investigación científica que marca la diferencia en Colombia, sin embargo, es importante resaltar que en el periodo de 2012 a 2015 se mantuvo por debajo del promedio nacional.

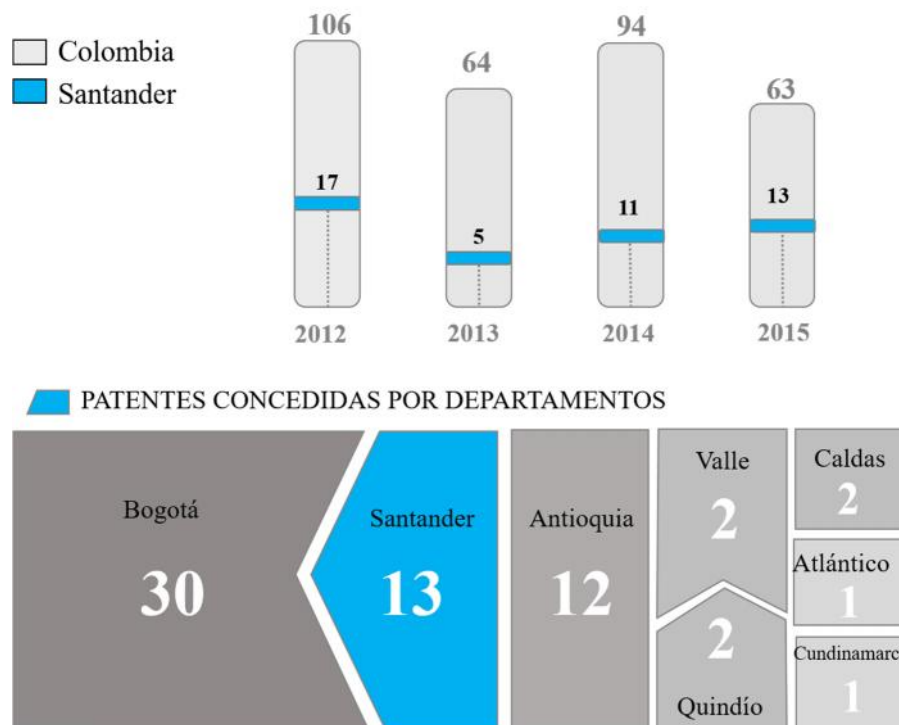


Figura 30. Patentes de invención concedidas en el departamento de Santander. Adaptado de Cámara de Comercio de Bucaramanga.

Los diseños industriales según la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI, 2018) fomentan el desarrollo económico, alentando la creatividad en los sectores industriales y manufactureros, así como en las artes y las artesanías, de esta manera hacen que los productos sean atractivos y llamativos; aumentado el valor comercial del producto y sus posibilidades de venta. En Santander se presentaron 27 diseños industriales en el periodo 2012-2015, demostrando una baja participación en comparación con los departamentos de Antioquia y Valle del Cauca los cuales registran más de 100 diseños industriales. Cabe resaltar el esfuerzo que se realizó el departamento de Santander entre en el 2014 y 2015 (Ver figura 31) para lograr un aumento en la presentación de diseños.

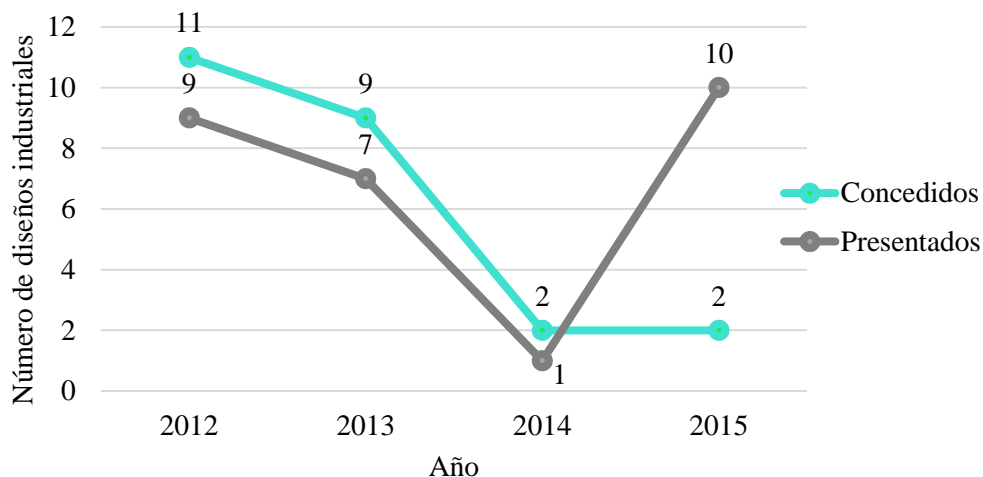


Figura 31. Diseños industriales presentados concedidos en Santander. Adaptado de Superintendencia de Industria y Comercio

Otro tipo de patente que pueden solicitar los colombianos son los modelos de utilidad, las cuales han presentado una baja participación en Santander respecto al país en general, ya que en el periodo 2012 – 2015 de las 30 patentes presentadas solo 10 fueron concedidas.

6. Análisis de Fortalezas, Brechas y Oportunidades CTI del Sector Agropecuario de Santander

A continuación, se presenta el análisis de capacidades CTI del sector agropecuario Santandereano mediante tres tablas, el cual contempla: el análisis de los resultados de los indicadores definidos a través de sus categorías respectivas y la identificación y análisis de las fortalezas, brechas y oportunidades existentes en el sector.

Tabla 16.
Fortalezas CTI del sector agropecuario

Dominio	Fortalezas CTI
Dominio de Negocio	Con el paso de los años el PIB agropecuario ha ganado protagonismo en el PIB de Santander, lo cual se explica principalmente por la gran vocación agropecuaria en el departamento y el incremento de las actividades relacionadas.
Dominio de negocio - investigación y educación	Se guarda correspondencia entre las áreas temáticas que más se demandan en Santander, con los proyectos y los resultados que se generan alrededor de estas, es decir que el dominio de investigación y educación está alineado con la demanda por áreas temáticas requeridas por el dominio de negocio.

Continuación tabla 16.

Dominio	Fortalezas CTI
Dominio de investigación y educación	<p>Las áreas temáticas que presentaron mayor cobertura respecto a los resultados de investigación fueron: material de siembra y mejoramiento genético, manejo sanitario y fitosanitario, y alimentación y nutrición humana/animal, ocasionado por la cantidad de resultados, los cuales se encontraron por encima de lo demandado.</p> <p>El 77% de los programas de formación disponibles en Santander afines al sector agropecuario son de educación presencial, sin embargo, las metodologías a distancia tradicional y virtual participan con 13% y 10% respectivamente, permitiendo un mayor acceso a la educación agropecuaria a través de diferentes modalidades de formación de fácil acceso.</p> <p>El número de artículos de investigación y artículos de generación de contenido emitidos por los grupos de investigación en ciencias agropecuarias en Santander presentó un comportamiento creciente con el paso de los años (2013 - 2015) a pesar de evidenciarse una disminución en los grupos de investigación de ciencias agropecuarias.</p>
Dominio de investigación y educación - organizaciones intermedias	<p>En el año 2015, el 84% de los grupos de investigación de Santander se encontraron avalados por algunas de las entidades avaladoras, garantizando a la comunidad que los productos reportados por estos grupos son verídicos. Además, es importante resaltar que los grupos de investigación avalados presentaron un comportamiento creciente durante el periodo 2013-2015.</p>

Continuación tabla 16.

Dominio	Fortalezas CTI
Dominio de investigación y educación - organizaciones intermedias	<p>Las áreas temáticas en las que más se investigan por los grupos de investigación pertenecientes a las principales organizaciones del SNCTA, están alineadas a las áreas temáticas más demandadas por el departamento.</p> <p>Se identifica la participación activa de niños, niñas y jóvenes en el programa Ondas permitiendo el desarrollo de actitudes y habilidades que incentiva una cultura de la Ciencia, Tecnología y la Innovación.</p>
Dominio de organizaciones intermedias	<p>Se cuenta con el centro de investigación Agrosavia, organización que actúa como el motor del Sistema de Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial y tiene como estrategia la gestión del conocimiento en redes y en sistemas de innovación, liderando la creación de proyectos de investigación en Santander.</p>
Dominio de infraestructura y condiciones marco - demanda	<p>Santander en el periodo 2012-2015 fue el departamento con mayor número de proyectos de innovación aprobados del total nacional, superando a departamentos como Antioquia, Atlántico y Valle del Cauca.</p> <p>Los proyectos se han enfocado en gran medida a las áreas temáticas más demandas en el sector agropecuario, abordando los desafíos del sector a través de la generación de conocimiento y su aplicación.</p>

Continuación tabla 16.

Dominio	Fortalezas CTI
Dominio de infraestructura y condiciones marco - investigación y educación	Participación activa de las universidades públicas y privadas en el apoyo y aval a los jóvenes investigadores del departamento.
Dominio de infraestructura y condiciones marco - demanda y negocio	En el año 2015 Santander se posicionó como el segundo departamento con mayor número de patentes de invención del país, por lo tanto se identifica el potencial de sus proyectos para fomentar el desarrollo tecnológico y económico del departamento.

Tabla 17.

Brechas CTI del sector agropecuario

Dominio	Brechas CTI
Dominio de Negocio	No se evidencia la participación de empresarios en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector agropecuario en Santander.
Dominio de negocio – investigación y educación	Existen áreas temáticas en las cuales se identifica una baja correspondencia en cuanto a los resultados y proyectos que se generan alrededor de ellas y sus demandas, tales como; Sistemas de información, zonificación y georreferenciación, socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial, y fisiología-reproducción animal.
Dominio de investigación y educación	El 64,3% de las áreas temáticas demandadas en Santander, no se lograron satisfacer a través de los resultados de investigación para el año 2015. Lo mismo ocurre en el caso de la cobertura respecto a proyectos de investigación, donde el 93% de las áreas temáticas demandadas no se cubren con la totalidad de áreas temáticas investigadas.

Continuación tabla 17.

Dominio	Brechas CTI
	<p>Existe una baja participación de los programas de formación afines al sector agropecuario en comparación con el total de programas ofertados en Santander, ya que de los 680 programas ofertados solo el 7% corresponde a programas afines al sector.</p> <p>Se evidencia la baja cobertura que tiene el departamento con respecto a las instituciones que ofrecen los programas demandados por el sector, las cuales se concentran en la capital de Santander.</p>
Dominio de investigación y educación	<p>Existe solo un programa de doctorado afín al sector en todo el departamento, que para el periodo 2012-2015 solo presentó 8 graduados, evidenciando las limitaciones que esto puede generar ya que la formación doctoral tiene por objeto la cualificación de investigadores con capacidad de realizar y de orientar en forma autónoma procesos académicos e investigativos en áreas específicas de un campo de conocimiento.</p> <p>Santander cuenta con una baja proporción de personal calificado perteneciente a los grupos de investigación en ciencias agropecuarias, ya que solo el 3% de los investigadores integran los grupos de investigación, lo que puede debilitar el dominio de investigación a través de la baja producción científica.</p> <p>El sector agropecuario solo participa con el 7,2% del total de graduados en Santander, mostrando una baja proporción de graduados en programas afines al sector por nivel de formación.</p>

Continuación tabla 17.

Dominio	Brechas CTI
Dominio de investigación y educación	<p>Los programas de doctorado y maestría registran una baja participación respecto al total de graduados en el país afines al sector, lo que evidencia un reto para el departamento de aumentar la formación en estos niveles, con el fin de mejorar las capacidades en CTI en el departamento.</p>
Dominio de investigación y educación – organizaciones intermedias	<p>El departamento cuenta con un bajo número de grupos de investigación que participan en la generación, acumulación y socialización del conocimiento, en el sector agropecuario, en comparación con las demás áreas de investigación.</p> <p>Solo el 2,6% de los grupos de investigación según el PNCyT, pertenecen a las ciencias agropecuarias, y en cuanto a la clasificación por área de la OCDE solo el 2% pertenece a las ciencias agrícolas.</p> <p>Santander contó con 3 grupos de investigación pertenecientes al área de la OCDE en ciencias agrícolas para el año 2015, de estos solo un grupo se clasificó en la categoría A, lo que puede resultar en una generación intermitente de estudios y resultados verificables y aplicables para el sector.</p> <p>Baja participación de las empresas y centros de investigación en el aval brindado a los grupos de investigación de Santander para el año 2015, además poca claridad de las instituciones involucradas en este proceso.</p> <p>Las Becas para doctorado y maestría otorgadas por Colciencias tanto para estudio en el exterior como en el país representó una</p>

Continuación tabla 17.

Dominio	Brechas CTI
<p>Dominio de investigación y educación – organizaciones intermedias</p>	<p>participación baja con respecto a departamentos como Antioquia y Valle del Cauca. Así mismo, se evidencia una escasa participación en Santander de las becas que fueron otorgadas por el FCTeI-SGR.</p> <p>A nivel general la participación de niños, niñas y jóvenes en el programa Ondas ha disminuido, lo que puede generar poco interés de esta población hacia la investigación en el sector.</p>
<p>Dominio de Organizaciones intermedias</p>	<p>El 89% de los proyectos de investigación liderados en Santander se encuentran concentrados en el centro de investigación Agrosavia.</p>
<p>Dominio de infraestructura y condiciones marco</p>	<p>Los recursos para la inversión en ACTI, Innovación, I+D, formación, capacitación y servicios científicos y tecnológicos son limitados, lo que contribuye a un desarrollo tecnológico deficiente con bajo nivel de competitividad, adopción y generación de tecnologías basadas en la innovación, repercutiendo en bajos niveles de productividad.</p> <p>Aun cuando Santander ocupó las primeras posiciones en el número de proyectos en investigación e innovación apoyados por Colciencias en comparación con los demás departamentos, en general la cantidad de proyectos ha presentado una disminución en el periodo de análisis.</p> <p>El número de proyectos de apropiación social de la Ciencia, Tecnología e innovación a nivel nacional, regional y departamental ha presentado una disminución en el periodo de análisis, reduciendo la integración de los actores académicos, productivos y estatales con la sociedad civil.</p>

Continuación tabla 17.

Dominio	Brechas CTI
Dominio de infraestructura y condiciones marco – demanda	El FCTeI-SGR en Santander no representó una fuente de recursos significativa para el fortalecimiento de las actividades de I+D+i en el sector agropecuario. El departamento presentó baja participación de grupos de investigación reconocidos en el sector agropecuario, para el año 2015 existían un total de 6 grupos en esta categoría.
Dominio de infraestructura y condiciones marco – investigación y educación	Existe poca participación de entidades como; empresas privadas, entidades sin ánimo de lucro y organizaciones del gobierno que avalan los jóvenes investigadores en Santander, enfocando este aval únicamente a universidades públicas y privadas. Las ciencias agropecuarias se ubicaron en la octava posición entre los 10 programas del PNCyT de Santander para el año 2015, con un total de 6 grupos de investigación.
Dominio de infraestructura y condiciones marco – demanda y negocio	Los diseños industriales y patentes de modelos de utilidad concedidos en el departamento presentaron una baja participación en el periodo de análisis.

Tabla 18.

Oportunidades CTI del sector agropecuario

Dominio	Oportunidades CTI
Dominio de Negocio	En el año 2014 la actividad económica de Santander alcanzó el mejor desempeño, comportamiento que no se presentaba desde hace 15 años y además registró el mejor desempeño en el país al tener un crecimiento del PIB de 9,3%, por encima del total nacional (4,4%).

Continuación tabla 18.

Dominio	Oportunidades CTI
Dominio de Negocio	El PIB agropecuario ha ganado posición a través de los años ya que cada vez ha aumentado su impacto en el PIB en Santander, trayendo consigo una mayor producción y generación de empleo en el sector.
Dominio de investigación y educación	<p>Aun cuando no se alcanza la cobertura deseada con respecto a las demandas por área temática tanto a nivel de resultados de investigación como de proyectos, Santander le ha venido apuntando a la investigación alrededor de estas áreas.</p> <p>En el departamento existen programas de formación afines al sector agropecuario en los seis niveles de formación principales en las instituciones de educación superior.</p> <p>En Santander el Núcleo Básico de Conocimiento de ingeniería ambiental, sanitaria y afines contó con el mayor número de programas de formación y graduados para el año 2015, promoviendo así un desarrollo sostenible del agro.</p>
Dominio de investigación y educación	La modalidad de formación virtual y a distancia tradicional, aunque representan el 8% y 5% respectivamente del total de las modalidades disponibles en el departamento, son una oportunidad para ampliar la cobertura a en el departamento, teniendo en cuenta que hasta ahora el 83% de los graduados se focalizan en el municipio de Bucaramanga, lo que se asocia con los programas de formación y concentración de ellos en la capital.

Continuación tabla 18.

Dominio	Oportunidades CTI
Dominio de investigación y educación	Formación de estudiantes en distintos niveles de educación enfocados en el sector agropecuario.
	<p>El 65% de la producción de conocimiento generado por los grupos de investigación en Santander pertenece a la clasificación de nuevo conocimiento, que aporta herramientas para promover el desarrollo agropecuario a través de su difusión y aplicación.</p> <p>Existe entidades público, privadas o mixtas en Santander que se encargan de fomentar la generación de conocimiento mediante la investigación, innovación y desarrollo a través del aval a los diferentes grupos de investigación, cabe resaltar que en el periodo 2013-2015 en promedio el 81% de los grupos de investigación en Santander se encontraban avalados por las diferentes entidades.</p>
Dominio de investigación y educación – organizaciones intermedias	<p>Debido al crecimiento del sector, se crea la necesidad de contar con personal calificado, que permita generar impactos significativos a través del conocimiento, por lo tanto, las instituciones educativas pueden suplir esta necesidad a través de ofertas de formación relacionadas con el sector.</p> <p>Se fomenta en el SNCTA las actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación generadas en los grupos de investigación por las entidades de educación superior públicas y privadas.</p> <p>El programa Ondas se convierte en una estrategia para que en los niños y jóvenes se fomenten las habilidades y conocimientos en materia de CTI.</p>

Continuación tabla 18.

Dominio	Oportunidades CTI
Dominio de investigación y educación – organizaciones intermedias	El programa Ondas se convierte en una estrategia para que en los niños y jóvenes se fomenten las habilidades y conocimientos en materia de CTI.
Dominio de infraestructura y condiciones marco	<p>Respecto a la inversión nacional en ACTI, Santander se encuentra en la tercera posición en comparación con los demás departamentos, de seguir este comportamiento le permitiría fortalecer sus capacidades CTI.</p> <p>La inversión en CTI puede ser fortalecida con nuevas y diversas fuentes de recursos, a través de nuevas formas de apalancamiento y una mayor coordinación entre entes públicos y privados.</p> <p>El dialogo con el sector productivo y el conocimiento de sus necesidades, puede mejorar la asignación de recursos disponibles para el sector de diversas fuentes como los fondos parafiscales y el sector privado.</p> <p>La inversión en Santander en el periodo 2012-2015 ha tenido un comportamiento creciente, lo que facilita la asignación de recursos a proyectos que generen impacto para el sector.</p>
Dominio de infraestructura y condiciones marco – demanda	La producción científica de los grupos de investigación está orientada principalmente a la producción de nuevo conocimiento, mediante artículos y tesis, brindando herramientas para el fortalecimiento del agro mediante la aplicación de este conocimiento.

Continuación tabla 18.

Dominio	Oportunidades CTI
Dominio de demanda	<p>A través de la identificación de las demandas que existen en el sector generar proyectos que apunten a la creación de ventajas competitivas a partir del uso del nuevo conocimiento.</p> <p>De acuerdo a los requerimientos de la agenda de investigación, desarrollo tecnológico e innovación del sector, se conocen y evalúan las necesidades de las cadenas productivas, permitiendo una posterior reorientación de las decisiones de política e inversión en CTI sectorial.</p>
Dominio de infraestructura y condiciones marco – investigación y educación	<p>Dadas las múltiples disciplinas que pueden atender las necesidades del sector, existe una buena oferta para el sector de grupos de investigación de otros programas diferentes al de ciencias agropecuarias.</p>
Dominio de infraestructura y condiciones marco – demanda y negocio	<p>Contar con patentes de invención y tener una posición favorable de estas en el país permite crear mayores ventajas competitivas para el departamento y sus organizaciones, al poner en el mercado nuevos productos o procedimientos.</p>

7. Conclusiones

La literatura relacionada con la medición de capacidades CTI se aborda bajo el marco de sistemas de innovación, basados en la premisa de que la innovación no se da como un proceso lineal, sino que refleja los enlaces interactivos entre los actores del sistema, en ese sentido, los enfoques metodológicos de medición le apuntan a comprender las capacidades CTI bajo dos perspectivas en primera medida derivadas de las interacciones de los actores que forman el sistema y en segundo lugar a través de los insumos y resultados.

El instrumento diseñado para el análisis de capacidades CTI fue la herramienta que permitió conocer las fortalezas, brechas y oportunidades del sector, a través de un sistema de indicadores que integran los dominios del sistema de innovación del sector agropecuario de Santander, sin embargo, la medición de indicadores solo se logró en un 28% debido a la falta de información tanto departamental como sectorial. Adicionalmente este instrumento se convierte en un referente para futuras investigaciones en esta temática.

En Santander en el periodo 2012-2015 se han generado escenarios que impulsan al crecimiento del sector agropecuario a través de la Ciencia, Tecnología e Innovación, como consecuencia el número de proyectos y resultados de investigación han aumentado, guardando correspondencia con las áreas temáticas con mayor demanda del sector, a su vez los grupos de investigación en

ciencias agropecuarias han presentado un crecimiento de la producción científica generada y se garantiza a la comunidad que los productos reportados por estos grupos son verídicos, ya que el 84% de los grupos de investigación se encuentran avalados, además, estos escenarios han generado gran acogida por parte de los niños y jóvenes en actividades científicas, tecnológicas y de innovación, los cuales incentivan la investigación y apropiación del conocimiento.

Se logro identificar que los dominios en los cuales no se encontró información, en su mayoría están conformados por indicadores que hacen referencia a financiación e inversión para las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación. Esto se da en gran medida porque el país no cuenta con cifras ni estadísticas agropecuarias unificadas, ha desarrollado pocas metodologías y no acostumbra a elaborar estudios de evaluación, especialmente de impacto.

La interacción entre los actores es la causa que explica el funcionamiento del Sistema de Innovación, por lo tanto, se debe construir a través del respaldo de una excelente infraestructura institucional de investigación y educación y de condiciones que estimulen la creación de alianzas público-privadas, la protección de la propiedad intelectual y el fomento de inversiones en innovación; aspectos que resultaron primordiales durante el análisis de capacidades para fortalecer el Sistema de Innovación Agropecuario.

Santander ha ocupado una posición favorable respecto al demás departamentos del país, ya que por lo general presenta buenos resultados en CTI y en el sector agropecuario, respecto a los demás, por lo tanto, se identifica que tiene el potencial para construir redes de trabajo que permitan una

cooperación intensiva en los dominios establecidos, los cuales son un insumo para la formación del Sistema de Innovación en el sector.

Para un adecuado desarrollo de la infraestructura del sector, se deben generar relaciones entre empresas y el resto de la infraestructura física y de soporte, así como una sólida formación del capital humano en acumulación y transferencia de conocimientos y en la configuración de estructuras productivas, que le permitan seguir presentando un crecimiento con impacto y ocupar los principales renglones de la economía del departamento.

8. Recomendaciones

Para el gobierno departamental:

- Es importante que el departamento haga visible una estrategia para analizar sistemáticamente la innovación, no solo del sector agropecuario, sino de los demás sectores económicos con el fin de estimular los flujos de conocimiento entre los diferentes dominios.
- Es necesario unir esfuerzos entre las instituciones formuladoras de políticas de educación, formación y desarrollo agropecuario y rural, como es el MEN, el Sena y el MADR y las instituciones encargadas de la administración de los incentivos recursos para formación como Colciencias e ICETEX, con el objetivo de focalizar recursos y acciones a implementar.

Para futuras investigaciones:

- Para futuras investigación se recomienda realizar el análisis de capacidades con una actualización del sistema de indicadores propuesto, que permitan conocer el estado del sector y las interacciones de los actores pertenecientes a los diferentes dominios.

Para las Entidades de Educación Superior:

- Se hace necesario que las entidades que actualmente poseen oferta en los núcleos básico de conocimiento-NBC relacionados con el sector agropecuario, continúen fomentando la formación en estas áreas, para lo que se requiere fortalecer los programas de formación existentes y aumentar la oferta en aquellos niveles y NBC donde se presenta escasez o inexistencia en el departamento.

- Los actores analizados cuentan con capacidades y habilidades que deben fortalecerse mediante la formación de capital humano altamente calificado, para que contribuyan al crecimiento económico, político y social del departamento y posibiliten la construcción y generación de conocimiento acorde con las necesidades departamentales para generar ventajas competitivas.

Para los actores del Sistema de innovación del sector agropecuario:

- Para un adecuado desarrollo de la infraestructura regional, es necesario generar relaciones entre las empresas y el resto de la infraestructura física y de soporte, así como una sólida formación del capital humano en acumulación y transferencia de conocimiento.

9. Limitantes

- El sistema no dispone de información completa y organizada, por el contrario, las fuentes que proveen información de inversión en CTI sectorial la presentan de manera dispersa, incompleta y no sectorizada, lo que dificulta la recolección de datos para la construcción de estadísticas e indicadores oportunos, que apoyen las decisiones de inversión a través de procesos de seguimiento y evaluación.
- Debido a la poca disponibilidad de información específica y a la desagregación por departamento, hay un desconocimiento generalizado del estado actual de la inversión pública regional, así como de las líneas base, contexto, costos, beneficios, resultados e impactos de la investigación.
- No existen suficientes evidencias tanto cualitativas como cuantitativas que permitan identificar los grados de avance con respecto al desarrollo de los procesos de generación de conocimiento en el sector.
- Dificultadas en la recopilación de los datos necesarios para el cálculo de los indicadores debido a la restricción, disponibilidad y retrasos en el suministro de la información por parte de las dependencias.
- La batería de indicadores generados y utilizados por diversas instituciones en el país para reportar las actividades de CTI presenta un panorama generalizado de la investigación a nivel nacional, sin entrar a especificar en cada uno de los sectores.

10. Referencias Bibliográficas

- Alcorta, L., & Peres, W. (1998). Innovation systems and technological specialization in Latin America and the Caribbean. doi:[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00067-X](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00067-X)
- ANDI. (2017). Informe balance 2017 perspectivas 2018 .
- Arancegui, M. N. (2001). *Los sistemas nacionales de innovación: una revisión de la literatura*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid.
- Archibugi, D., & Coco, A. (2005). Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice. *Research policy*, 175-194.
- Arnold, E., & Bell, M. (2001). Some new ideas about research for development. *Partnerships at the leading edge: A Danish vision for knowledge, research and development*, 279 - 319.
- Asheim, B. (2007). Sistemas regionales de innovación y bases del conocimiento diferenciadas: un marco teórico analítico. . Madrid.
- Audretsch, D., & Feldman, M. (2004). Knowledge spillovers and the geography of innovation, in Handbook of Regional and Urban Economics. *Handbook of Regional and Urban Economics*, 4(December 2002), 2713–2739. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(04\)07061-3](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(04)07061-3)
- Bach, L., & Matt, M. (2005). Twenty Years of Evaluation with the BETA Method: Some Insights on Current Collaborative ST&I Policy Issues. En P. Llerena, & M. Matt, *Innovation Policy in a Knowledge - Based Economy* .

- Banco mundial. (2006). *Enhancing Agricultural Innovation : How to Go Beyond the Strengthening of Research Systems*. Washington, DC: Banco mundial. Obtenido de World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/24105>
- Banco Mundial. (2012). *Agricultural Innovation Systems*. Washington.
- Bell, M., & Pavitt, K. (1992). *National Capabilities for technological accumulation: Evidence and implications for development countries*. Washington .
- Castells, M., & Hall, P. (2004). *Technopoles of the World*. New York: Routledge.
- Chang, C. C. (2015). Influences of knowledge spillover and utilization on the NIS performance: a multi-stage efficiency perspective. *Quality and Quantity*, 49(5), 1945–1967. <https://doi.org/10.1007/s11135-014-0083-y>
- Chang, Y. C., Chen, M. H., Lin, Y. P., & Gao, Y. S. (2012). Measuring Regional Innovation and Entrepreneurship Capabilities: The Case of Taiwan Science Parks. *Journal of the Knowledge Economy*, 3(2), 90–108. <https://doi.org/10.1007/s13132-011-0081-4>
- Chapple, K., & Kroll, C. (2010). Innovation in the Green Economy: An Extension of the Regional Innovation System Model.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (2000). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. En *Strategic Learning in a Knowledge economy* (págs. 39-67). Administrative Science Quarterly.
- COLCIENCIAS. (2018). *La ciencia en cifras*. Obtenido de <http://www.colciencias.gov.co/laciencia-en-cifras/grupos>
- Comisión Europea. (1995). *Libro verde de la innovación*. Luxemburgo: Comisión Europea.
- Contreras, C. A., & Uribe, C. P. (2012). Capacidades en Ciencia y Tecnología del sector agropecuario Colombiano.

- Crespo, N. F., & Crespo, C. F. (2016). Global innovation index: Moving beyond the absolute value of ranking with a fuzzy-set analysis. *Journal of Business Research*, 69(11), 5265–5271. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.123>
- del Santander, G. (2016). *Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación de Santander*.
- del Santander, G. (2013). *Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación del Santander-PEDCTI*.
- Dormon, E. N. A., Van Huis, A., Leeuwis, C., Obeng-Ofori, D., & Sakyi-Dawson, O. (2004). Causes of low productivity of cocoa in Ghana: farmers' perspectives and insights from research and the socio-political establishment. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 52(3–4), 237–259. [https://doi.org/10.1016/S1573-5214\(04\)80016-2](https://doi.org/10.1016/S1573-5214(04)80016-2)
- Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. London.
- Fan, P. (2014). Innovation in China. *Journal of Economic Surveys*, 28(4), 725–745. <https://doi.org/10.1111/joes.12083>
- FAO. (2016). El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación.
- FINDETER. (s.f. de Octubre de 2016). *Libro Blanco del Diamante Caribe y Santander*. Bogota D.C.: Autor.
- Fortis, M., & Carminati, M. (2004). Measures to support research and science-based innovation. *REVIEW OF THE ECONOMIC CONDITIONS IN ITALY*.
- Freeman, C. (1998). *The economics of technical change*. Cambridge University Press.
- Furman, J., Porter, M., & Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity.
- Gildemacher, P., & Wongtschowski, M. (2015). Catalysing innovation: from theory to action .

- Giller, K. E., Tittonell, P., Rufino, M. C., Van Wijk, M. T., Zingore, S., Mapfumo, P., & Rowe, E. C. (2011). Communicating complexity: integrated assessment of trade-offs concerning soil fertility management within African farming systems to support innovation and development. *Agricultural systems*, 191 - 203.
- Godin, B. (2009). *National Innovation System : The System Approach in Historical Perspective*.
- Gómez, D. T., Ibagón, M. J., & Forero, C. (2014). *Desarrollo Endógeno y Latinoamérica* (Vol. Vol 3.).
- Hall, A. (2002). Innovation systems and capacity development: an agenda for North-South research collaboration? *International journal of technology management and sustainable development*, 146-152.
- Hall, A. (2005). *Capacity development for agricultural biotechnology in developing countries: an innovation systems view of what it is and how to develop it*, 611 - 630.
- Hounkonnou, D., Kossou, D., Kuyper, T. W., Leeuwis, C., Nederlof, E. S., Röling, N., ... van Huis, A. (2012). An innovation systems approach to institutional change: Smallholder development in West Africa. *Agricultural Systems*, 108, 74–83. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.01.007>
- Howells, J. (2006). Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Research Policy*, 35(5), 715–728. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.03.005>
- IICA. (2014). *La innovación en la agricultura: un proceso clave para el desarrollo sostenible* . Costa rica: IICA.
- INNOTECH. (s.f.). *Grupo de Investigación en Gestión de la Innovación Tecnológica y del Conocimiento*. Obtenido de <http://innotec.com.co/>

- Jaramillo, H., Lugones, G., & Salazar, M. (2001). *Manual de Bogota-Normalización de indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe*. Bogota: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).
- Lafarga, C. V., & Balderrama, J. I. L. (2015). Efficiency of Mexico's regional innovation systems: An evaluation applying data envelopment analysis (DEA). *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 7(1), 36–44. <https://doi.org/10.1080/20421338.2014.979652>
- Liu, X., & White, S. (2001). Comparing innovation systems : a framework and application to China's transitional context. *Research Policy*, 30, 1091–1114.
- Liu, Z., Jongsma, M. A., Huang, C., Dons, J. J. M., & Omta, S. W. F. (2015). The Sectoral Innovation System of the Dutch Vegetable Breeding Industry. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 74–75, 27–30. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2015.06.002>
- Lopez, C., & Moya, F. (2008). Coverage and citation impact of oncological journals in the Web of Science and Scopus.
- Lucio, D., & Pardo, C. (2016). *Análisis de indicadores de ciencia y tecnología*. Bogotá, Colombia : Universidad del Rosario.
- Ludvall, B. (2007). *National Innovation Systems-Analytical Concept and Development Tool*.
- Lugones, G. S. (2009). *Manual de Lisboa-Pautas Para La Interpretación de Los Datos Estadísticos Disponibles y la construcción de indicadores referidos a la transición de Iberoamérica hacia la Sociedad de la Información*. s.l: Red de Indicadores de Ciencia y tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT).
- Lundvall, B. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London.

- Lundvall, B. (1999). La base del conocimiento y su producción. *Revista vasca de economía* .
- Mahroum, S., & Al-Saleh, Y. (2013). Towards a functional framework for measuring national innovation efficacy.
- Manzini, S. T. (2015). Measurement of innovation in South Africa: An analysis of survey metrics and recommendations. *South African Journal of Science*, 111(11–12), 1–8. <https://doi.org/10.17159/sajs.2015/20140163>
- Marxt, C., & Brunner, C. (2013). Analyzing and improving the national innovation system of highly developed countries — The case of Switzerland.
- Moya, F., & Chinchilla, Z. (2004). *Indicadores Bibliométricos de la Actividad Científica Española (ISI, Web of Science, 1998-2002)*. Madrid: Fundación Española en Ciencia y Tecnología.
- Mundial, B. (2008). Informe sobre el desarrollo mundial Agricultura para el desarrollo Panorama General. *Aportes*.
- Nasierowski, W., & Arcelus, F. J. (2003). On the efficiency of national innovation systems. *Socio-Economic Planning Sciences*, 37(3), 215–234. [https://doi.org/10.1016/S0038-0121\(02\)00046-0](https://doi.org/10.1016/S0038-0121(02)00046-0)
- Navarro, M. (2001). *Los sistemas nacionales de innovación: Una revisión de la literatura* .
- Nelson, R. (1993). *National Systems of Innovation: A Comparative Study*. Oxford University Press.
- Nelson, R., & Rosenberg, N. (1993). "Technical innovation and national systems", en *OCDE (2001)* . Devolution and globalisation. implications for local decision-makers. OECD, Paris.

- OCDE . (2002). *Benchmarking Industry-Science Relationships*. Francia: OCDE. Obtenido de http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/industry-and-services/benchmarking-industry-science-relationships_9789264175105-en#page1
- OCDE. (1989). *Manual de Frascati-Guidelines for collecting and reporting data in research and experimental development* . Paris: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- OCDE. (1995). *Manual de Canberra-Manual on the measurement of human resources devoted to S&D*. Paris: Organización para la Caooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- OCDE. (2005). *Manual de Oslo-Guidelines for collecting and interpreting innivation*. Paris: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- OEI, P. I. (2012). *Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social* . Madrid.
- ONUUDI. (2005). *Industrial Development Report: Capability Building for Catching-up*. Viena .
- Pant, L. P. (2012). Learning and Innovation Competence in Agricultural and Rural Development. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 18(3), 205–230. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2012.670050>
- PECTIA. (2013). *Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación Agropecuario* .
- Porter, M. (2011). Competitive advantage of nations: creating and sustaining superior performance.
- Quintero Campos, L. J. (2010). *Aportes teóricos para el estudio de un sistema de innovación*. INNOVAR.
- Rajalahti, R., Janssen, W., & Pehu, E. (2008). Agricultural Innovation Systems : From Diagnostics toward Operational Practices Systems. *Agriculture and Rural Development*, (38), 87.

Retrieved from

<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Agricultural+Innovation+Systems:+From+Diagnostics+toward+Operational+Practices+Systems#0>

RICYT. (2007). *Manual de Santiago-Manual de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología*. Chile: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología- Iberoamericana e Interamericana (RICYT).

Schut, M., Klerkx, L., Rodenburg, J., Kayeke, J., Hinnou, L. C., Raboanarielina, C. M., ... Bastiaans, L. (2015). RAAIS: Rapid Appraisal of Agricultural Innovation Systems (Part I). A diagnostic tool for integrated analysis of complex problems and innovation capacity. *Agricultural Systems*, 132(C), 1–11.

Smith, K., Dietrichs, E., & Nås, S. (1996). *The Norwegian National Innovation System: A Preliminary Overview and Assessment*. Oslo: STEP Group.

Sonrexa, J., & Moodie, R. (2013). The Race to Be the Perfect Nation. *Australian Economic Review*.

Spielman, D. J., & Kelemework, D. (2009). *Measuring agricultural innovation system properties and performance: Illustrations from Ethiopia and Vietnam*. s.l: Intl Food Policy Res Inst.

Spielman, D., & Kelemework, D. (2009). *Measuring agricultural innovation system properties and performance: Illustrations from Ethiopia and Vietnam*.

Tapias, H. (2005). *Capacidades tecnológicas: elemento estratégico de la competitividad*.

Tavera, D. (2016). *Plan de Desarrollo Departamental 2016-2019*.

Velasco, E. M. (2002). *El papel de las organizaciones de apoyo a la innovación en los sistemas de innovación regional*. Universidad del País Vasco .

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. <https://doi.org/10.1093/scipol/scr008>

Wonglimpiyarat, J. (2009). Charting the innovation index. *International Journal of Technology, Policy and Management*, 9(4), 331. <https://doi.org/10.1504/IJTPM.2009.032050>

Wu, C.-W., & Huang Huarng, K. (2015). Special Issue on Global entrepreneurship and innovation in management. 68.