PECTIA

Plan Estratégico de **Ciencia, Tecnología e Innovación** del Sector Agropecuario Colombiano (2017-2027)

Septiembre de **2016**

Corpoica
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
MINAGRICULTURA
COLCIENCIAS
TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

PECTIA

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias)

Yaneth Giha Tovar
Directora

Alejandro Olaya
Subdirector

Oscar Gualdrón
Director de Fomento a la Investigación

Edison Suárez
Gestor del Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Ciencias Agropecuarias

Ana Claudia Gordillo
Diana Lorena Pardo
Luz Aida Moya
Profesionales del Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Ciencias Agropecuarias

Aureliano Hernández V.
Jonh Jairo Méndez A.
Marco Llinás V.
Miguel Rodríguez M.
Pablo Benavides Machado
Pablo Emilio Cruz C.
Víctor Julio Flórez R.
Consejeros del Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Ciencias Agropecuarias

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Aurelio Iragorri Valencia
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Juan Pablo Pineda Azuero
Viceministro de Asuntos Agropecuarios

Juan Pablo Diaz Granados
Viceministro de Desarrollo Rural

Claudia Jimena Cuervo
Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria

Sara María Campos
Coordinadora del Grupo Innovación y Desarrollo Tecnológico

William Escobar
Hugo Yunda
Profesionales de la Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria

Secretarios técnicos de las cadenas agrícolas, forestales, pecuarias, pesqueras y acuícolas

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica)

Juan Lucas Restrepo Ibiza
Director Ejecutivo

Leonardo Solórzano
Director de Vinculación

Sandra Tatiana Rivero
Jefe de Oficina de Planeación y Cooperación Institucional

Claudia Uribe
Jefe de Departamento de Articulación Institucional

Gestores de Innovación

Coordinadores de Innovación Regional

Directores de los Centros de Investigación

Asesores de Dirección Ejecutiva
Carlos Federico Espinal
Juan Carlos Gallego

Profesionales del Departamento de Articulación Institucional

Equipo de trabajo

Líder de equipo

Claudia Patricia Uribe Galvis

Asesor

Carlos Federico Espinal

Equipo técnico interinstitucional de Colciencias y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Edison Suárez Ortiz

Sara María Campos Infante

Secretarios técnicos de las Cadenas Nacionales y Regionales Agrícolas, Forestales, Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas

Departamento de Articulación Institucional (DAI), coordinador del Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA)

Alexis Morales Castañeda

Andrea Yepes Vargas

Angélica María Londoño Triana

Angélica María Ramírez Beltrán

Carlos Alberto Contreras Pedraza

Diego Hernando Flórez Martínez

Heydi Carolina Garavito Arcos

María Alejandra Yepes

María Nancy Moreno Valderrama

Rubiela Rincón Novoa

Equipo socioeconomía

Ángela Rocío Vásquez

Denis Yohana Mora

Juan Carlos Fuentes Benites

Miguel Eduardo Ostos

Pablo José Ordóñez

Roger Alonso Bautista

Santiago Andrés Roa Ortiz

Gestores de las Redes de Innovación

Germán David Sánchez, gestor Red de Innovación Raíces y Tubérculos

Gina Marcela Amado Saavedra, gestora Red de Innovación Permanentes

Jairo Antonio Osorio, gestor de Red de Innovación Frutales

Julián Fernando Mateus, gestor de Red de Innovación Cacao

Julio Ramírez, Gestor de Red de Innovación Transitorios

María Victoria Zuluaga Mogollón, gestora de Red de Innovación Hortalizas y Aromáticas

Gustavo García, gestor de Red de Innovación Ganadería y Especies Menores

Coordinadores de Innovación Regional

Adriana Lucía Ballesteros, coordinadora de Innovación Regional, Centro de Investigación Nataima

Adriana Mercedes Bermúdez Bedoya, coordinadora de Innovación Regional, Centro de Investigación La Selva

Ana María Loaiza, coordinadora de Innovación Regional, Centro de Investigación Motilonia

Anais Cristina Hernández, coordinadora de Innovación Regional Centro de Investigación Caribia.

Carlos Alberto Herrera, coordinador de Innovación Regional, Centro de Investigación Tibaitatá

Carlos Andrés Burgos Rodríguez, coordinador de Innovación Regional sede Cimpa

Cindy Marcela Guzmán Muñoz, coordinadora de Innovación Regional sede Cauca

Héctor Fabián Osorio Agudelo, coordinador de Innovación Regional, Centro de Investigación Palmira

Henry Andrés Ballesteros, coordinador de Innovación Regional, Centro de Investigación Turipaná

Jorge Luis Garzón, coordinador de Innovación Regional, Centro de Investigación Obonuco

José Alfredo Orjuela Chaves, coordinador de Innovación Regional sede Caquetá

José Evelio Aguiño, coordinador de Innovación Regional, Centro de Investigación El Mira

José Fernando Salazar, coordinador de Innovación Regional sede Eje Cafetero

Juan David Hernández, coordinador de Innovación Regional Centro de Investigación El Nus

Lina Carolina Cruz, coordinadora de Innovación Regional, Centro de Investigación La Libertad

Milena Esther Arias, coordinador de Innovación Regional sede Carmen de Bolívar

Miller Germán Solarte Gómez, coordinador de Innovación Regional, Centro de Investigación La Suiza

Víctor Hugo Acevedo Velandia, coordinador de Innovación Regional sede Cúcuta

Yeimy Paola Galindo Rozo, coordinador de Innovación Regional sede Yopal

Componente de Redes

Gregorio Zambrano Moreno

Juan Antonio Morales Amaya

Luis Eduardo Garcés Perdomo

Luz Helena Mancera Méndez

Nicolle Tatiana Castillo Galindo

Sandra Paola González Cerón

Sioux Fanny Melo León

Víctor Eduardo Castellanos

Equipo Oficina Asesora de Comunicaciones, Identidad y Relaciones Corporativas (Circo)

Alejandra Pérez

Andrea Acero

Angélica Rojas

Diego Armando Ospina

Jean Helbert Amaya Medina

Mónica Ayala

Nicolás Hartman Robledo

Rosario Cabo Andrade

Directores de los centros de investigación

Carlos Enrique Castilla Campos, director Centro de Investigación El Mira

Francisco Antonio Ceballos Bermúdez, director Centro de Investigación La Selva

Gildardo Efraín Palencia Calderón, director Centro de Investigación La Suiza

Jorge Cadena Torres, director Centro de Investigación Turipaná

Alonso Gonzáles Mejía, director Centro de Investigación Palmira

Juan Carlos Pérez Velásquez, director Centro de Investigación Caribia

Juan Fernando Toro Tobón, director Centro de Investigación El Nus

Lorenzo Peláez Suárez, director Centro de Investigación Nataima

Margaret Pasquini, directora Centro de Investigación Obonuco

Mario Augusto Zapata Tamayo, director Centro de Investigación Motilonia

Martha Ligia Guevara Quintero, directora Centro de Investigación Tibaitatá

Rubén Alfredo Valencia Ramírez, director Centro de Investigación La Libertad

Rubén Alfredo Valencia Ramírez, director Centro de Investigación Carimagua

Asistentes administrativas

Diana Patricia Cerón Candela

Martha Gloria Durán León

Olga Lucía Durán León

Tabla de contenido

Lista de figuras....9
Lista de tablas....10

Agradecimientos....11

Introducción....13

1. Marco conceptual y metodológico....15

1.1 Diseño metodológico....15
1.1.1 Etapa 1. Planeación....15
1.1.2 Etapa 2. Diagnóstico....16
1.1.3 Etapa 3. Diseño de componentes marco....16
1.1.4 Etapa 4. Agenda Dinámica Nacional de I+D+i con enfoque nación-región....16
1.1.5 Etapa 5. Diseño de estrategias....16
1.2 Alcance, pilares y principios....18
1.2.1 Alcance....18
1.2.2 Principios y pilares....18
1.3 Identidad del Pectia....20
1.4 Construcción social....20

2. Diagnóstico de la CTi agropecuaria....22

2.1 En torno de la CTi sectorial....22
2.2 Relacionamiento con el entorno: megatendencias....33
2.2.1 Tecnologías de la información y las comunicaciones....34
2.2.2 Biotecnología y biodiversidad....35
2.2.3 Sostenibilidad ambiental, variabilidad y cambio climático....37
2.2.4 Seguridad alimentaria....38
2.2.5 Agroenergías....40
2.3 Agenda Dinámica Nacional de I+D+i....42
2.3.1 Resultados de la revisión de la Agenda Dinámica Nacional de I+D+i....43
2.3.2 Focos de acción en CTi: análisis integral de la Agenda Dinámica Nacional de I+D+i con enfoque territorial y megatendencias....58
2.3.3 Agricultura familiar....65
2.4 Capital social del SNCTA....71
2.4.1 Gestión del conocimiento....71
2.4.2 Asistencia técnica....72
2.4.3 Acceso a recursos genéticos y propiedad intelectual....75

2.5 Gobernanza del SNCTA 81
2.6 Inversión y financiamiento 85
2.7 Planeación, seguimiento y evaluación 89
2.8 Capacidades, recursos humanos e infraestructura 92

3. Plan Estratégico 101

3.1 Misión 102
3.2 Visión y escenario apuesta 102
3.2.1 Visión 102
3.2.2 Escenario apuesta 102
3.3 Objetivos estratégicos 104
3.3.1 Factor específico 1: Agenda Dinámica Nacional de I+D+i 104
3.3.2 Factor específico 2: seguridad alimentaria 106
3.3.3 Factor específico 3: sostenibilidad ambiental, variabilidad y cambio climático 106
3.3.4 Factor específico 4: tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) 107
3.3.5 Factor específico 5: acceso a recursos genéticos y propiedad intelectual 108
3.3.6 Factor específico 6: gestión de conocimiento y asistencia técnica 110
3.3.7 Factores habilitantes transversales a todos los objetivos 111
3.4 Mapa estratégico y matriz Pectia 117

4. Mecanismos de implementación y acciones de seguimiento 119

4.1 Propuesta de implementación, seguimiento y evaluación 119
4.1.1 Implementación 119
4.2 Propuesta de seguimiento y evaluación 121
4.2.1 Propuesta de seguimiento 122
4.2.2 Propuesta de evaluación 124

5. Referencias 127

6. Anexos 140

7. Glosario 141

8. Abreviaturas 144

Lista de figuras

Figura 1. Etapas de construcción del Pectia. 15
Figura 2. Hoja de ruta para la construcción de estrategias. 17
Figura 3. Estructura del plan estratégico sectorial. 19
Figura 4. Construcción social del Pectia. 21
Figura 5. Número de demandas y departamentos por cadena productiva. 44
Figura 6. Número de demandas y cadenas por área temática de investigación. 47
Figura 7. Metodología de construcción de orientaciones en CTi. 58
Figura 8. Representatividad y cobertura de las demandas con prioridad 1 y 2. 60
Figura 9. Tiempo promedio de duración del trámite para la suscripción de contratos de acceso a recursos genéticos en el MADS (2003-2016). 76
Figura 10. Países líderes solicitantes de patentes en Colombia en sectores tecnológicos agroindustriales (2004-2014). 80
Figura 11. Gobernanza propuesta para el SNCCTi. 84
Figura 12. Inversión pública en I+D: en el sector agropecuario como porcentaje del PIB total y del PIB agropecuario (1990-2014). 86
Figura 13. Mapa estratégico. 117
Figura 14. Estructura de relacionamiento y matriz de estrategias y líneas de acción. 123
Figura 15. Estrategia de seguimiento y evaluación en el tiempo. 126

Lista de tablas

Tabla 1. Megatendencias del entorno global 26
Tabla 2. Indicadores económicos para el sector agropecuario en Colombia 27
Tabla 3. Factores clave en el entorno colombiano del sector frente a las dinámicas globales 29
Tabla 4. Relación del número de demandas y departamentos por cadena productiva 45
Tabla 5. Aspectos contemplados por área temática de investigación 49
Tabla 6. Focos de acción en CTi para el SNCTA 61
Tabla 7. Modelos de asistencia técnica 88

Agradecimientos

Este Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (Pectia) 2017-2027 es producto del trabajo, colaboración y dedicación de numerosos actores que conforman el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) de Colombia, quienes con sus aportes contribuyeron a su construcción y, sin duda alguna, seguirán apoyando su puesta en marcha para construir el país que queremos.

Al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), rector en política de ciencia, tecnología e innovación, y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), rector en política sectorial agropecuaria, por depositar su confianza en Corpoica para la formulación de este Pectia.

En Colciencias, a la Dirección de Fomento a la Investigación y los programas nacionales de ciencia, tecnología e innovación (CTi) en ciencias agropecuarias, biotecnología y en ambiente, biodiversidad y hábitat. En particular, a Edison Suárez, gestor del Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Ciencias Agropecuarias; a Claudia Patricia Tinjacá, gestora del Programa de Biotecnología; a Luz Amparo Medina, contratista de la Dirección de Fomento a la Investigación para el Programa de Formación de Alto Nivel; a Felipe García, gerente del Proyecto Colombia Bio; a Sandra Lozano, coordinadora de programas nacionales; a Argiro de Jesús Ramírez Aristizábal, gestor del Programa Nacional en Ambiente, Biodiversidad y Hábitat; a Yesid Ojeda Papagayo, gestor del Programa Nacional en Energía y Minería; al Grupo de Propiedad Intelectual de Colciencias y a la Oficina de Políticas Públicas.

En el MADR, al viceministerio de Asuntos Agropecuarios y la Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria, la Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales, la Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas y la Oficina de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. En particular, a Sara María Campos, coordinadora del Grupo Innovación y Desarrollo Tecnológico, y a los coordinadores de las cadenas agrícolas, forestales, pecuarias, pesqueras y acuícolas.

A los investigadores de las universidades, las entidades de investigación y los centros de investigación y desarrollo tecnológico agropecuario (CENI) de todo el territorio nacional. En particular, a Corpoica, en cabeza de Juan Lucas Restrepo, director ejecutivo; a las direcciones de Investigación y Vinculación y sus jefes de departamento: Alonso González, Leonardo Solórzano, María Hersilia Bonilla, Lina Marcela Tami, Miguel Ángel Ayarza, Luz Stella Barrero, Morelca Giraldo, Nhora Bonilla; a los investigadores y asesores: Alba Marina Cotes, Xavier Fargetton, Fernando Rodríguez, Inés Toro, Gustavo Maldonado, Corina Buendía, Elizabeth Aguilera, Diana Bonilla, Natalia Flórez, María Verónica Gómez, César Terán, Juan Carlos Martínez Medrano, Eliana Martínez, Luis Fernando Campuzano, Andrea Constanza Montenegro.

A los consejeros del Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Ciencias Agropecuarias, quienes conformaron el Grupo Ancla del Pectia: Aureliano Hernández, Universidad Nacional de Colombia; Víctor Julio Flórez, Universidad Nacional de Colombia; Pablo Benavides, Cenicafé; Miguel Ángel Rodríguez, Monterrey Forestal MFGWR Colombia; Marco Llinás, Cámara de Comercio de Bogotá; Jonh Jairo Méndez, Universidad del Tolima; Pablo Emilio Cruz, Universidad de los Llanos.

Del sector productivo a las asociaciones, empresas, gremios y productores individuales, los consejos nacionales de las cadenas y sus secretarios técnicos nacionales y regionales.

De las entidades de apoyo públicas y privadas, a las cámaras de comercio, al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), a la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap), a la Unidad de Planificación de Tierras Rurales (UPRA), a la Corporación Colombia Internacional (CCI), gobernaciones, secretarías de agricultura, alcaldías, Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (Umata) y asistentes técnicos, al Departamento Nacional de Planeación (DNP), al Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), a la Agencia de Desarrollo Rural (ADR, antes Incoder), al Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima), al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), al Ministerio de Educación Nacional (MEN), a la Dirección de Fomento a la Educación Superior, al Observatorio Laboral para la Educación, al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MCIT), Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MTIC), al Departamento para la Prosperidad Social (DPS), a la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), al Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) y al Observatorio de Seguridad Alimentaria y Nutricional (OSAN).

Introducción

El instrumento de los planes estratégicos ha sido tradicionalmente un apoyo a la gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTi) promovido por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) como marco orientador de la inversión pública en CTi, en especial, aquella que se ejecuta a través del Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Fondo Francisco José de Caldas, creado mediante la Ley 1286 (Colombia 2009). Estos planes se renuevan periódicamente y el que aquí se presenta tiene la ambición de ser el marco orientador del esfuerzo del país en CTi para el sector en los próximos diez años y servir para evaluar periódicamente sus resultados respecto del mejoramiento de la productividad, competitividad y sostenibilidad.

Bajo los principios de enfoque territorial, priorización, focalización, pertinencia y una mejor coordinación y aprovechamiento de las capacidades del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA),[1] el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (Pectia) tuvo como bases las líneas de la Política Nacional de Desarrollo Productivo (Conpes 3866 [DNP 2016b]), las recomendaciones de la Misión para la Transformación del Campo Colombiano sobre CTi (DNP 2015c) y las recomendaciones recientes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) para reforzar el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA). La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), en su rol de motor del SNCTA,[2] construyó el Pectia dentro de un convenio con Colciencias y con la amplia participación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y múltiples actores del SNCTA en el ámbito nacional y regional.

La definición del Pectia parte de un diagnóstico actualizado del sector sobre CTi, la revisión de la Agenda Dinámica Nacional de I+D+i con énfasis regional y el análisis de las megatendencias globales relacionadas con la agricultura. Insumos que sirvieron de base para la definición de los objetivos estratégicos, dar prioridad a las demandas de los actores de la producción a la CTi y determinar las estrategias y líneas de acción necesarias para alcanzar la misión, la visión y los objetivos del Pectia. Asimismo, fueron examinados factores habilitantes para su implementación, como la gobernanza y el marco regulatorio, la inversión y el financiamiento, la planeación, el seguimiento y la evaluación y el fortalecimiento en capacidades en recursos humanos e infraestructura; factores específicos para el sector agropecuario como las demandas de las cadenas productivas consignadas en la Agenda Dinámica Nacional de I+D+i, la seguridad alimentaria, las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), la sostenibilidad ambiental, la variabilidad y el cambio climático, la gestión del conocimiento y la asistencia técnica, la propiedad intelectual y el acceso a los recursos genéticos; todo esto bajo un enfoque de construcción social y participativa.

[1] Creado mediante la Ley 607 de 2000.
[2] Rol otorgado mediante la Ley 1450 de 2011.

La CTi, como estrategia de sostenibilidad sectorial y nacional, debe contribuir, en el escenario de posconflicto, a la denominada Reforma Rural Integral propuesta en los acuerdos de paz de La Habana, en sus iniciativas de formalización laboral y protección social, de focalización de la asistencia técnica y el extensionismo rural; a disminuir las brechas en capacidades territoriales; al incremento progresivo de la producción y el acceso a alimentos con calidad e inocuidad; todo esto a través de un acompañamiento científico-técnico a los productores.

En las páginas siguientes, se encuentra una descripción del marco metodológico y conceptual con el cual se construyó el Pectia, los resultados más sobresalientes del diagnóstico del sector agropecuario desde la perspectiva de la CTi y el plan estratégico en sí, partiendo de su misión, visión, objetivos estratégicos, factores habilitantes y factores específicos, con sus respectivas estrategias y líneas de acción. En el último capítulo, se proponen mecanismos para su implementación, seguimiento y evaluación.

1. Marco conceptual y metodológico

El diseño metodológico de construcción del Pectia (figura 1) abarca siete etapas que integran esfuerzos en los escenarios nacional y regional, así como estrategias de validación y divulgación (anexo 1).

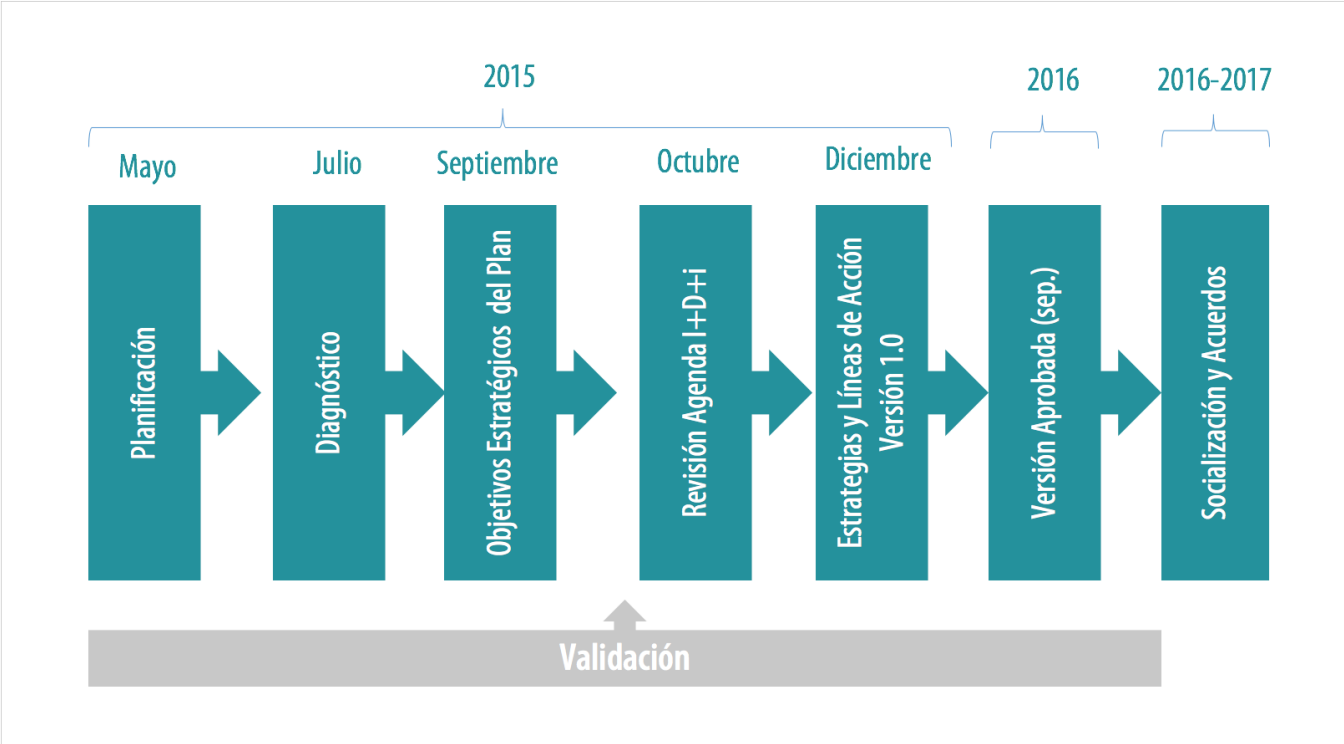


Figura 1. Etapas de construcción del Pectia.
Fuente: Elaboración propia

1.1 Diseño metodológico

1.1.1 Etapa 1. Planeación

La planeación tuvo seis actividades clave desde el punto de vista metodológico: 1) conformación del equipo de trabajo interno, 2) definición del alcance, el tiempo y los productos, 3) análisis de actores clave en el ámbito nacional y regional, 4) conformación del grupo ancla, 5) diseño del cronograma de trabajo y 6) diseño de la estrategia de validación. Esta última se enmarca en el concepto de *arquitectura de redes de conocimiento*.[3]

[3] La arquitectura contempla: 1. representatividad de actores en sus diferentes roles, 2. visión de cadena productiva desde lo nacional, 3. visión de territorio desde lo regional, 4. compromiso y continuidad, 5. entrada de nuevos actores.

1.1.2 Etapa 2. Diagnóstico

El diagnóstico del estado actual del sector agropecuario desde el enfoque de CTi, a partir de información secundaria y de validación con actores, identifica aspectos clave de: 1. el contexto socioeconómico del desarrollo agropecuario; 2. las perspectivas tecnológicas para el sector en el ámbito mundial y nacional (tendencias en investigación); 3. la gobernanza e institucionalidad del sector, el marco regulatorio y la conformación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) alineado con el Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTi); 4. la inversión y financiación de actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTi) en el sector; 5. La gestión de conocimiento como orientación estratégica para el sector; 6. la asistencia técnica y transferencia de tecnología; 7. las capacidades en recursos humanos e infraestructura tecnológica; 8. propiedad intelectual y acceso a recursos genéticos (marco legal para la protección del conocimiento); y 9. los mecanismos de monitoreo, seguimiento y evaluación.

1.1.3 Etapa 3. Diseño de componentes marco

Todo plan estratégico en el contexto organizacional, sectorial y nacional tiene como componentes marco la misión, la visión y los objetivos estratégicos. Dada la especificidad y complejidad del SNCTA, estos se complementan con factores de análisis habilitantes y específicos.[4]

1.1.4 Etapa 4. Agenda Dinámica Nacional de I+D+i con enfoque nación-región

En un ejercicio realizado en 2012 de carácter nacional, la Agenda identificó 528 demandas del sector productivo a la CTi, que en esta etapa del Pectia fueron revisadas, actualizadas y precisadas en el ámbito regional. Este proceso de revisión y ajuste contó con una metodología propia, detallada en el anexo 2 , en donde se identificaron demandas, prioridades y focalización de las necesidades de investigación por cadena, por departamento y por área temática.

1.1.5 Etapa 5. Diseño de estrategias

El diseño de estrategias tuvo como insumo las oportunidades y limitaciones identificadas en el documento técnico diagnóstico, los diagnósticos detallados de megatendencias en investigación, los talleres nacionales y departamentales desarrollados con actores, que fueron insumo para el diseño de lineamientos estratégicos en: 1. gobernanza y marco regulatorio, 2. gestión de conocimiento y

[4] Factores habilitantes: aspectos primordiales que inciden significativamente en el cumplimiento oportuno de los objetivos estratégicos del Pectia. Factores específicos: metodologías, herramientas, enfoques y temáticas que fortalecen los objetivos estratégicos del Pectia.

asistencia técnica, 3. capacidades en recursos humanos e infraestructura, 4. inversión y financiamiento y 5. monitoreo, seguimiento y evaluación, así como orientaciones temáticas en CTi.[5]

Estos lineamientos se validaron a través de un proceso de construcción social (figura 2), en talleres en el ámbito nacional y departamental, que tuvo como resultado estrategias alineadas con los objetivos estratégicos.

Figura 2. Hoja de ruta para la construcción de estrategias.

Fuente: Elaboración propia

Las estrategias identificadas conforman la matriz de planeación que alinea los objetivos estratégicos, los objetivos específicos, las estrategias, los riesgos, las líneas de acción, las metas, los indicadores, los responsables y la matriz de seguimiento. Esta se representa gráficamente con un mapa estratégico.

La etapa final de construcción social del Pectia comprendió un proceso de socialización de los resultados obtenidos, para la realimentación y el fortalecimiento de este, así como su validación a través de la concertación entre el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), con el propósito de definir compromisos de recursos, mecanismos y acciones para su implementación, seguimiento y evaluación, tomando como base la matriz y los instrumentos de soporte sectoriales.

[5] Este eje de análisis se desarrolla con el análisis de la Agenda Única Nacional de I+D+i.

1.2 Alcance, pilares y principios

1.2.1 Alcance

El Pectia del SNCTA 2017-2027 es un marco orientador de la política de CTi y de su financiamiento con recursos públicos, privados y de cooperación, para promover el cambio técnico, la generación de valor y la evaluación periódica de sus resultados respecto de la sostenibilidad, la productividad y la competitividad. Todo lo anterior con la participación de los distintos actores nacionales, territoriales y especiales,[6] vinculados a los procesos de gestión de conocimiento de la I+D+i del sector agropecuario.[7]

Su propósito se orienta a focalizar acciones en los aspectos priorizados por el sector agropecuario que se requieren resolver, mejorar la eficiencia en la asignación de recursos, la articulación de la institucionalidad y su relación con los actores del SNCTA y complementar sus capacidades para una mayor y mejor capacidad de respuesta, promover la gestión de conocimiento, el cambio técnico y la innovación y proponer una mejor gobernanza del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria.

1.2.2 Principios y pilares

Los principios estratégicos del Pectia orientan su construcción y accionar desde una perspectiva de análisis articulado con los actores que conforman el sistema nacional de CTi, que le dan el matiz de ser un documento de política pública de carácter social y colectivo, validado en instancias del orden nacional y territorial, que vincula a tomadores de decisiones, expertos, beneficiarios y dinamizadores de la I+D+i sectorial. El plan tiene como principios fundamentales:

Representatividad: se vinculan actores relacionados con los diferentes roles y acciones del sistema, en relación con actividades en las cadenas y los sistemas productivos, así como en la gestión de conocimiento, lo cual garantiza mayor objetividad en la definición de las estrategias que el Pectia propone, junto con un mayor control social en su implementación.

Participación: de los actores del SNCTA que se vinculan al proceso de construcción social y ejecución en los ámbitos nacionales y territoriales, así como las instancias del orden nacional, territorial e intersectorial que pueden aportar elementos para una mejor orientación del Pectia.

Pertinencia: lograr que el proceso de construcción social y ejecución sea sensible a las realidades del entorno, para definir acciones que de manera adecuada, oportuna y eficaz permitan solucionar los retos y responder a los requerimientos sobre CTi para el sector agropecuario colombiano.

[6] Comprende las comunidades indígenas, afrodescendientes y romaníes.
[7] Comprende los subsectores agrícola, pecuario, forestal, pesquero y acuícola en sus actividades primarias y de transformación (agroindustria).

Integralidad: asegurar la productividad mediante programas que acompañen el acceso efectivo a la tierra, con innovación, ciencia y tecnología, asistencia técnica, crédito, riego y comercialización y con otros medios de producción que permitan agregar valor.

Los pilares que soportan las estrategias del Pectia orientan su accionar y contemplan los aspectos transversales de enfoque territorial, coordinación institucional e intersectorial y articulación (nación-región), que conforman la estructura base del plan (figura 3).

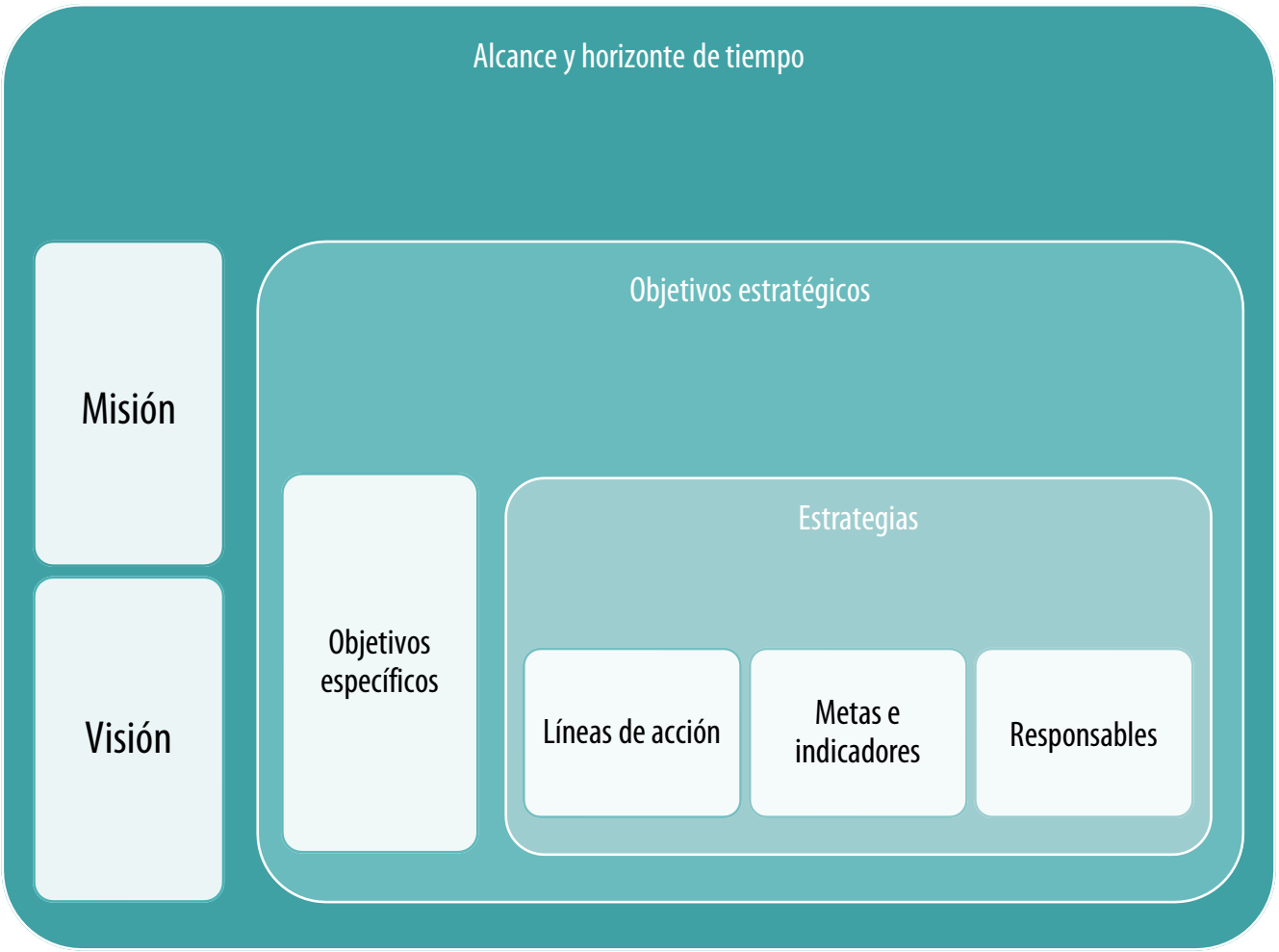


Figura 3. Estructura del plan estratégico sectorial.

Fuente: Elaboración propia

1.3 Identidad del Pectia

Con el propósito de garantizar que el Pectia sea sectorial y no de una institución en particular, se definió su propia identidad.

El logotipo Pectia[8] nace de la abstracción de dos elementos figurativos. El primero es una molécula en representación de las palabras ciencia, tecnología e innovación; el segundo elemento es una hoja en representación de la naturaleza que converge en el sector agropecuario. Ellos se componen como una cuadrícula que le da un carácter rígido, mecanismo "estratégico" que constituye la primera letra del plan: la letra P. La gama de colores azul y verde corresponde a la ciencia y al agro, respectivamente.

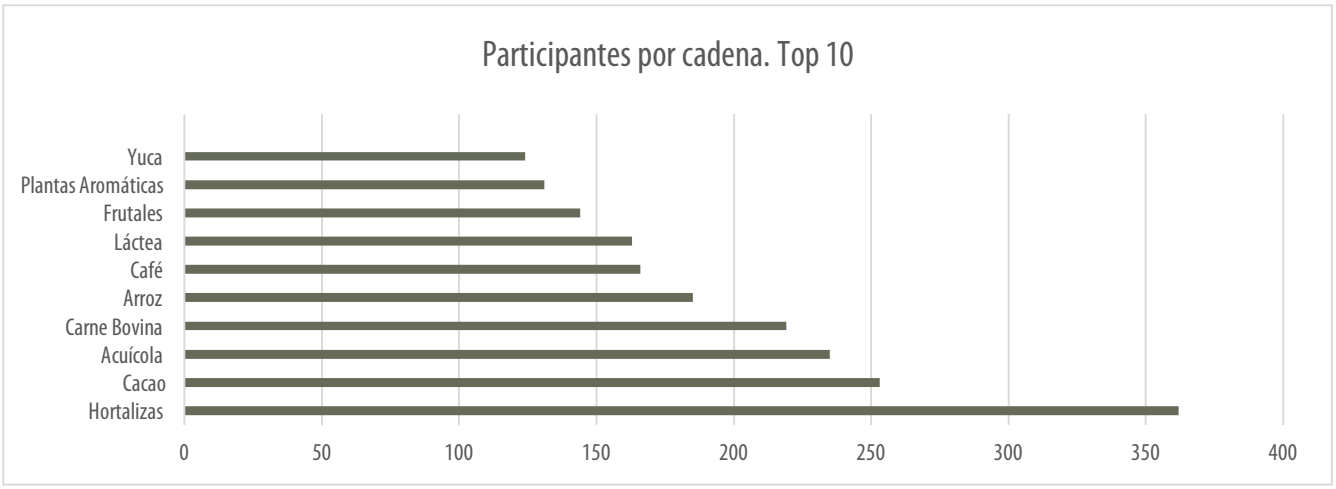
1.4 Construcción social

El proceso de construcción social del Pectia, es el resultado de un proceso de socialización, validación y retroalimentación en el contexto nacional y departamental con diferentes actores. Este proceso abarcó 5.731 participantes en los talleres, 992 organizaciones, 27 departamentos[9] y 34 cadenas productivas.

Respecto de los actores por cadenas productivas, las que contaron con el mayor número de participantes fueron hortalizas, cacao, acuícola, carne bovina y arroz, con 368, 253, 235, 219 y 185, respectivamente. En relación con los departamentos, de los 3.336 actores participantes, 368 se reunieron en Cundinamarca, 298 en Nariño, 297 en Putumayo, 268 en Meta y 229 en Casanare. Se destaca la participación de actores de universidades, centros de investigación y desarrollo tecnológico, con 976, seguido de gremios y asociaciones de productores con 574 y entidades públicas del orden territorial con 465 (figura 4).

[8] Diseñado por la Oficina de Comunicaciones, Imagen y Relaciones Corporativas de Corpoica.

[9] Los departamentos que no participaron en el ejercicio fueron Amazonas, Guainía, Vaupés, Chocó y San Andrés, Providencia y Santa Catalina.



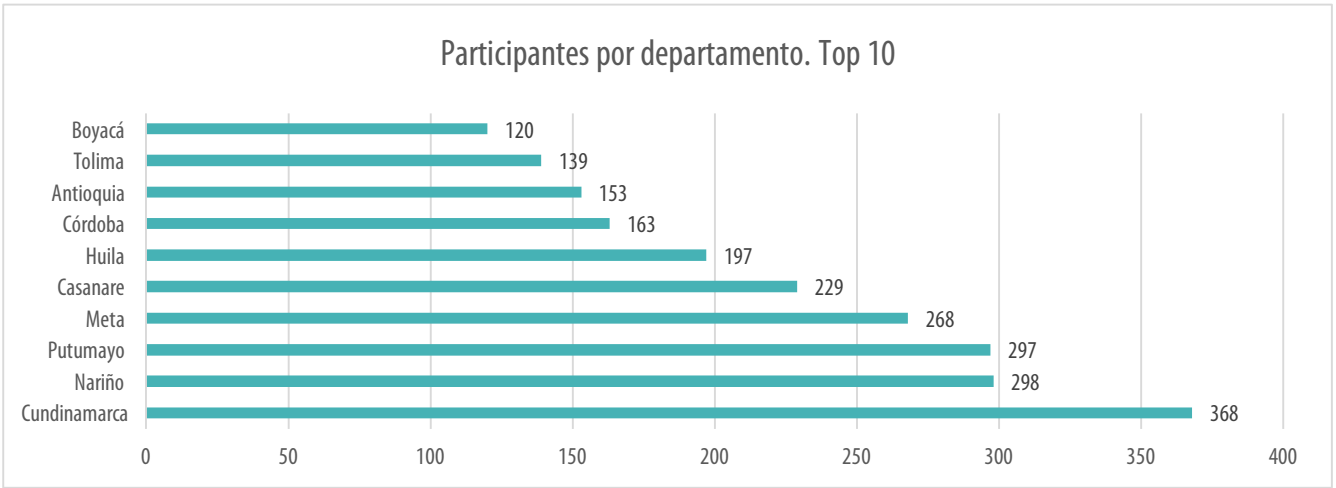


Figura 4. Construcción social del Pectia[10].

Fuente. Elaboración propia

[10] La participación social incluye a actores representantes de sistemas productivos locales que, si bien no están reglamentados como cadenas productivas, son claves para el desarrollo territorial. El top 10 hace referencia a los ítems más representativos de cada análisis.

2. Diagnóstico de la CTi agropecuaria

El diagnóstico para la ciencia, tecnología e innovación (CTi) del sector agropecuario (ver en detalle anexo 3) abarca un análisis extenso del estado actual sectorial, la relación con el entorno y las megatendencias globales, las prioridades nacionales desde la Agenda Dinámica Nacional de I+D+i, el capital social del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) como factor específico y la gobernanza, la inversión y la financiación y la planeación, el seguimiento y la evaluación, así como las capacidades en recursos humanos e infraestructura como factores habilitantes.

2.1 En torno de la CTi sectorial

Hay un amplio consenso en el mundo sobre el potencial de la agricultura en el crecimiento económico de los países en desarrollo y en especial por su efecto en las poblaciones rurales, generalmente las más pobres, en materia de nutrición, empleo, ingresos y mejora en sus condiciones de vida. Desde la perspectiva comercial, el mercado mundial de productos agropecuarios se ha ampliado y diversificado. Para el periodo 2005-2013, la tasa anual de crecimiento del valor de las exportaciones agrícolas en el mundo fue de 10 % en contraste con 7 % de aquella de los bienes no agrícolas. Para 2013, 84 % de este comercio fue de productos elaborados y la dinámica de sus exportaciones es superior a aquella de bienes primarios para el mismo periodo (10 *vs.* 9 %) (WTO 2014) (anexo 4).

Según el DANE (2015c), el último censo agropecuario reporta en el área rural dispersa 42,3 millones de hectáreas de uso agropecuario, de las cuales 7,1 (16,8 %) millones corresponden a cultivos permanentes, transitorios y asociados. Según la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC 2012), Colombia es uno de los países con mayor potencial de expansión de tierras para uso agrícola en el mundo. Según la FAO (2015b), Colombia se ubica en el puesto 25 entre 223 países donde se evalúa el potencial de expansión del área agrícola sin afectar el área de bosque natural. Este potencial de crecimiento, según el MADR (2014a), se estima en 10 millones de hectáreas, dentro de las que se encuentran áreas no aprovechadas y otras que tradicionalmente han sido utilizadas sin atender criterios de vocación productiva. Estas cifras, más la condición de país tropical con diferentes pisos térmicos y una disponibilidad de recurso hídrico por habitante, entre las más altas del mundo (SAC 2012), son un indicador del margen que tiene el país para el desarrollo de la producción agrícola.

Sin embargo, según la OCDE (2015), prevalecen cuellos de botella para aprovechar todo el potencial de desarrollo agrícola que tiene el país y señala, entre ellos, aspectos como baja competitividad y productividad, limitada infraestructura para el transporte y la comercialización de productos agrícolas, limitaciones para expandir y diversificar mercados, baja capacidad para responder a factores exógenos y estabilizar la inversión en el área rural, desbalances regionales y dificultad de la población rural para desarrollar su potencial productivo.

En Colombia, como en otros países de América Latina, la productividad total de los factores (PTF) para el periodo 1991-2010 ha sido impulsada por el cambio tecnológico en lugar de cambios en la eficiencia de la producción expresada por el cambio de los rendimientos por hectárea hacia el máximo potencial productivo alcanzable (Ludena 2010; Trindade 2012). A su vez, Fuglie y Rada (2013) señalan que las mayores contribuciones al crecimiento de la producción agrícola colombiana (1981-2010) se pueden atribuir a las mejoras en la PTF agrícola, seguido del aumento de la intensidad del uso de insumos por hectárea de tierra agrícola. Las áreas irrigadas y cultivadas no se incrementaron, sino que incluso disminuyó el crecimiento de la producción agrícola en el periodo más reciente.

Dada la creciente vinculación del país a la economía global, el gradual impacto del cambio climático mundial en la base ambiental de nuestra agricultura y la necesidad de mejorar los indicadores de productividad y competitividad vía el cambio tecnológico, el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (Pectia), en los próximos años, va a desarrollarse en un escenario global, en el cual habrá presiones derivadas de aspectos como el cambio climático y la necesaria reducción del impacto ambiental de la agricultura, el crecimiento de la disponibilidad, el acceso y la calidad de alimentos para la población, las características y dinámicas del comercio de alimentos, la orientación de las políticas agrícolas y de las instituciones y los rasgos del modo de hacer ciencia y de los procesos de innovación en la agricultura.

El cambio de los patrones climáticos es uno de los problemas globales en la actualidad, pero se expresa de manera diferenciada en las localidades y afecta significativamente el desempeño de los sistemas productivos agropecuarios. Los cambios en los paisajes rurales, en la distribución espacial de ecosistemas, la perturbación de la composición biogeoquímica, la dispersión y el establecimiento de especies invasoras, la desaparición de especies (20-30 % si la temperatura aumenta 2,5 °C), el desplazamiento de cultivos, los cambios en la fenología y la fisiología de las plantas, son algunos de los efectos del cambio climático en la agricultura (IUCN 2016), cuya comprensión, mitigación y previsión deben ser ampliamente considerados en la agenda futura de CTi del país.

La seguridad alimentaria está vinculada a múltiples aspectos que son necesarios tratar desde la perspectiva de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, tales como los procesos productivos para asegurar la calidad e inocuidad de los alimentos, el manejo sanitario y fitosanitario de las producciones agropecuarias, el aprovechamiento de subproductos de dichas producciones, la diversificación y los nuevos usos de productos, el desarrollo de productos innovadores, funcionales, cultivos energéticos, la evidencia científica para sustentar medidas sanitarias y fitosanitarias para el comercio interior y exterior, las normas de calidad, los procesos de cosecha, poscosecha, los procesos logísticos y de comercialización y manipulación, los procesos de gestión de conocimiento para el cambio técnico, entre otros.

Los estudios más recientes de la FAO (2013) sobre la seguridad alimentaria en el mundo indican que el crecimiento económico es necesario, pero no suficiente para acelerar la reducción del hambre y la malnutrición. En este sentido, el crecimiento agrícola sostenible es frecuentemente eficaz para llegar a los pobres, en especial cuando se basa en el aumento de la productividad de los pequeños

agricultores, en los países de bajos ingresos, donde la contribución de la agricultura a la reducción de la pobreza, satisfacer la demanda futura de alimentos es mayor y generar oportunidades para adquirir bienes y servicios producidos localmente es mayor.

El consumo de alimentos se ve afectado por varios factores, que incluyen la disponibilidad, accesibilidad y elección de los alimentos, los que, a su vez, pueden verse influenciados por la geografía, la demografía, los ingresos disponibles, la situación socioeconómica, la urbanización, la globalización, la religión, la cultura y las actitudes de los consumidores y el mercadeo.

Los mercados están cada vez más fragmentados y cambian rápidamente. Para entender este fenómeno, se requieren proyecciones sobre el comportamiento futuro del consumidor, los efectos de este comportamiento sobre las tendencias en la producción y sobre la generación de nuevos productos. También se aprecia una sensibilidad del gasto en alimentación ante la evolución del ingreso disponible de las familias. Es decir, si el ingreso per capita mejora, el presupuesto dedicado a los alimentos se puede incrementar y destinar a productos con mayor valor agregado. Esta tendencia se presenta principalmente en los sectores de la población que perciben cambios importantes en su nivel de ingreso. Algunas empresas de análisis de mercado, como Euromonitor, señalan las siguientes como las principales tendencias en el mercado de alimentos para un futuro próximo (Revenga 2014): 1. alimentos con contenido proteínico y alimentos naturales y funcionales, 2. reducción de productos cárnicos y azucares (más vegetales en la dieta), 3. mayor preocupación por el bienestar y la salud en los mercados emergentes: probióticos (Nielsen 2014), cereales integrales, calidad e inocuidad de productos, entre otros.

Un aspecto fundamental de innovación en la agricultura son los incentivos que las diferentes políticas dan a los productores para mejorar la oferta de productos agropecuarios, su calidad e innocuidad, su productividad, el manejo sostenible de la base ambiental de la producción y mejorar el acervo de conocimientos tecnológicos vía la investigación y la gestión de conocimiento.

En los últimos años, el mundo ha venido experimentando cambios en las tendencias de las políticas agrícolas derivados de diversos factores económicos, geopolíticos, sociales y ambientales. Cada vez más países han venido adoptando un cambio de postura en las negociaciones de comercio, con actitudes proteccionistas, influenciadas externamente por rivalidades en las relaciones económicas derivadas de la desconfianza en los mercados y de la búsqueda de la seguridad en los suministros, por afinidades geopolíticas y por los espacios que han ganado los grupos ambientalistas e internamente por la acción de grupos de presión en busca de rentas derivadas de la política pública o de virajes en el modelo de apertura económica que los caracterizó desde la década de 1990. También se vienen observando diversos cambios en las políticas de subsidios a la agricultura, en los apoyos y estímulos para mejorar su posición precompetitiva como vía de preparación para enfrentar diversas barreras al comercio, como las medidas no arancelarias.

La revisión de la política agrícola de Colombia por parte de la OCDE (2015), en el proceso de acceso del país a esta organización, señala que el sector agrícola ha padecido las consecuencias de la adopción de unas políticas deficientes y afronta importantes desafíos

estructurales. Si bien actualmente constituye un sector prioritario para el gobierno, el marco institucional de la política agrícola presenta importantes debilidades.

En este sentido, la OCDE (2015) sugiere que, para lograr un crecimiento agrícola sostenible, el país debe tener una política agrícola con perspectiva de largo plazo que contribuya a corregir las deficiencias del sistema de tenencia de la tierra, a mejorar la infraestructura de transporte, la gestión del agua y del suelo, a fortalecer los sistemas de inocuidad alimentaria y de sanidad animal y vegetal y de información de mercado, a mejorar la educación a todos los niveles y fortalecer la investigación y desarrollo tecnológico, así como los servicios de asistencia técnica y extensión. La gobernanza y la coordinación de la política agrícola deben también tener una especial atención, al igual que el ordenamiento institucional a nivel departamental y municipal.

En materia tecnológica, existe una amplia tendencia en el mundo a fortalecer los sistemas nacionales de innovación agrícola aumentando la inversión pública y privada en ciencia, tecnología e innovación, destinada a promover el emprendimiento, la formación de recursos humanos, el desarrollo de infraestructura científica, la generación, acumulación y socialización de conocimiento tecnológico, vía la investigación, el desarrollo tecnológico, la transferencia de tecnología y la asistencia técnica.

Es de anotar que Colombia mantuvo en el periodo 1981-2006 una media de inversión pública en ciencia y tecnología para el sector agropecuario, equivalente a 0,5 % del PIB sectorial, muy por debajo de la inversión en los países líderes de América Latina y comparable con Panamá, Tanzania, China, Nigeria, la India y Honduras (Corpoica 2015a).

Finalmente, el mundo actual, y en particular en la agricultura, está en proceso de "innovar la forma de innovar". Para ello, se requiere trascender el enfoque lineal prevaleciente aun en el mundo agrícola (el investigador sabe y el productor aprende) y asumir que la innovación relevante emerge de procesos de investigación multidisciplinarios y de interacción social y colectiva; es decir, con la participación calificada y activa de los que necesitan de ella o serán por ella afectados, los cuales, por cierto, poseen un reservorio de conocimiento tácito que, en general, ya ha sido puesto en práctica en procesos de creación de valor.

Por esto, la tendencia hoy en el mundo es resolver la generalizada fragmentación de los actores involucrados en la innovación agrícola vía la conformación de sistemas de innovación[11], fundamentada en el hecho de que la innovación agrícola plantea problemas sistémicos para el desarrollo y la difusión de conocimientos, la búsqueda e identificación de oportunidades, la experimentación empresarial y la administración del riesgo y la incertidumbre, la formación del mercado, la movilización de recursos, la legitimación de iniciativas, políticas, etc., y para el desarrollo de externalidades positivas.

[11] Definidos como el conjunto de actores y reglas que influyen en la dirección y velocidad del cambio tecnológico en un área tecnológica específica (Hekkert et al. 2007; Bergek et al. 2008; Markard y Truffer 2008).

En la Tabla 1, se resumen las perspectivas para el sector agropecuario en el mundo, centradas en tres megatendencias socioeconómicas, mientras que en la tabla 2 y 3 se describen los indicadores económicos y los factores clave del sector frente a las dinámicas globales para Colombia, respectivamente.

Tabla 1. Megatendencias del entorno global

Megatendencia	Aspectos clave
Dinámica del consumo urbano	• Nuevos patrones de consumo con consecuencias negativas sobre la salud. Los tres problemas principales son la obesidad, la desnutrición y la malnutrición (Guzmán 2014). • Consumo diverso con mayores niveles de participación de alimentos: 1. diferentes de los granos (carne, pescado, productos lácteos, aceites comestibles, frutas y verduras) y demanda de piensos-cereales para los animales, 2. procesados para cocinar en casa y 3. preparados comprados fuera de casa.
Producción, transformación y distribución de alimentos	• 50-70 % del costo total de los alimentos para consumidores urbanos de economías emergentes está en los segmentos más allá de la granja. • Las ventas directas y las disposiciones contractuales tienen un efecto positivo en la comercialización y los ingresos.
Calidad y seguridad de los alimentos	• Las observaciones sobre los vínculos entre la seguridad alimentaria y los supermercados, las dietas y los precios en los países en desarrollo muestran que los supermercados están promoviendo la calidad y la seguridad de los alimentos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Indicadores económicos para el sector agropecuario en Colombia

Indicador	Estado actual
PIB agropecuario	• Al revisar el comportamiento del PIB agropecuario a partir de 2010, se puede observar que ha crecido paulatinamente y alcanzado en 2015 un valor de $32.914 miles de millones. Entre 2010 y 2015, el PIB del sector ha crecido a una tasa anual promedio de 2,95 %, mientras que el PIB nacional lo hizo a 4,49 % (Banco de la República s. f.).
Crecimiento en el valor de la producción	• Crecimiento en el valor de la producción agropecuaria en términos reales de 5,4 % para 2013; sin contar café, el agro colombiano creció apenas 2,6 %, con aumentos de 3,7 % en agricultura de ciclo corto, 3,8 % en ciclo largo y 1,5 % para el conjunto de las actividades pecuarias.
Área cultivada, producción y rendimiento	• Según cifras del tercer Censo Nacional Agropecuario (CNA), del total del área rural dispersa censada[12], 50,6 % corresponde a bosques naturales, 40,6 % a uso agropecuario, 7,2 % a uso no agropecuario y 0,1 % a nuevos desarrollos urbanos. Del total del área para uso agropecuario, 80,5 % se destina a pastos y 19,1 % a uso agrícola, donde el área sembrada con cultivos es 82 %, que equivale a 7,186 millones de hectáreas (6,36 % del total del área rural dispersa). De los cultivos, 16 % del área destinada corresponde a cultivos transitorios y 78,4 % a cultivos permanentes (aumento significativo de permanentes comparado con 43,7 % en el CNA de 1960 y 52,6 % en el CNA de 1970) (DANE 2015c). La producción agrícola en 2013 alcanzó 26 millones de toneladas, 8,2 % superior a la registrada en 2012. Respecto del renglón pecuario, la producción 3,9 millones de toneladas en 2013, cifra 6,5 % superior a la registrada en 2012 (MADR 2015). • Este comportamiento productivo ha llevado a una recomposición productiva donde su dinámica ha pasado de bienes de ciclo corto (transitorios) a actividades agrícolas de ciclo largo (permanentes). En conjunto, en la última década, la producción agrícola de ciclo corto tiende a perder participación en el valor total, espacio ganado por la producción pecuaria y los cultivos permanentes (Corpoica 2013; Mejía 2015).

[12] El área continental colombiana es de 114.174.800 ha, de las cuales 98,98 % fueron consideradas por el DANE dentro del área rural dispersa, equivalentes a 113.008.623,9 ha. De estas, el 98,9 % correspondieron a las unidades de cobertura en el CNA realizado en 2014.

Indicador	Estado actual
Comercio exterior y balanza comercial	• La balanza comercial agropecuaria y agroindustrial presentó en 2014 un superávit de US$1.076 millones, 105 % más que el superávit registrado en 2013 (US$525 millones). Las exportaciones del sector participaron con 3 % del total de las toneladas exportadas y con 13 % del valor y alcanzaron más de 4,5 millones de toneladas y US$7.350 millones FOB. Respecto del volumen, los principales productos exportados en 2014 fueron bananos o plátanos, azúcar y café (40, 20 y 14 % del total de toneladas de productos agropecuarios o agroindustriales exportadas) y desde el punto de vista del valor fueron café, flores y bananos o plátanos que representan 34, 19 y 11 % del valor exportado. • Las importaciones sectoriales aumentaron 2 % en valor y 4,4 % en volumen frente a 2013, que pasaron de 9,9 a 10,3 millones de toneladas, y en valor de US$6.201 millones a US$6.317 millones. Los principales productos importados fueron maíz, trigo y torta de soya que representan 38, 18 y 10 % de los volúmenes importados de productos agropecuarios y agroindustriales, respectivamente, y 15, 9 y 9 % respecto del valor (US$CIF) (MADR 2015).
Contexto competitivo frente a referentes en ALC	• Buen desempeño productivo en las cadenas de banano, café, frutas, plátano y yuca. • La producción de frutas supera el promedio de AL 25 y 40 % del mundo. • En cultivos transitorios, el área, la producción y el rendimiento están por debajo del registro en el mundo, pero los rendimientos superan en 10 % a AL. • En producción pecuaria, las diferencias más relevantes se presentan en la producción de carne bovina. El promedio de AL: 1.115.571,34 t y Colombia: 848.409,48 t (24 % menos).

ALC: América Latina y el Caribe.
FOB: Free on board, «Libre a bordo, puerto de carga convenido». Corresponde a una cláusula de comercio internacional.
CIF: Cost, insurance and freight, «Coste, seguro y flete, puerto de destino convenido». Corresponde a una cláusula de comercio internacional.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Factores clave en el entorno colombiano del sector frente a las dinámicas globales

Factor	Estado actual
Competitividad	• Colombia ha suscrito cerca de 11 TLC y ha identificado para el sector agropecuario productos con ventajas competitivas y con potencial exportador, como flores, frutas, banano, hortalizas, aceites crudos, azúcar, café, tabaco, carne bovina y cacao. • "Los sistemas productivos agropecuarios son poco flexibles en su estructura de costos y altamente dependientes de insumos importados de difícil sustitución. Los insumos pueden llegar a representar en promedio 30 % de los costos totales y el costo logístico para transportar de la finca al puerto o al aeropuerto es más alto en Colombia que en el resto de Latinoamérica y el Caribe" (DNP 2011b). • Solo 9,6 % de las UPA recibió asistencia o asesoría para el desarrollo de sus actividades durante 2013; 65,5 % de esta ayuda se concentró en las de menos de 5 h (DANE 2015c).
Entorno ambiental	• La expansión de la frontera agrícola hacia ecosistemas vulnerables, como páramos y zonas de conservación, es uno de los limitantes más marcados entre producción agropecuaria, medio ambiente y disponibilidad de recursos naturales (Banco de Occidente 2001; Ortiz y Reyes 2009). • El uso indiscriminado de agroquímicos, en especial fertilizantes inorgánicos, conlleva un deterioro ambiental progresivo del suelo, el agua y el aire, que ha afectado gravemente ecosistemas vulnerables en la última década (Méndez 1999; Niño 2010; PNUD 2011).
Cambio climático	• En la última década, los fenómenos de El Niño y La Niña han afectado la agricultura colombiana y se proyectan para los próximos años aumentos en la variabilidad climática, con altas temperaturas y precipitación errática, lo cual lleva a un cambio en la prevalencia de plagas y enfermedades, inundaciones en las costas, estrés hídrico, salinización de suelos y, por ende, grandes pérdidas económicas y aumento de los costos de producción que traen como consecuencia que aproximadamente en 60 % de las áreas cultivadas se verían perjudicados 80 % de los cultivos (Lau et al. 2013). • Ante los fenómenos climáticos, se desarrollan estrategias como la Política del Sector Agropecuario para la Adaptación a los Fenómenos Climáticos, que brinda un marco institucional y operativo para afrontar las amenazas del cambio y la variabilidad climática (Agencia de Noticias UN 2013; MADS 2013).

Factor	Estado actual
Seguridad alimentaria	• En Colombia, el índice global de hambre (GHI) para 2014 fue de 5,3 considerado en nivel moderado, una reducción de más de 50 % desde 1990 donde el nivel era serio en 10,9. Sin embargo, nueve países de la región han avanzado a mejor ritmo: Chile, Argentina, Costa Rica, Panamá, Uruguay, Brasil, Cuba y Venezuela presentan desde 2005 índices inferiores a 5 (nivel bajo). • En relación con la desnutrición, los efectos más marcados se dan en niños en especial menores de 5 años, donde 3,4 % sufre de desnutrición, que muestra grandes diferencias en áreas urbanas respecto de las rurales. En efecto, 2,9 % de la población en estado de desnutrición vive en el área urbana y 4,7 % en el área rural. Asimismo, 13,2 % de la población infantil sufre de desnutrición crónica, 11,6 % en el área urbana y 17 % en el área rural (Del Castillo et al. 2009; Profamilia et al. 2010). • Según la FAO (2015b), 8,8 % de la población de Colombia se encuentra en prevalencia de subalimentación y 15,5 % de insuficiencia de alimentos. • Existen otros factores restrictivos para el acceso a los alimentos, como la disminución de áreas de cultivo y los acelerados procesos de urbanización en zonas tradicionalmente agrícolas, que conlleva problemas en la disponibilidad de alimentos de autoconsumo. Como directriz en este asunto, el país cuenta con la Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional (Conpes 113 [DNP 2007]).
Producción y economía campesina	• En Colombia, la población rural representa 24 % de la población total y la gran mayoría pertenece a economía familiar campesina (Rendón 2012; Agencia de Noticias UN 2013). • Los productos agrícolas predominantemente campesinos tienen mayor peso que los producidos por grandes productores o empresarios capitalistas, que representan entre 60 y 61 % del valor de la producción total del país (50 % en transitorios y 48 % en permanentes). • El 87 % de las UPA se asocia a la economía campesina (Forero 2002; Forero 2003; Rendón 2012). El 69,9 % de las UPA tiene menos de 5 ha, 10,3 % entre 5 y 10 ha y 14 % entre 10 y 50 ha. El 49,3 % de las UPA de menos de 5 ha destina cerca de 60 % de su producción para el autoconsumo (DANE 2015c). • El 66,8 % de los 2.1000.000 trabajadores permanentes de las UPA son miembros del hogar del productor y se concentraron en las UPA de menos de 5,0 ha (DANE 2015c).

Factor	Estado actual
Tenencia de la tierra y desarrollo rural	• Los predios menores de 5 ha (69,9 % de las UPA) ocupan menos de 5 % del área rural dispersa y 41,1 % de esta área está concentrada en el 0,4 de las UPA con más de 500 ha (DANE 2015c). • Muchos de los predios de menos de 5 ha tienen uso inadecuado de recursos productivos, en especial suelos y aguas (PNUD 2011; IGAC 2012; Incoder 2012). • La forma de tenencia de la tierra es propia (73,8 % de las UPA), seguido de arrendamiento (9,8 %) (DANE 2015c). • 6,5 millones de hectáreas (15 % de la superficie agropecuaria) fueron despojadas y abandonadas, sin contar los territorios de comunidades étnicas (PNUD 2011). 5,8 millones de hectáreas (más de lo que hay sembrado en comida) han sido otorgadas dentro de los 9.000 títulos mineros vigentes y hay 20.000 nuevas solicitudes (DANE 2015c).
Pobreza rural y empleo	• Según cifras del DANE (2015c), 56,6 % de los habitantes en las zonas rurales vive en pobreza y 23 % en pobreza extrema; 53 % de esta no tiene sus necesidades básicas satisfechas, aunado con que para 2012 los índices de pobreza en las zonas rurales solo disminuyeron 0,9 %. El comportamiento de la pobreza medida por ingresos en las áreas urbanas y rurales registra una gran distancia respecto de la meta fijada para 2015. La brecha es 1,4, es decir, por cada persona del área urbana en situación de pobreza, existe una persona y media en esa situación en el área rural (PNUD 2013). • Según el tercer CNA, a pesar de que la pobreza multidimensional se redujo respecto del censo de 2005, esta aún es de 44,7 %, lo cual hace que los campesinos colombianos sigan siendo el grupo poblacional con menores oportunidades de la sociedad (El Tiempo 2016). • Existe bajo nivel de capitalización, 83,3 % de los productores agropecuarios no tiene maquinaria y 83,1 % no cuenta con infraestructura para realizar su actividad y, en relación con el crédito, 89 % no solicitó préstamos durante 2013 (DANE 2015c).

Factor	Estado actual
Migración rural-urbana	• Las migraciones recientes del campo a la ciudad en los últimos años han estado cerca de las 100.000 personas por año, migración motivada por razones económicas (60 %) y por violencia en el campo (40 %). De la población rural, 52 % son hombres y 48 % mujeres, mientras que en la población urbana estos valores son 47 y 53 % (DANE 2015c). • La población censada del área rural dispersa es menos joven que la encontrada en el censo de 2005. Entre las causas de migración rural-urbana cabe mencionar falta de empleo asalariado, la expansión de la agricultura comercial, la mecanización de cultivos, los conflictos entre la colonización y el latifundio, lo cual se manifiesta en un abandono del campo con una tendencia creciente a procesos negativos, tales como la disminución de la oferta de alimentos y el aumento de importaciones (Murad 2003; Perfetti 2013; DANE 2015c).

CNA: Censo Nacional Agropecuario
TLC: tratados de libre comercio.
UPA: unidades de pronta atención.
Fuente: Elaboración propia

En el escenario actual de posconflicto, el papel de la CTi se focaliza en diversas temáticas, como las estrategias de agricultura familiar, los mecanismos de asociatividad y empresarización en torno a la innovación, la formulación de proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), la orientación de capacidades en generación, transferencia y adopción de conocimiento hacia el desarrollo rural integral y el fortalecimiento, el desarrollo y la inclusión de cadenas productivas y sistemas productivos con enfoque territorial. El documento Conpes 3867 "Estrategia de preparación institucional para la paz y el posconflicto" propone direccionar esfuerzos desde la política pública para el desarrollo social y económico de las zonas rurales para la paz, en temas como: "(i) la generación de ingresos y proyectos productivos agropecuarios, no agropecuarios, turísticos y culturales; (ii) la garantía de derechos sociales con enfoque territorial y diferencial para la igualdad de oportunidades (seguridad alimentaria, cultura, salud, educación, seguridad social, mecanismos de protección a la vejez, vivienda, agua potable y saneamiento); (iii) vías regionales, conectividad y bienes públicos para la paz; y (iv) ordenamiento del suelo y de la propiedad rural (catastro multipropósito y POT modernos)". (DNP 2016c, 46).

El Acuerdo de Paz (2014), en el capítulo que propone una reforma rural integral, establece un principio de integralidad, en el cual el papel de la CTi es-fundamental para asegurar la productividad, el acceso y los medios tecnológicos y no tecnológicos requeridos, y la vinculación de procesos de asistencia técnica e innovación social, así como la alineación con programas de desarrollo con enfoque territorial y participación colectiva.

2.2 Relacionamiento con el entorno: megatendencias

Las megatendencias, según Naisbitt (1984), son cambios mayores a nivel social, tecnológico, ambiental o político que se desarrollan de manera lenta… emergen en un instante, influencian un amplio rango de actividades, procesos y percepciones, en entornos gubernamentales y sociales posiblemente por décadas…son fuerzas subyacentes que direccionan tendencias específicas (traducción propia).

A través de la revisión y el análisis de los planes y documentos gubernamentales de CTi, del documento técnico de diagnóstico para el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano, del documento técnico de diagnóstico para la Misión Rural, así como de las discusiones de validación en nacionales y territoriales, principalmente, se definieron las cinco siguientes megatendencias que van a condicionar el cambio técnico en el sector agropecuario y que fueron examinadas a fondo con expertos, con el fin de definir estrategias y acciones que debiera contemplar el Pectia: 1. biodiversidad y biotecnología, 2. seguridad alimentaria, 3. sostenibilidad ambiental, variabilidad y cambio climático, 4. tecnologías de la información y de la comunicación y 5. agroenergías.

El Conpes 3866 "Política de desarrollo productivo" (DNP 2016b) establece acciones para focalizar los esfuerzos en áreas del conocimiento y tecnologías habilitantes prioritarias de acuerdo con las capacidades de investigación construidas en el país, así como a los desafíos económicos y sociales que enfrenta Colombia.

Con estos criterios, las áreas de conocimiento identificadas para investigación y desarrollo (I+D) asociadas al sector agropecuario son energías renovables, salud y alimentos; y, como tecnologías transversales, biotecnología, materiales y nanotecnología y tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), que se detallan a continuación.

- TIC: (1) ser líderes mundiales en el desarrollo de aplicaciones sociales dirigidas a los más pobres, (2) desarrollo de contenidos digitales, (3) comercio electrónico, (4) emprendimiento TIC y (5) aplicaciones de gobierno (*e-government*).

- Biotecnología y biodiversidad: (1) promover una percepción pública positiva frente a las ventajas del desarrollo de la biotecnología, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales que promueva acciones de conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad; (2) agrodiversidad para uso agropecuario: aprovechar la biodiversidad del país para el beneficio de la agricultura, que incluye, entre otros, aumentar el conocimiento sobre dicha biodiversidad (bioprospección); y (3) agroecología: investigación dirigida a aprovechar los ecosistemas, pero, al mismo tiempo, a conservar los servicios ecosistémicos que estos proveen, según el conocimiento científico y el local.

- Seguridad alimentaria: (1) desarrollar planes de promoción e intervención que apoyen a las políticas de seguridad alimentaria y nutricional tanto en el entorno regional como nacional y (2) integración de capacidades para garantizar la calidad de los alimentos (químicos y biológicos) en busca de su inocuidad.

- Sostenibilidad ambiental: realizar CTi que responda a la necesidad de aumentar la producción de alimentos para una población creciente en una cantidad limitada de tierra agrícola, con un enfoque de reducción del efecto sobre los recursos naturales.

- Agroenergías: promoción de biocombustibles de segunda generación.

A continuación, se presenta un marco general de las megatendencias identificadas.

2.2.1 Tecnologías de la información y las comunicaciones[13]

Según Cobo (2009), las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se definen colectivamente como innovaciones en microelectrónica, computación (*hardware* y *software*), telecomunicaciones y optoelectrónica — microprocesadores, semiconductores, fibra óptica— que permiten el procesamiento y acumulación de enormes cantidades de información, además de una rápida distribución de la información a través de redes de comunicación. La vinculación de estos dispositivos electrónicos, permitiendo que se comuniquen entre sí, crea sistemas de información en red basados en un protocolo en común. Esto va cambiando radicalmente el acceso a la información y la estructura de la comunicación, extendiendo el alcance de la red a casi todo el mundo.

El fortalecimiento de las TIC en Colombia es una respuesta a un entorno dinámico y cambiante, en el cual las tendencias mundiales de fortalecimiento buscan lo siguiente: 1. la consolidación del gobierno en línea (gobierno como usuario modelo); 2. la masificación de la banda ancha; 3. el desarrollo de programas de I+D+i en TIC; 4. la promoción de la educación en TIC; 5. la difusión de las TIC a las empresas; 6. la difusión de las TIC a individuos y hogares; 7. la capacitación basada en las TIC para la industria y el trabajo; 8. el desarrollo general de contenidos digitales; 9. los incentivos a la difusión a través de las TIC del contenido informativo del sector público; y 10. El soporte de las TIC a los procesos de crecimiento e innovación.

El sector de las TIC en Colombia tiene como máximo ente rector el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MTIC), desde donde se establecen las directrices de política y se soporta la normativa. De acuerdo con el esquema organizacional e institucional del sector de las TIC y su interacción con el sector agropecuario, en el país el marco de referencia establecido en el ámbito

[13] Ver anexo 4.

ministerial (MTIC y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]) es la iniciativa TIC + Agro, la cual busca orientar un marco normativo para el desarrollo de actividades en CTi acotadas en nueve ejes temáticos (demandas), que son los siguiente:

1. Desarrollo e implementación de sistemas de información de tecnologías de la información (TI) para los procesos de planificación rural agropecuaria como apoyo a los entes territoriales.[14]
2. Desarrollo e implementación de soluciones de TI de agricultura de precisión o agricultura específica por sitio.
3. Desarrollo e implementación de soluciones de TI que contribuyan a la captura y el procesamiento de información en campo.
4. Desarrollo e implementación de soluciones de TI enfocadas en la gestión de información de mercados agrícolas, agroindustriales, pecuarios, avícolas, forestales, acuícolas y pesqueros, tales como manejo de insumos, procesos de logística, trazabilidad de productos, e-marketing, e-commerce y e-business.
5. Desarrollo e implementación de soluciones de TI enfocadas en la gestión de la propiedad de la tierra rural.
6. Desarrollo e implementación de soluciones de TI para difusión, acceso, distribución, consulta y registro bidireccional de contenidos que utilicen tecnologías o medios tales como mensajes de texto (SMS), servicio suplementario de datos no estructurados (USSD) y respuesta de voz interactiva (IVR).
7. Desarrollo e implementación de soluciones de TI que fomenten la gestión del conocimiento en el sector agropecuario y mejoren los procesos de asistencia técnica actuales.
8. Desarrollo e implementación de soluciones de TI relacionadas con big data y cloud computing dirigidas al sector agro.
9. Desarrollo e implementación de soluciones de TI para la gestión de información climática en procesos de cultivo (Flórez y Uribe 2016).

Estas categorías de demandas se enmarcan en el enfoque de agricultura electrónica, el cual se define como el diseño, el uso, la apropiación y la integración de infraestructura, tecnologías, servicios, como computadores, tabletas, servidores, equipos de telefonía móvil, satélites, antenas de difusión de telecomunicaciones, aplicaciones, sistemas de información, sistemas de gestión de conocimiento y plataformas digitales para permitir, soportar y potenciar la producción agrícola y pecuaria (traducción propia) (Deloitte 2012).

2.2.2 Biotecnología y biodiversidad[15]

El término biodiversidad agrícola comprende toda diversidad biológica que contribuya a la producción de alimentos y a la seguridad alimentaria, sin desconocer aquellas especies no alimenticias. La biodiversidad es la variedad de vida en los diferentes niveles de

[14] Entidades territoriales: personas jurídicas, de derecho público, que componen la división político-administrativa del Estado, gozando de autonomía en la gestión de sus intereses. Son entidades territoriales los departamentos, municipios, distritos y los territorios indígenas (MEN s. f.).
[15] Ver anexo 4

organización biológica, como el genético, el de especies y el ecosistema. En los ecosistemas agrícolas (agroecosistemas), es en especial importante el mantenimiento de la diversidad biológica tanto para la producción de alimentos como para la conservación de las bases ecológicas que aseguran la vida y el sustento de las poblaciones rurales (FAO 2008). Su alcance en el sector agropecuario comprende técnicas y procesos que buscan mitigar la degradación de los suelos, el ambiente y los hábitats de vida silvestre, la contaminación de las fuentes hídricas y el desplazamiento de la población rural. Sin embargo, se requiere integración de herramientas biotecnológicas, conocimiento de especies nativas, caracterización de bancos de germoplasma, ecosistemas sostenibles, productos diferenciados, bioseguridad, establecimiento de huellas de carbono y huellas ecológicas, bioprospección y estudio de especies de interés comercial, para diseñar e implementar medidas que eviten riesgos a la biodiversidad.

Por su parte, se entiende por *biotecnología* la producción de conocimientos, bienes o servicios, mediante el empleo de organismos vivos, parte de ellos o sus productos (OCDE 2005), así como "toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos" (ONU 1992, 3). Esta definición incluye las aplicaciones médicas e industriales, así como considerables instrumentos y técnicas habituales en la agricultura y la producción de alimentos (FAO 2004). Su alcance en el sector comprende la biotecnología verde o agrícola, la cual abarca una variedad de tecnologías moleculares, como la manipulación de genes, la transferencia de genes, la tipificación del ADN y la clonación de plantas y animales, focalizada en incrementar la producción agropecuaria, obtener cultivos e inventario pecuario más eficiente, menor necesidad en el uso de agroquímicos, así como la promoción al consumidor de alimentos modificados genéticamente.

La importancia de la biotecnología en Colombia está sustentada en la biodiversidad, identificada como una de las grandes ventajas competitivas que puede y debe convertirse en desarrollo para el país, y en el aprovechamiento sostenible y adecuado de los recursos naturales.

La bioprospección representa para Colombia una alternativa de desarrollo económico, generación de empleo, conservación de la biodiversidad, formación de recurso humano altamente calificado, organización y alianza entre grupos de investigación nacional e internacionales, fortalecimiento de la plataforma tecnológica del país y de cadenas productivas asociadas a algunos sectores industriales. En este contexto, se destaca el Programa Nacional de Agrobioprospección para el sector agropecuario que fue planteado con un enfoque de sostenibilidad como foco de desarrollo para cadenas de valor (Cotes-Prado y Barreto-Meses 2012).

El propósito del Programa Nacional de Agrobioprospección es la generación de soluciones o productos innovadores que le aporten valor agregado a las cadenas de producción agropecuaria, a partir del conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad. Para lograr esto, se propone un modelo basado en la integración de las regiones y los grupos de investigación, una alianza del sector productivo-investigativo-académico, el establecimiento de una red de laboratorios y centros nacionales y consolidar una plataforma de capacidades

que incluye la formación de talento humano y el fortalecimiento de plantas piloto para el escalamiento de productos y el mejoramiento de las actuales capacidades nacionales en ciencias ómicas,[16] bioinformática y análisis químico a elevada escala.

Un antecedente que cabe mencionar es el aportado por las agendas prospectivas desarrolladas para cadenas priorizadas por el MADR, en el cual se identificaron tres áreas temáticas transversales en las que la bioprospección puede desempeñar un papel importante en la generación de valor agregado para la innovación. Estas áreas temáticas transversales fueron las siguientes: 1. respuesta a factores bióticos y abióticos, 2. reemplazo de productos químicos y 3. calidad nutricional y funcional. Otras entidades y actores identificaron otras áreas importantes en bioprospección, como industria agraria, cosmética, farmacéutica y biocombustibles.

2.2.3 Sostenibilidad ambiental, variabilidad y cambio climático[17]

La *sostenibilidad o sustentabilidad ambiental* puede ser definida, según Gligo, como

> "una condición que, en correspondencia con los horizontes de estrategias de desarrollo de largo plazo, sobre la base del acervo tecnológico que la sociedad posee, y considerando la posibilidad real que ella tiene para acceder a los recursos materiales y energéticos, logra la coexistencia armónica del hombre con su medio ambiente equilibrando los sistemas transformados y creados. Evita, por lo tanto, su deterioro (1987, 17)".

El correcto manejo de los recursos naturales integrales que componen los aparatos productivos confluye en que biólogos, agrónomos, especialistas en agroindustrias, economistas y planificadores, entre otros, deben hacer un análisis racional de costos y beneficios frente a la sostenibilidad de estos. La sostenibilidad ambiental en el contexto mundial tiene relación directa con el aumento de la población y la demanda por alimentos, agua, materias primas y otros componentes relacionados de manera directa con la oferta ambiental, los cuales han ocasionado que las dinámicas de patrones de desarrollo tengan una incidencia negativa en los niveles de respuesta del entorno ambiental que disminuyen las capacidades de respuesta naturales de regeneración y depuración (servicios ecosistémicos) (MAVDT 2007).

Desde la reforma rural integral de los acuerdos de paz, la zonificación ambiental, la delimitación de la frontera agrícola y la caracterización del uso de las áreas que deben tener un manejo ambiental especial, tales como zonas de reserva forestal, zonas de alta biodiversidad, ecosistemas frágiles y estratégicos, cuencas, páramos y humedales y demás fuentes y recursos hídricos, permiten proteger la biodiversidad y el derecho progresivo al agua y demás recursos naturales para la población, lo cual propicia su uso racional (Acuerdo de Paz s. f.).

[16] Las principales *ómicas* son la genómica, la interactómica, la metabolómica, la metagenómica, la proteómica, la epigenómica, la lipidómica, la alimentómica o foodómica, la secretómica, la glicómica y la transcriptómica.
[17] Ver anexo 4.

2.2.4 Seguridad alimentaria[18]

La revisión del concepto de seguridad alimentaria (SA) realizada por Simon (2009) menciona la existencia de más de doscientas nociones, basado en los trabajos de Smith et al. (1992) y Gentilini (2002). Pese a esta variedad de definiciones, el autor afirma que la noción más aceptada es la establecida en la Cumbre Mundial de la Alimentación de 1996, según la cual existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades dietéticas y sus preferencias alimentarias para desarrollar una vida activa y sana.

En el contexto nacional, la seguridad alimentaria y nutricional es definida como

> "la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa (DNP 2007, 3)".

El Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional 2012-2019 (PNSAN) (DNP 2013), resultado del documento Conpes 113 el 31 de marzo de 2007 (DNP 2007), producto de la Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN) y del análisis de la problemática de dispersión y desactualización de la información en cuanto a seguridad alimentaria y nutricional, creó el Observatorio en Seguridad Alimentaria y Nutricional en 2013.

El PNSAN es el marco orientador para poner en marcha la política de seguridad alimentaria en el país, cuyo objetivo principal es garantizar que toda la población colombiana disponga, acceda y consuma alimentos de manera permanente y oportuna, en suficiente cantidad, variedad, calidad e inocuidad. La política tiene como principios el derecho a la alimentación, la equidad social, la perspectiva de género, la sostenibilidad, la corresponsabilidad y el respeto a la identidad y diversidad cultural (MADR 2011).

En el componente de desarrollo rural e incremento de la productividad, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) plantea como estrategia el incremento de la productividad, en especial, en los sistemas de agricultura a pequeña escala o sistemas de agricultura familiar. Según la FAO (2015b), más de 90 % de los 570 millones de explotaciones agrícolas de todo el mundo está dirigida por una persona o familia y se basa principalmente en la mano de obra familiar y 84 % de las explotaciones familiares abarcan menos de 2 ha y ocupan solo 12 % de la superficie agrícola.

Sin embargo, desde el punto de vista del valor, estas explotaciones producen más de 80 % del total mundial de alimentos (FAO 2015b), lo cual subraya que los pequeños productores desempeñan un papel fundamental en la seguridad alimentaria, ya que su producción provee la mayoría de los alimentos que se consumen localmente en la mayor parte de los países. Este sistema de producción contribuye

[18] Ver anexo 4.

a la seguridad alimentaria y a la nutrición a escala mundial tanto de forma directa, puesto que vincula la producción y el consumo para muchos hogares rurales, como indirecta, porque abastece los mercados locales de los productos alimentarios principales de forma potencialmente flexible y funciona como una importante red de seguridad social (FIDA 2011; HLPE 2013a).

La eficiencia de la agricultura familiar ligada a pequeñas explotaciones agrícolas radica en la capacidad de los pequeños productores de obtener niveles altos de producción por unidad de tierra mediante la utilización de mano de obra familiar en sistemas de producción diversificados. Por otra parte, debido a que la sostenibilidad de la producción se ve amenazada por el detrimento de los recursos naturales y la sobreexplotación, la producción a pequeña escala impulsada por la agricultura familiar ofrece una alternativa de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y limitar el daño al medio ambiente.

En el mundo, se identifica que se requiere de manera urgente apoyar y fortalecer los sistemas de producción de agricultura familiar y generar una necesidad de conocimiento e innovación en sistemas de producción diversificados, que contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas y tengan la capacidad de adaptación al cambio climático, así como tecnologías apropiadas para la producción de pequeña escala, eficientes desde el punto de vista energético e intensivas en mano de obra (en lugar de ser intensivas en capital).

Las iniciativas de diversificación están promoviendo el rescate de las especies subutilizadas y olvidadas (NUS '*neglected and underutilzed species*'). Estas especies (también conocidas como cultivos menores o huérfanos, cultivos ancestrales, plantas o cultivos tradicionales, dependiendo del contexto) han empezado a despertar interés por su potencial para mejorar las dietas y el estado nutricional de la población, potenciar la generación de ingresos, acrecentar la resiliencia de los sistemas productivos ante el cambio climático y promover la diversidad cultural; se reconoce además que la promoción de estas especies puede desempeñar un papel en el empoderamiento de mujeres y grupos étnicos (Padulosi et al. 2013).

El aporte de la agrobiodiversidad, tomando como base los recursos genéticos, es un potencial para la seguridad alimentaria y nutricional como medio de subsistencia y diversificación alimentaria, que requiere generar conocimiento e innovaciones en varios ámbitos: por ejemplo, en todos los sistemas productivos en el desarrollo de modelos de producción sostenibles (producción limpia, agroecología, etc.).

Una estrategia complementaria a la diversificación de la alimentación es la biofortificación, proceso que se utiliza para obtener alimentos vegetales enriquecidos en micronutrientes disponibles, a través del fitomejoramiento convencional, la ingeniería genética o la biofortificación agronómica[19] (MSPS 2015). En el mundo, la biofortificación se ha centrado fundamentalmente en cultivos básicos y en el hierro, el zinc y los β-carotenos; en América Latina, los mayores desarrollos se han obtenido en el maíz, el trigo, la batata, el arroz, el fríjol y la yuca.

[19] El aumento de los contenidos minerales a través de la fertilización edáfica o foliar.

Desde el marco de la Reforma Rural Integral de los acuerdos de paz, la seguridad alimentaria se orienta a asegurar, para toda la población rural y urbana en Colombia, disponibilidad y acceso suficiente en oportunidad, cantidad, calidad y precio a los alimentos necesarios para una buena nutrición, en especial la de niños y niñas, mujeres gestantes y lactantes y personas adultas mayores, promoviendo prioritariamente la producción de alimentos y la generación de ingresos (Acuerdo de Paz 2014).

2.2.5 Agroenergías[20]

De acuerdo con la FAO (2008b), las energías alternativas, desde la agricultura o las bioenergías, se refieren a todos los tipos de energía derivados de los biocombustibles. Estos son combustibles que se derivan de materias de origen biológico, o biomasa. La FAO clasifica los biocombustibles según la procedencia de la biomasa usada para su producción —bosques, agricultura o biomasa urbana— y la situación del producto. Por consiguiente, los biocombustibles comprenden los combustibles leñosos, los agrocombustibles y los subproductos urbanos, y cada uno de estos grupos se divide en formas de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, que pueden usarse para la generación de calor o electricidad.

La FAO (s. f.) define la agroenergía como "energía derivada de determinados cultivos plantados *ex profeso*, y de subproductos de origen agrícola y ganadero, residuos y desechos". Un concepto asociado es el de bioenergía, derivada de los biocombustibles que son obtenidos de sistemas de producción agropecuarios.

Los biocombustibles son las principales fuentes agroenergéticas en el mundo; un biocombustible es cualquier tipo de combustible líquido, sólido o gaseoso, proveniente de la biomasa (materia orgánica de origen animal o vegetal). Este término incluye: bioetanol (o alcohol carburante), metanol, biodiesel, diésel fabricado mediante el proceso químico de Fischer-Tropsch, combustibles gaseosos como metano o hidrógeno. Se identifican tres fuentes primarias de biocombustibles provenientes de material crudo de cultivos agroindustriales: 1. azúcares simples, 2. almidón y 3. lignocelulosa. Otras fuentes de obtención son desechos municipales y subproductos agrícolas y forestales (Balat y Balat 2009), que pueden ser sólidos (paja, leña, astillas, briquetas, carbón vegetal), líquidos (alcoholes, biohidrocarburos, aceites vegetales y ésteres derivados, aceites de pirolisis) o gaseosos (gas de gasógeno, biogás, hidrogeno) (Lede s. f.).

Cabe agregar que, para la investigación en temas como los biocombustibles a partir de cultivos energéticos, es necesario contemplar lo siguiente: 1. composición química de la biomasa, 2. prácticas de cultivo, 3. prácticas de uso de la tierra, 4. uso de recursos, 5. balance de energía, 6. emisión gases de efecto invernadero, 7. mineralización de aguas y suelos, 8. uso de pesticidas, 9. erosión del suelo, 10. contribución a la biodiversidad, y 11. requerimientos hídricos.

[20] Ver anexo 4.

En el mundo, el enfoque macro está dando prioridad al diseño de economías basadas en materias primas renovables para la obtención de energía y productos de manera sustentable (HLPE 2013b), donde la incorporación tecnológica debe optimizar las fuentes actuales de producción de biocombustibles y dar prelación a las materias primas que no compiten frente a la seguridad alimentaria aumentando su disponibilidad y disminuyendo sus costos de producción, así como utilizar todos los componentes de la biomasa para la producción de alimentos, combustibles, productos químicos, materiales, energía y calor y maximizar el desarrollo económico sostenible (Ragauskas et al. 2006).

Se resalta la necesidad de rediseñar el conjunto de políticas e incentivos, articulados con políticas y regulaciones vigentes más amplias, como las políticas agrícolas, energéticas y sobre bioenergía (Pelkmans et al. 2008). La promoción de esta megatendencia desde la I+D+i propone una orientación a:

- Mejorar la eficiencia de las tecnologías de producción de biocombustibles.
- Transferencia y adaptación tecnológica a las condiciones propias de cada contexto.
- Análisis del potencial de contribución de las fuentes de obtención de biocombustibles de primera y segunda generación, de la restauración de tierras degradadas, de la ordenación de cuencas hidrográficas y de la gestión de la propiedad rural.
- Aceleración de la viabilidad comercial de procesos para la obtención de biocombustibles de tercera generación.
- Fortalecimiento en la investigación en procesos bioquímicos y termoquímicos para combustibles de primera y segunda generación.
- Estudios contextuales de la eficiencia de cultivos energéticos por hectárea en función de la vocación de uso del suelo.
- Aprovechamiento de los residuos o coproductos de la obtención de biocombustibles de primera generación como sucedáneos de pienso con alto contenido proteico.
- Investigación en materias primas alternas como la Jatropha.
- Estudios de eficiencia económica a lo largo de la cadena de valor de los biocombustibles de segunda generación y tercera generación, como Jatropha, lignocelulósicos y algas.
- Estudios sobre balances medioambientales en la producción de biocombustible frente a la emisión de gases de efecto invernadero que abarquen los distintos procesos, las diferentes combinaciones de materias primas, las tecnologías de procesos de conversión y los métodos de manipulación de los coproductos.
- Fomentar el desarrollo de plantas a escala comercial para la producción de biocombustibles de segunda generación.

A partir de los diagnósticos elaborados para cada megatendencia (anexo 3), se construyen lineamientos de base que sirven como insumo para la construcción de orientaciones en CTi.

2.3 Agenda Dinámica Nacional de I+D+i

La Agenda Dinámica Nacional de I+D+i permite la identificación de demandas, capacidades y prioridades sobre I+D+i de las cadenas productivas, en el contexto nacional y regional, mediante la concertación y articulación de actores, y proporciona información útil para la orientación de las estrategias del Pectia.

El proceso de construcción de la Agenda se dio entre 2011 y 2013 y tuvo un enfoque nacional. Su revisión y ajuste para propósitos del Pectia se inició a finales de 2014 y se extendió hasta mediados de 2016, con énfasis en consultas regionales, y proyectó la futura conformación de sistemas territoriales de innovación.[21]

La metodología contempló la priorización de departamentos y cadenas productivas a través de reuniones concertadas con los Consejos Nacionales de Cadena y las secretarías de agricultura departamentales, respectivamente. Asimismo, consideró la identificación de actores clave del SNCTA y su caracterización según los roles y eslabones que desempeñan en la cadena, la realización de jornadas departamentales para la identificación y revisión de demandas, la oferta de investigación, las brechas, las capacidades institucionales y la priorización de las demandas revisadas. Finalmente, como parte de la concertación de las agendas a nivel nacional, se consideró llevar a cabo su validación ante los Consejos Nacionales de Cadena (anexo 2).

La priorización de las demandas se llevó a cabo con el fin de identificar las necesidades que se deben atender con prelación en las cadenas productivas, para lo cual se consideraron criterios, como 1. productividad, 2. conservación del medio ambiente, 3. modernización y transformación productiva, 4. mejoramiento de la calidad e inocuidad, 5. mercadeo y la comercialización y 6. fortalecimiento de capacidades. En una escala de 1 (aporte bajo) a 5 (aporte alto), se calificó el aporte que la solución de cada demanda le confiere a la cadena productiva en relación con los criterios definidos.

En el proceso de revisión de la Agenda, las demandas obtenidas fueron clasificadas en 14[22] áreas temáticas, que tomaron como base las categorías del Sistema Internacional de Información sobre Ciencias y Tecnologías Agrícolas (AGRIS 'International System for Agricultural Science and Technology') y las áreas del conocimiento utilizadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Los resultados de este proceso (consolidado de demandas, su definición y priorización) están disponibles en la plataforma Siembra, específicamente en las consultas por cadena, área temática y región del componente de Agenda (Corpoica s. f.). Asimismo, como

[21] Redes geográficamente concentradas de distintos actores que interactúan para atender las demandas específicas locales.

[22] 1. Alimentación y nutrición, humana y animal. 2. Calidad e inocuidad de insumos y productos. 3. Fisiología vegetal y nutrición. 4. Fisiología y reproducción animal. 5 Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales. 6. Manejo ambiental y sostenibilidad. 7. Manejo cosecha, poscosecha y transformación. 8. Manejo de suelos y aguas. 9 Manejo del sistema productivo. 10 Manejo sanitario y fitosanitario. 11 Material de siembra y mejoramiento genético. 12 Sistemas de información, zonificación y georreferenciación. 13 Socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial. 14. Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación.

soporte del proceso, se cuenta con documentos por cadena productiva (anexo 5) y por departamento (anexo 6), que parten de los aspectos generales del Pectia, compilan información del contexto sectorial económico y en CTi, describen los resultados de la revisión de Agenda, definen las orientaciones estratégicas de CTi de las cadenas y departamentos para los próximos años y proponen de manera general las acciones para la implementación del Pectia en el ámbito territorial. Esta focalización desde lo territorial permite dinamizar las apuestas en región y generan insumos para la construcción de orientaciones en el nivel nacional.

2.3.1 Resultados de la revisión de la Agenda Dinámica Nacional de I+D+i

Como resultados del proceso de revisión de la Agenda Dinámica de I+D+i, se consolidaron 3.311 demandas que fueron identificadas y revisadas en 5 regiones naturales (Amazonía, Andina, Costa Caribe, Orinoquía y Pacífica),[23] 27 departamentos,[24] y 34 cadenas productivas;[25] clasificadas en 14 áreas temáticas. Debido a que varias cadenas productivas vinculan diferentes productos, se revisaron 60 agendas de investigación. Las cadenas que presentan esta característica son las siguientes: 1. acuícola (acuicultura continental de aguas cálidas, especies acuícolas ornamentales, pesca), 2. alimentos balanceados (maíz, quinua, soya), 3. cítricos (limón Tahití, otros cítricos), 4. frutales[26] (caducifolios, chontaduro, marañón, piña, uchuva), 5. hortalizas (ahuyama, ají, aliáceas, arveja, berenjena, crucíferas, fríjol, fríjol-habichuela, hortalizas de hoja, tomate, tomate-pimentón, transversales, zanahoria), 6. pasifloras (granadilla, maracuyá, otras pasifloras) y 7. plantas aromáticas (pimienta, otras plantas aromáticas).

Del total de cadenas productivas que revisaron sus agendas de investigación (34), 7 están en proceso de dar prioridad a las demandas identificadas en los departamentos (aguacate-Valle del Cauca, equina, asnal y mular-Valle del Cauca; alimentos balanceados [maíz]-Cundinamarca; pasifloras [maracuyá]-Meta; Mora-Caldas y Risaralda; panela-Huila; sábila-Caldas, Quindío y Risaralda) y queda pendiente la realización de la jornada correspondiente.

2.3.1.1 *Resultados por cadena productiva*[27]

Para el análisis de la agenda por cadena productiva se tomó como base el total de demandas revisadas, cifra que asciende a 3.311 registros. De las 34 cadenas productivas que revisaron sus agendas de investigación, 10 representan en conjunto 58 % (1.929) del total de demandas (3.311), con mayor participación de hortalizas con 15 % (501), seguida de cacao con 7 % (241), láctea y panela con 6 %

[23] En la región insular, San Andrés de Providencia, no se ha realizado revisión de Agenda de I+D+i.
[24] En los departamentos de Amazonas, Guainía, Chocó, Vaupés y San Andrés, Providencia y Santa Catalina, no se ha realizado revisión de Agenda de I+D+i.
[25] Las cadenas de algodón, avícola, guadua y porcina consideran vigente la agenda construida en 2012. La cadena de flores y follajes revisará su agenda en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca y Risaralda. La cadena de palma cuenta con ficha de contexto, informe de agenda documentado y está pendiente de iniciar el proceso de validación y revisión con los actores correspondientes.
[26] Se consideran, en la categoría de frutales, las frutas que no están constituidas como cadenas en el MADR.
[27] Ver anexo 5.

(198), carne bovina con 5 % (156), acuícola con 4 % (131) y café (127), cítricos (127), aguacate (125) y ovino caprina (125) con 3,8 % cada una.

Tal tendencia es consecuente con la cobertura departamental de estas cadenas, donde cacao cubre 67 % de los departamentos (18), hortalizas y láctea 48 % cada una (13), panela 44 % (12), cítricos 37 % (10), carne bovina, acuícola y aguacate 33 % cada una (9), ovino caprina 30 % (8) y café 26 % (7) (figura 5).

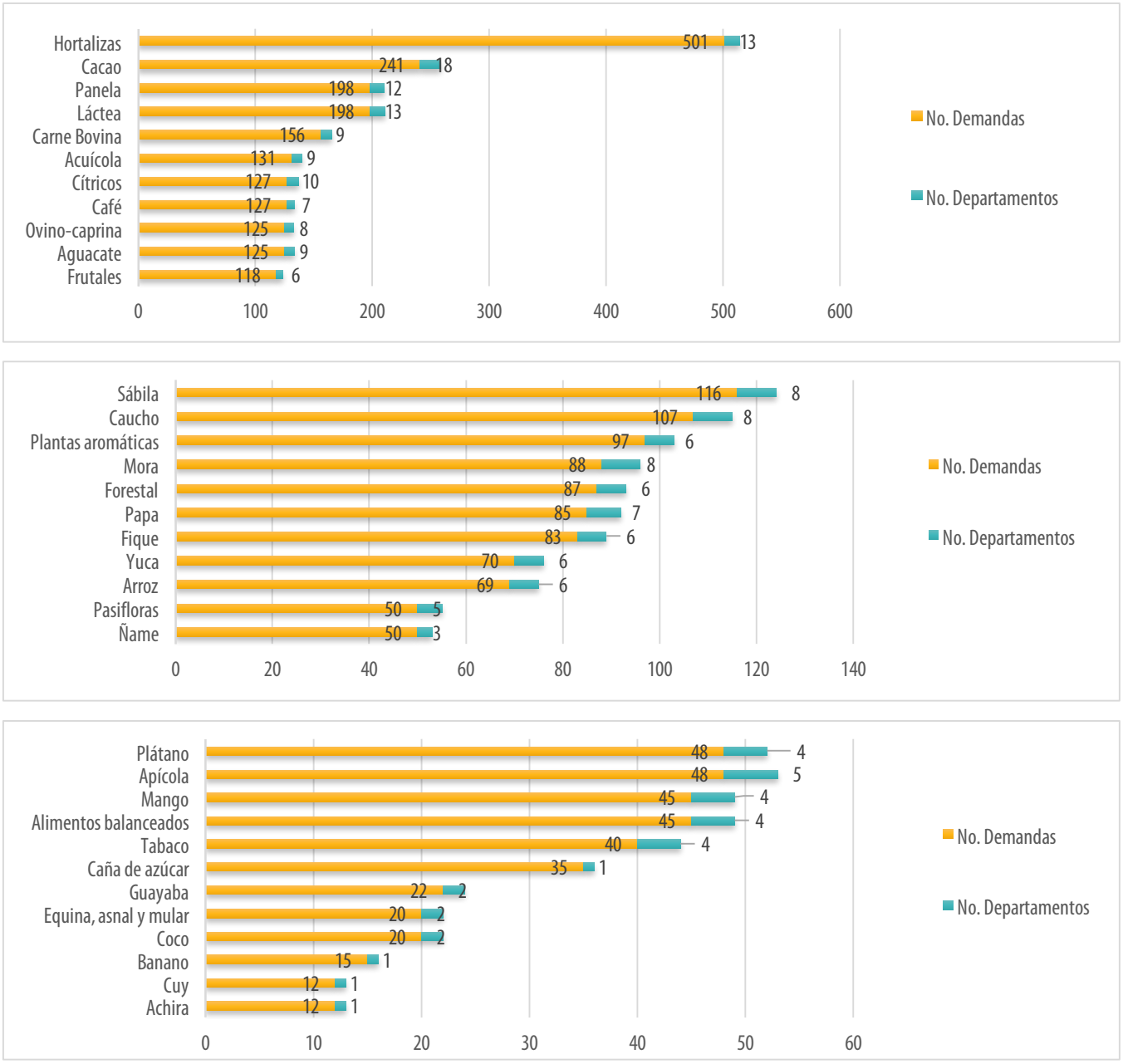


Figura 5. Número de demandas y departamentos por cadena productiva.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información consolidada de las agendas revisadas

Los datos presentados reflejan la complejidad de algunas cadenas por vincular un amplio número de productos, como las hortalizas y la concentración de demandas por mayor número de departamentos priorizados, por ejemplo, cacao. En este sentido, la priorización de las demandas toma relevancia toda vez que permite focalizar las necesidades de investigación y a su vez realizar un uso más eficiente de los recursos que se asignen para solucionarlas. Sin embargo, es necesario un esfuerzo adicional de política sectorial en la definición de subsectores y regiones. El análisis de las demandas con prioridad 1 y 2 se presenta en el numeral 2.3.2.

En la tabla 4, se presenta el número de demandas por cadena productiva y la relación de departamentos donde se revisó la Agenda de I+D+i.

Tabla 4. Relación del número de demandas y departamentos por cadena productiva

N.º	Cadena productiva	Nº demandas	Nº departamentos	Nombre de los departamentos
1	Hortalizas	501	13	Antioquia, Bolívar, Boyacá, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Magdalena, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Santander, Sucre, Valle del Cauca.
2	Cacao	241	18	Antioquia, Arauca, Bolívar, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Córdoba, Guaviare, Huila, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander, Tolima.
3	Láctea	198	13	Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Guaviare, Huila, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo.
4	Panela	198	12	Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cundinamarca, Huila, Nariño, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Valle del Cauca.
5	Carne bovina	156	9	Antioquia, Arauca, Caquetá, Casanare, Córdoba, Huila, Meta, Tolima, Vichada.
6	Acuícola	131	9	Arauca, Caquetá, Casanare, Guaviare, Huila, La Guajira, Meta, Putumayo, Vichada.
7	Café	127	7	Antioquia, Caldas, Casanare, Cauca, Huila, Nariño, Santander.
8	Cítricos	127	10	Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Magdalena, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Tolima, Valle del Cauca.
9	Aguacate	125	9	Antioquia, Bolívar, Caldas, Cauca, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, Valle del Cauca.
10	Ovino-caprina	125	8	Antioquia, Boyacá, Cesar, Córdoba, La Guajira, Norte de Santander, Santander, Tolima.
11	Frutales	118	6	Boyacá, Casanare, Norte de Santander, Putumayo, Valle del Cauca, Vichada.
12	Sábila	116	8	Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Huila, Quindío, Risaralda, Tolima, Valle del Cauca.
13	Caucho	107	8	Antioquia, Caldas, Caquetá, Córdoba, Guaviare, Meta, Santander, Vichada.

N.º	Cadena productiva	Nº demandas	Nº departamentos	Nombre de los departamentos
14	Plantas aromáticas	97	6	Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Putumayo, Tolima, Valle del Cauca.
15	Mora	88	8	Antioquia, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Putumayo, Risaralda, Santander, Valle del Cauca.
16	Forestal	87	6	Antioquia, Caldas, Córdoba, Guaviare, Meta, Vichada.
17	Papa	85	7	Antioquia, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Nariño, Norte de Santander, Santander.
18	Fique	83	6	Antioquia, Boyacá, Cauca, La Guajira, Nariño, Santander.
19	Yuca	70	6	Atlántico, Bolívar, Cauca, Córdoba, Meta, Sucre.
20	Arroz	69	6	Casanare, Cesar, Córdoba, Huila, Meta, Tolima.
21	Ñame	50	3	Bolívar, Córdoba, Sucre.
22	Pasifloras	50	5	Antioquia, Huila, Meta, Putumayo, Valle del Cauca.
23	Apícola	48	5	Antioquia, Cauca, Córdoba, Cundinamarca, Sucre.
24	Plátano	48	4	Arauca, Casanare, Meta, Nariño.
25	Alimentos balanceados	45	4	Cauca, Cundinamarca, Meta, Nariño.
26	Mango	45	4	Atlántico, Cundinamarca, Magdalena, Tolima
27	Tabaco	40	4	Bolívar, Cesar, Huila, Santander.
28	Caña de azúcar	35	1	Valle del Cauca.
29	Guayaba	22	2	Boyacá, Santander.
30	Coco	20	2	Córdoba, Nariño.
31	Equina, asnal y mular	20	2	Córdoba, Valle del Cauca.
32	Banano	15	1	Antioquia.
33	Achira	12	1	Nariño.
34	Cuy	12	1	Nariño.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información consolidada de las Agendas de I+D+i revisadas

2.3.1.2 *Resultados por área temática*

En este aparte, se analiza la concentración del total de demandas (3.311) en las 14 áreas temáticas de investigación utilizadas en los ejercicios de revisión de agenda. En la Figura 6, se observa que las necesidades de I+D+i de todo el sector agropecuario se concentran principalmente en el área de manejo cosecha, poscosecha y transformación, que representa 15,9 % (528) del total, seguida del área de socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial con 11,5 % (381), material de siembra y mejoramiento genético con 10,7 % (354) y manejo del sistema productivo con 10,2 % (337). Las cadenas que mayor cantidad de demandas concentran en estas áreas son hortalizas, panela, láctea, forestal, cacao, cítricos, carne bovina y caucho.

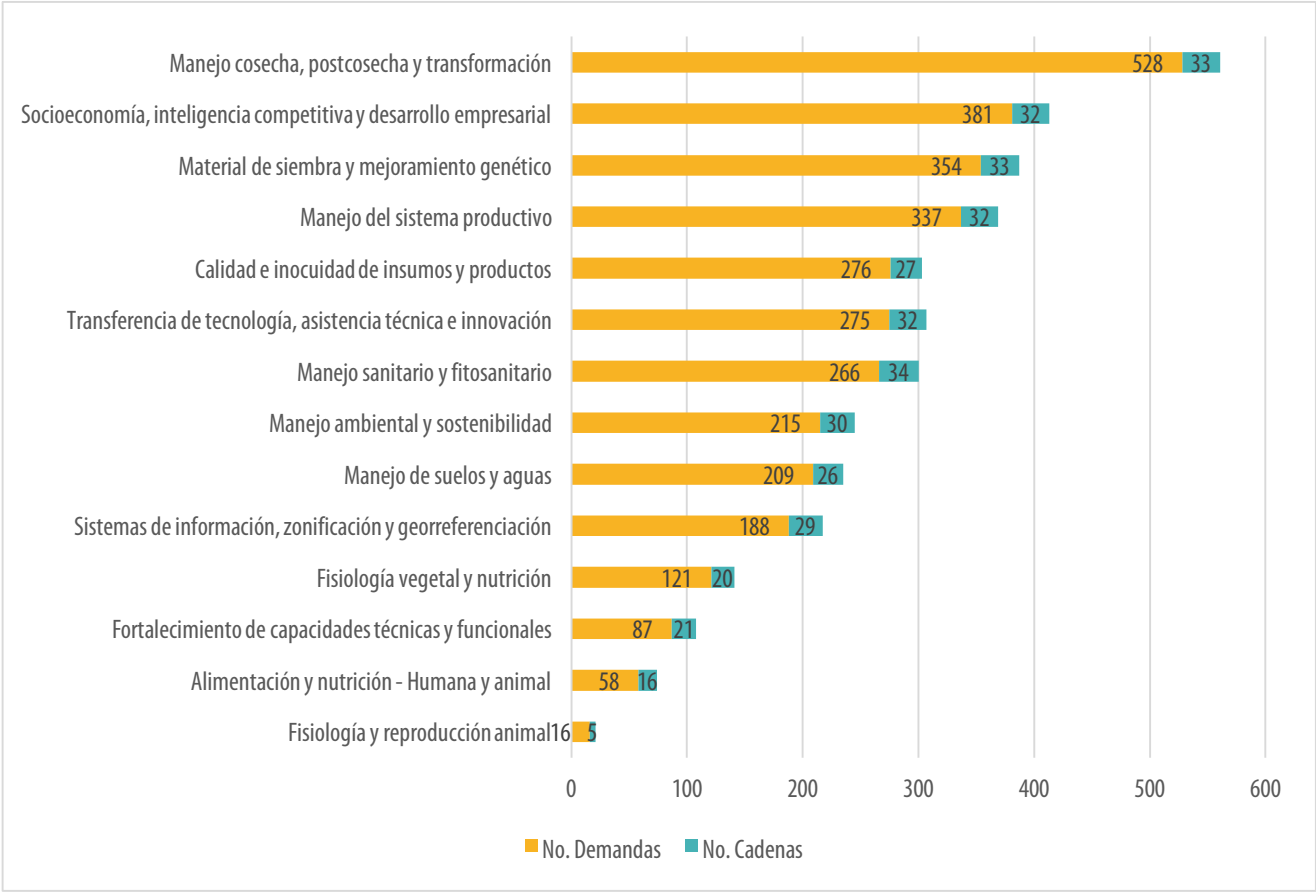


Figura 6. Número de demandas y cadenas por área temática de investigación.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información consolidada de las agendas revisadas.

Las áreas de calidad e inocuidad de insumos y productos, transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación y manejo sanitario y fitosanitario tienen una participación similar que oscila entre 8,0 y 8,3 %, mientras que áreas como manejo ambiental y sostenibilidad, manejo de suelos y aguas y sistemas de información, zonificación y georreferenciación participan en menor proporción

con porcentajes de 6,5, 6,3 y 5,7 %, respectivamente. Por último, la menor representación se observa en las áreas de fisiología vegetal y nutrición, fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales, alimentación y nutrición humana y animal y fisiología y reproducción animal, donde las dos últimas presentan baja participación debido a que las cadenas pecuarias que revisaron agenda representan 21 % (7 cadenas)[28] del total de cadenas productivas (34), tras lo cual se identifica un potencial de demanda en la formación de capacidades en estas áreas.

Por otra parte, los temas de transferencia de tecnología, sistemas de información, zonificación, georreferenciación, manejo ambiental y fortalecimiento de capacidades tienen carácter transversal en las cadenas productivas, y es posible encontrarlos implícitos en otras áreas temáticas. Este es el caso de la zonificación y georreferenciación que con frecuencia tiene relación con la caracterización, el uso y la vocación del suelo en diferentes condiciones agroecológicas; asimismo, el manejo ambiental se ve reflejado en las actividades de manejo y conservación del suelo, en el uso consuntivo del agua, en la implementación de buenas prácticas y en el manejo integrado de los sistemas productivos.

Respecto de la transferencia de tecnología, es clara la necesidad de generar estrategias para la vinculación y adopción efectiva de las ofertas de investigación originadas en las diferentes cadenas productivas. Por último, el fortalecimiento de capacidades institucionales, de recurso humano, de infraestructura, entre otros aspectos, representa un reto para el sistema teniendo en cuenta la cantidad y diversidad de necesidades en I+D+i expresadas en las agendas de investigación en el ámbito territorial y nacional.

Al revisar el número de cadenas que presenta demandas por cada área temática, se observa que en manejo sanitario y fitosanitario 37 cadenas identificaron necesidades en esta área; en manejo cosecha, poscosecha y transformación y material de siembra y mejoramiento genético, 33 cadenas; en transferencia de tecnología, 33 cadenas; en manejo del sistema productivo y en socioeconomía 32 cadenas definieron necesidades de I+D+i. Siguiendo en orden descendente, están las áreas de manejo ambiental (30), sistemas de información (29), calidad e inocuidad (27), manejo de suelos y aguas (26), fortalecimiento de capacidades (21), fisiología vegetal y nutrición (20), alimentación y nutrición (16) y fisiología y reproducción animal (5).

En la tabla 5, se relacionan los aspectos tratados por área temática de investigación para las 34 cadenas y los 27 departamentos cubiertos en el proceso de revisión de la Agenda de I+D+i.

[28] Acuícola, apícola, carne bovina, cuy, equina-asnal y mular, láctea y ovino-caprina.

Tabla 5. Aspectos contemplados por área temática de investigación

Manejo cosecha, poscosecha y transformación
Bioprospección para el desarrollo de la agroindustria y transformación en los sistemas productivos.
Mejoramiento, estandarización y validación de los procesos de transformación e industrialización de los productos, subproductos y derivados.
Métodos y protocolos de manejo de cosecha y poscosecha para la optimización de la transformación, conservación de la calidad y prolongación del tiempo de vida útil de los productos.
Desarrollar, validar, ajustar y transferir tecnología en infraestructura (equipos, sistemas, plantas piloto, maquinaria, herramientas e instrumentos) para la producción, cosecha, beneficio, transporte, almacenamiento y transformación de los productos.
Identificación y valoración de los bienes y servicios ecosistémicos asociados a las cadenas productivas y diversificación de productos amigables con el medio ambiente.
Diversificación en la utilización y aprovechamiento integral de los residuos y subproductos del proceso productivo.
Diversificación de la oferta y el desarrollo de productos innovadores con valor agregado, diferenciados y con denominación de origen, que generen aumentos de consumo y cumplan con los estándares de calidad exigidos por los mercados.
Fortalecimiento de los procesos de inspección, vigilancia y control para optimizar la comercialización, la conservación, el procesamiento y el transporte de los productos y sus derivados.
Aseguramiento de la calidad a través de buenas prácticas de cosecha y poscosecha.
Desarrollo e implementación de nuevos procesos y normas para la elaboración, el control, el seguimiento y la certificación de productos y subproductos.
Diseño e implementación de sistemas de distribución y comercialización acorde con las condiciones locales y regionales.
Estandarización de procesos de producción, cosecha, poscosecha y transformación para asegurar la calidad y la inocuidad del producto.
Mejoramiento en procesos de producción y materiales para empaques, envases y embalaje de los productos.
Uso de energías alternativas en los procesos de poscosecha.

Socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial
Diseño e implementación de un sistema integrador, permanente y actualizado, de fácil acceso y consulta que contenga información de las cadenas sobre áreas sembradas, producción, mercados, precios, entre otros, así como la generación de reportes, indicadores, producción científica, análisis y proyecciones, para la toma de decisiones.
Estudios, proyectos y programas de investigación básica, validación tecnológica, desarrollo tecnológico, transferencia de tecnología e innovación, dirigidos a estructurar, analizar y conocer estrategias específicas en técnicas de mercado y comercialización acorde con las tendencias locales y mundiales de los productos tradicionales y potenciales.
Ajuste, generación, desarrollo y validación de modelos de emprendimiento, gestión empresarial, modelos productivos, producción y comercialización asociada, canales de mercadeo, distribución y comercialización para la producción que garantice servicio de extensión, orientación y apoyo técnico de calidad en la transferencia de conocimientos e implementación del(los) modelo(s).
Promover la conformación y el fortalecimiento de asociaciones dedicadas a la producción y comercialización que garantice la vinculación al gremio, a la cadena y a los mercados que contribuya a su fortalecimiento.
Desarrollo e implementación de estrategias de empresarización, formalización, asociatividad, infraestructura, modelos de negocio, adaptadas a las diferentes condiciones socioeconómicas, agroecológicas y culturales, que permitan mejorar calidad de vida de los actores involucrados en las cadenas productivas.
Caracterización social, económica, ambiental y cultural de las unidades productivas, el desarrollo empresarial y los nichos para la comercialización de los diferentes productos en las regiones.
Estudios de mercado, vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, hábitos de consumo y preferencias de productos novedosos, que permitan identificar las tendencias del mercado, los requisitos normativos y comerciales de este para el fortalecimiento de los sistemas de información.
Fortalecimiento de la estructura organizacional de los productores, de redes comerciales, de redes del conocimiento, para la adopción y el desarrollo de alternativas productivas.
Diseño, concertación e implementación de políticas públicas que contribuyan a mejorar la competitividad de las cadenas productivas y fortalezcan aspectos como el proceso productivo, apoyo a gremios y asociaciones y financiamiento de investigación básica y aplicada, así como de proyectos productivos viables.
Estudios, proyectos y programas de investigación básica, validación tecnológica, desarrollo tecnológico, transferencia de tecnología e innovación, dirigidos a la implementación de estrategias que contribuyan a facilitar la aplicación de políticas y herramientas que propicien el relevo generacional.

Material de siembra y mejoramiento genético
Bioprospección: caracterización y validación científica del uso de especies potenciales e implementación de biotecnología reproductiva.
Caracterización genotípica, fenotípica, morfológica, molecular, química y productiva de material genético nativo y pruebas de adaptación de material genético importado.
Conservación, aprovechamiento y uso sostenible de los recursos genéticos disponibles.
Establecimiento, caracterización, conservación y mantenimiento de bancos de germoplasma.
Investigación, escalamiento y manejo eficiente de recursos forrajeros.
Optimización del desempeño productivo del recurso zoogenético y su mejoramiento con razas adaptables a las condiciones locales de los sistemas de producción pecuaria.
Desarrollo, evaluación, selección y validación de razas y variedades, adaptadas a las condiciones agroecológicas de las zonas productoras, con atributos deseados que respondan a criterios de calidad, productividad, sanidad y aceptación en los mercados.
Generar programas de mejoramiento genético que contribuyan a la productividad, competitividad y sostenibilidad de los sistemas productivos.
Desarrollo y mejoramiento de sistemas de producción y propagación que garanticen la disponibilidad y el suministro oportuno de material animal y vegetal certificado con atributos de calidad genética, fisiológica, sanitaria y física.
Manejo del sistema productivo
Alternativas de diversificación agrícola bajo diferentes sistemas de producción (bajo cubierta, libre exposición, bajo sombra, Sistemas agroforestales (SAF), asocios, etc.).
Aplicación de estrategias que permitan la programación de la producción y la cosecha escalonada de manera que se mantenga la oferta de productos al mercado.
Aplicación de buenas prácticas en el ciclo productivo de los sistemas, con miras a disminuir los costos de producción, aumentar la productividad y alcanzar la sostenibilidad.
Bioinsumos identificados, validados y debidamente registrados para la producción limpia en los sistemas productivos.
Caracterización y evaluación del potencial de los sistemas de producción en las diferentes zonas agroecológicas del país.
Desarrollo, evaluación, validación, ajuste y transferencia de tecnologías y prácticas sostenibles de manejo en las cadenas productivas.

Desarrollar investigación sobre el comportamiento de los sistemas productivos respecto de la variabilidad climática, su capacidad de resiliencia y adaptabilidad a otras regiones; asimismo, generar alternativas para mitigar los efectos causados por este fenómeno.
Desarrollo y ajuste de recomendaciones para el manejo integrado de los sistemas productivos que tiendan a la producción sostenible económica, social y ambiental.
Diseño e implementación de tecnologías en infraestructura y equipos para la tecnificación y el mejoramiento de los diferentes sistemas productivos.
Determinación de los requerimientos nutricionales, hídricos y climáticos de las cadenas productivas en diferentes localidades.
Sistemas productivos orientados a la seguridad alimentaria, con énfasis en el potencial de cada zona agroecológica.
Calidad e inocuidad de insumos y productos
Desarrollo, validación y registro de bioinsumos y agroquímicos para la producción que permitan alcanzar la calidad e inocuidad en los sistemas productivos y cumplir los estándares internacionales exigidos para la comercialización de los productos.
Desarrollo, implementación y transferencia de tecnologías basadas en buenas prácticas (agrícolas, forestales, acuícolas, ganaderas, de manufactura, higiénicas), producción limpia y producción orgánica, que garanticen la calidad e inocuidad del producto al productor y al consumidor.
Capacitación y certificación de productores y comercializadores en sistemas de gestión de calidad.
Desarrollo, implementación y adaptación de sistemas de trazabilidad y aseguramiento de la calidad.
Análisis y medición de la calidad composicional, nutricional, microbiológica, organoléptica, sensorial y gastronómica de los productos y sus derivados.
Establecer parámetros y definir niveles de calidad e inocuidad del producto durante los procesos de producción, cosecha, poscosecha, beneficio y transformación de los productos.
Definir y homologar protocolos para la identificación de atributos de calidad de los productos para la agroindustria.
Evaluación del riesgo y control de los residuos y de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos en los sistemas productivos.
Establecer y aplicar programas de transferencia para la implementación de buenas prácticas en los sistemas productivos.
Aseguramiento de la calidad de los componentes que garanticen la composición nutricional de los alimentos.
Análisis de residualidad (límites máximos de residualidad) de productos químicos y determinación de trazas contaminantes en los productos.

Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación
Validar un modelo de asistencia técnica permanente, integral, de calidad y con cobertura universal, especializada y diferenciada de acuerdo con las características socioeconómicas y culturales de los productores y de los sistemas productivos, certificación de competencias laborales de los asistentes técnicos y sistemas de seguimiento a los procesos.
Identificación de nuevas estrategias/modelos de transferencia tecnológica, estudios de innovación tecnológica y no tecnológica (encuestas o estudios de caso) que aporten elementos clave para la formulación de políticas de ciencia, tecnología e innovación por cadena, producto y por territorio, que propicien el avance y la modernización del sector bajo criterios de generación y distribución con equidad, calidad y sostenibilidad en el mercado global.
Implementación de programas y espacios para la actualización, la gestión del conocimiento, formación, capacitación y vinculación tecnológica, que integre los diferentes actores del SNCTA vinculados a las cadenas productivas y atiendan las demandas de los mercados nacionales e internacionales.
Desarrollo de métodos, estrategias y metodologías didácticas activas (aprendizaje colaborativo, método de proyectos, juego de roles, panel de discusión simulación y juego, método de casos, aprendizaje basado en problemas [ABP]) acorde con las recomendaciones tecnológicas y las distintas regiones.
Ajuste, validación, adaptación, transferencia de tecnología y adopción masiva de la oferta y recomendaciones de tecnologías generadas y apropiadas a los diferentes contextos y condiciones agroecológicas para la producción sostenible.
Desarrollo de mecanismos de articulación institucional para la investigación, validación, transferencia, innovación y adopción de tecnología adecuada, orientada a la construcción y apropiación participativa del conocimiento para el manejo sostenible de los sistemas productivos.
Estrategias apropiadas y efectivas de gestión del conocimiento para el cambio técnico a partir del diálogo de saberes orientada a una investigación, transferencia de tecnología y adopción pertinentes.
Generación de contenidos curriculares incluyentes que se adapten a las necesidades de los diferentes productores, contextos, pragmática, y que integre la aplicación de tecnologías modernas in situ.
Manejo sanitario y fitosanitario
Definir y actualizar el estatus sanitario y fitosanitario de los sistemas productivos para generar estrategias de prevención, manejo y control de plagas y enfermedades.
Establecer la dinámica de plagas y enfermedades asociadas a la variabilidad y el cambio climático y desarrollar estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) basadas en sus efectos.
Implementación de buenas prácticas para el manejo eficiente de problemas sanitarios y fitosanitarios en los sistemas productivos, que repercutan mínimamente en la salud humana y el ambiente y disminuyan los costos de producción.

Vincular a procesos de transferencia de tecnología, extensión y servicios de asistencia técnica tecnologías y estrategias para la prevención, el manejo y el control de plagas y enfermedades en los sistemas productivos.
Realizar análisis de riesgos sanitarios y fitosanitarios para asegurar calidad e inocuidad de los productos de exportación y de consumo interno.
Estudios de epidemiología, biología, hábitos y control de los principales problemas sanitarios y fitosanitarios en los sistemas productivos.
Desarrollar, evaluar, validar, ajustar e implementar programas y tecnologías de manejo sanitario y fitosanitario de arvenses, plagas y enfermedades actuales y potenciales, de importancia económica, social y cuarentenaria en los sistemas productivos, acordes con las condiciones agroecológicas de las diferentes regiones.
Manejo ambiental y sostenibilidad
Manejo sostenible de los recursos naturales en los diferentes procesos productivos.
Bioprospección para la conservación, el manejo y el uso eficiente de la biodiversidad.
Identificación y valoración de los servicios ecosistémicos (ambientales) en los diferentes sistemas de producción.
Levantamiento de línea base de inventarios de fauna, flora y recurso hídricos en las diferentes regiones.
Determinar y cuantificar la incidencia de la variabilidad climática en el desarrollo, desempeño y manejo eficiente de los sistemas productivos.
Desarrollar estrategias para enfrentar el efecto de la variabilidad climática en los sistemas de producción (adaptación, resiliencia).
Determinar el efecto de los sistemas de producción en el medio ambiente.
Desarrollo, validación y transferencia de modelos tecnológicos integrales para reducir los efectos negativos de los sistemas de producción en el medio ambiente.
Desarrollo, evaluación y aplicación de estrategias para el manejo integral de desechos, residuos contaminantes y gases de efecto invernadero generados en las actividades productivas.
Establecer planes de manejo ambiental orientados a la reducción, el control y la mitigación de las consecuencias de las actividades productivas en el ecosistema.
Desarrollo y aplicación de métodos de educación y concientización medioambiental dirigidos a la conservación y el manejo sostenible.

Manejo de suelos y aguas
Desarrollo, validación y transferencia de tecnologías que garanticen el manejo eficiente y sostenible del recurso edáfico e hídrico en los sistemas de producción.
Implementación y optimización de sistemas de riego y drenaje eficientes acorde con las diferentes etapas de los sistemas productivos.
Alternativas para el aprovechamiento y manejo eficiente del agua a partir de los requerimientos hídricos de los sistemas productivos y las condiciones agroclimáticas de las regiones.
Determinación de la calidad del agua y desarrollo y aplicación de tecnologías para su tratamiento antes y después de su uso.
Desarrollo e implementación de prácticas sostenibles en los procesos de producción que reduzcan la degradación de los recursos suelo y agua y minimicen el efecto del cambio climático sobre estos.
Caracterización integral de suelos en las diferentes regiones para determinar su potencial de uso.
Evaluación del efecto de las diferentes actividades productivas sobre el suelo y el agua.
Determinación de limitantes edáficos (salinidad, toxicidad, metales pesados, etc.) que afectan la producción y la calidad de los productos obtenidos.
Alternativas para la mecanización del suelo y la gestión de la calidad de suelos y aguas en el país.
Sistemas de información, zonificación y georreferenciación
Desarrollo, consolidación y operación de sistemas de información integrales que permitan el acceso y la consulta oportuna de la información (oferta, demanda, precios, mercados, resultados de investigaciones, estadísticas, plagas, enfermedades, clima) para la toma de decisiones estratégicas y el fortalecimiento de las cadenas productivas.
Caracterización, georreferenciación y zonificación de los sistemas productivos actuales y potenciales (determinación de zonas agroecológicas y agroclimáticas óptimas y especializadas para la producción).
Desarrollar e implementar herramientas tecnológicas (TIC) en toda la cadena de valor.
Determinar la capacidad productiva de los sitios en función de la demanda fisiológica, la oferta ambiental, el mercado y el efecto de las actividades realizadas en los sistemas productivos.
Realización de censos productivos y socioeconómicos como herramienta útil para la toma de decisiones en las cadenas productivas.
Red de estaciones climáticas locales para las zonas productivas del país.
Zonificación edáfico-climática como herramienta para la planificación predial y el ordenamiento productivo.

Fisiología vegetal y nutrición
Ajuste, validación y adopción de recomendaciones tecnológicas, fisiológicas y nutricionales.
Determinación de los requerimientos hídricos y nutricionales en las diferentes etapas fenológicas de los cultivos y en las diferentes condiciones edáfico-climáticas del país.
Generar, validar e implementar estrategias y tecnologías de fertilización integral, económicamente viable, eficiente y de fácil adopción que contribuyan a la producción agrícola sostenible.
Optimización de la fertilización (dosis, fuentes, frecuencia, época de aplicación), de los sistemas de riego (uso consuntivo del agua) y del manejo del suelo (composición, fertilidad), de acuerdo con los requerimientos hídricos y nutricionales de los cultivos.
Uso eficiente y alternativo de nutrientes parar minimizar los costos de la fertilización y aumentar la calidad, productividad y sostenibilidad de los cultivos.
Desarrollo de estudios fenológicos y ecofisiológicos en los cultivos para determinar factores críticos en la producción, medir la expresión de compuestos de ingredientes activos, determinar flujos de floración y fructificación y programar cosechas, entre otros aspectos.
Validar y transferir la oferta tecnológica existente referente a la fenología, fisiología y nutrición de los cultivos.
Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales
Fortalecimiento institucional y de recurso humano en y entre los eslabones de las cadenas, entes territoriales y entidades de ciencia, tecnología e innovación en el territorio, así como formalización, conformación y fortalecimiento de las cadenas productivas.
Caracterización, evaluación de alternativas de organización y fortalecimiento de asociaciones y organizaciones comunitarias para el desarrollo empresarial a partir del fortalecimiento de capacidades para el trabajo individuales y colectivas, con valores y principios.
Diseño, fortalecimiento, mejoramiento e implementación de infraestructura para la generación de valor agregado, en los diferentes procesos de transformación, comercialización e industrialización.
Fortalecimiento de redes para circulación de información y transferencia de conocimiento como apoyo a los procesos de gestión del conocimiento.
Potenciar la capacidad instalada (infraestructura, talento humano) a través de alianzas estratégicas y trabajo colaborativo en el territorio (laboratorios certificados y acreditados en métodos estandarizados para calidad).
Desarrollo de investigaciones que propendan y promuevan la articulación y el apoyo institucional gubernamental, la concertación con las comunidades para el desarrollo de procesos conjuntos para el fortalecimiento de los gremios y las asociaciones en los territorios.

Alimentación y nutrición humana y animal
Determinación y divulgación de las propiedades organolépticas y funcionales y los efectos de los productos y subproductos en la salud y nutrición humana para consolidar su consumo.
Desarrollo de tecnologías para uso y aprovechamiento de los productos y sus derivados.
Identificación, caracterización, evaluación y valoración nutricional de recursos alimenticios e identificación de usos alternativos de las materias primas generadas en los diferentes sistemas de producción, para la producción de alimento humano y animal.
Desarrollo de estrategias de alimentación en función de las exigencias nutricionales de las especies y adecuadas a las condiciones agroecológicas de los sistemas productivos.
Calidad y eficiencia del alimento para los diferentes sistemas y las etapas productivas de las especies.
Fortalecimiento de los sistemas productivos orientados a la seguridad y soberanía alimentaria.
Fisiología y reproducción animal
Investigación básica, evaluación y validación de tecnologías, biotecnologías reproductivas y protocolos que mejoren los parámetros productivos y reproductivos, así como el fomento orientado al repoblamiento y retención de vientres para incremento y estabilidad de los sistemas productivos y competitividad del sector.
Vigilancia tecnológica, adaptación, ajuste e implementación de tecnologías y transferencia de tecnologías disponibles en mejoramiento genético y reproducción animal, así como determinación de los requerimientos nutricionales para diferentes especies pecuarias y ecorregiones.
Caracterización fenotípica y genotípica, clasificación taxonómica, adopción e implementación de métodos de reproducción en especies menores.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información consolidada de las Agendas de I+D+i revisadas

2.3.1.3 *Resultados por región natural*[29]

Para los análisis por región natural, se tomó como base la información consolidada de las demandas definidas en los talleres de revisión de Agenda de I+D+i en cada una de las regiones del país: Amazonía, Andina, Costa Caribe, Orinoquía y Pacífica. La mayor concentración de las demandas se registró en la región Andina con 47 % (1.564), seguida de la región Caribe 18 % (594), Pacífica 15 % (508), Orinoquía 12 % (383) y Amazonía 8 % (262). Lo anterior es coherente si se tiene en cuenta que la región Andina se caracteriza por

[29] Ver anexo 7.

contar con un mayor número de departamentos y cadenas productivas priorizadas y por presencia y capacidad institucional en comparación con regiones como la Amazonía, la Orinoquía y la Pacífica.

De igual forma, se destaca que el área temática con mayor porcentaje de concentración del total de demandas definidas en cada región fue manejo cosecha, poscosecha y transformación: Amazonía 19 % (47), Andina 17 % (260), Pacífica 16 % (83), Caribe 14 % (85), Orinoquia 13 % (49), seguida de las áreas temáticas socioeconómica, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial, material de siembra y mejoramiento genético y manejo del sistema productivo, entre otras, principalmente. Lo anterior expresa desde los territorios la necesidad específica como país de avanzar en procesos de investigación orientados a aumentar la eficiencia de los factores asociados con la cosecha, poscosecha y transformación que genere valor agregado, así como profundizar en el conocimiento en mercadeo, inteligencia competitiva y fortalecimiento empresarial, entre otros. Los resultados por región se presentan en detalle en el anexo 7.

2.3.2 Focos de acción en CTi: análisis integral de la Agenda Dinámica Nacional de I+D+i con enfoque territorial y megatendencias

El análisis integral de la Agenda Dinámica Nacional de I+D+i se realizó a partir del análisis de las demandas de I+D+i identificadas en el proceso de revisión en el ámbito territorial, así como de los ejercicios de construcción colectiva de lineamientos estratégicos en temáticas transversales de investigación (megatendencias). Estos lineamientos pueden aportar de manera directa e indirecta a las demandas tecnológicas identificadas y ofrecer una directriz macro que permita agregar demandas para la formulación de estrategias puntuales para la I+D+i sectorial. La construcción de estas estrategias se desarrolló bajo un esquema de revisión cualitativo-cuantitativa, descrito en la figura 7.

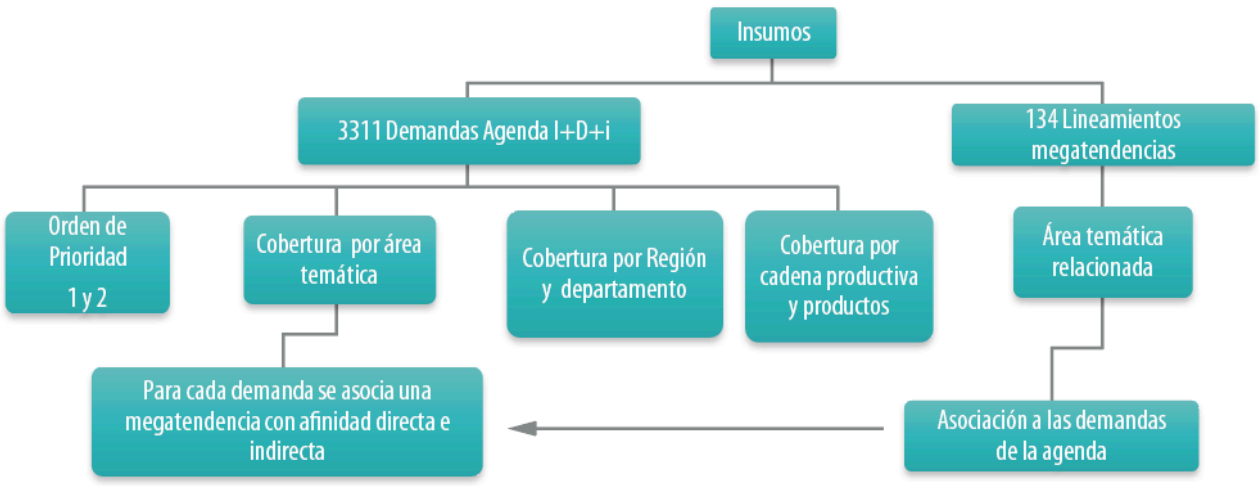


Figura 7. Metodología de construcción de orientaciones en CTi.

Fuente: Elaboración propia

De las 3.311 demandas identificadas en el territorio, se analizaron aquellas cuyo orden de prioridad fue definido por los actores en los niveles 1 y 2, tras lo cual se obtuvieron 799 demandas, consideradas como el foco de atención a corto plazo. Cada una de estas demandas cuenta con una caracterización que incluye definición, área temática asociada, región-departamento de incidencia, cadena productiva y producto relacionado.

El área temática asociada a cada demanda se analiza en relación con las megatendencias descritas en el numeral 2.2, para la construcción de lineamientos estratégicos transversales.

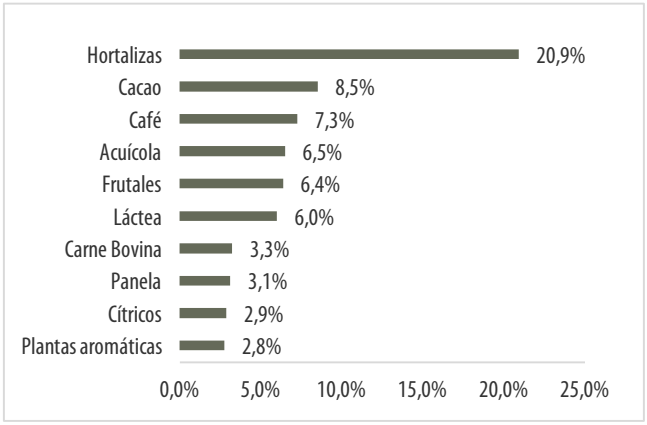
En síntesis, el análisis cualitativo-cuantitativo se resume en agrupar las demandas de prioridad 1 y 2 por área temática, relacionar la afinidad directa e indirecta de las megatendencias con las demandas y relacionar las estrategias de la megatendencia afín al área temática. Estos insumos permiten la definición de una/s orientación/es general/es en CTi. El análisis desarrollado en cuatro fases se presenta a continuación.

- Fase 1. Cuantitativa: cobertura y representatividad de las demandas con orden de prioridad 1 y 2.
- Fase 2. Cuantitativa: cobertura y representatividad de lineamientos estratégicos de megatendencias en las demandas con orden de prioridad 1 y 2.
- Fase 3. Cualitativa: identificación y caracterización de lineamientos estratégicos relacionados.
- Fase 4. Cualitativa: formulación de orientaciones en CTi por área temática clave, a partir de los lineamientos estratégicos relacionados (demanda-megatendencia).

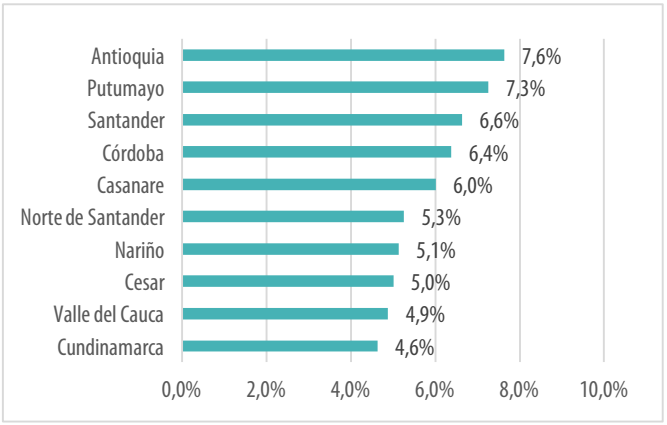
La representatividad y cobertura del análisis de estas demandas se presenta en la Figura 8. Teniendo en cuenta que se seleccionan las demandas con prioridad 1 y 2, en relación con las cadenas productivas la cobertura muestra que 20 % corresponde a la cadena de hortalizas, 8,5 % de cacao, 7,3 % de café, 6,5 % acuícola, 6,4 % de frutales, 6,0 % láctea y 3,3 % de carne bovina.

En representatividad de las demandas por departamento, se presenta homogeneidad en el porcentaje de demandas, entre 4,5 y 7,6 %. Se destacan Antioquia y Putumayo con 7,6 y 7,3 %, respectivamente; Valle del Cauca con 4,9 %; y Cundinamarca con 4,6 %. En el agregado por regiones, la región Andina abarca 40 % de las demandas de la Agenda de I+D+i con prioridad 1 y 2, seguida por la región Caribe con 20 %, la región Pacífica con 14 %, la Orinoquía con 13 % y la Amazonía con 13 %.

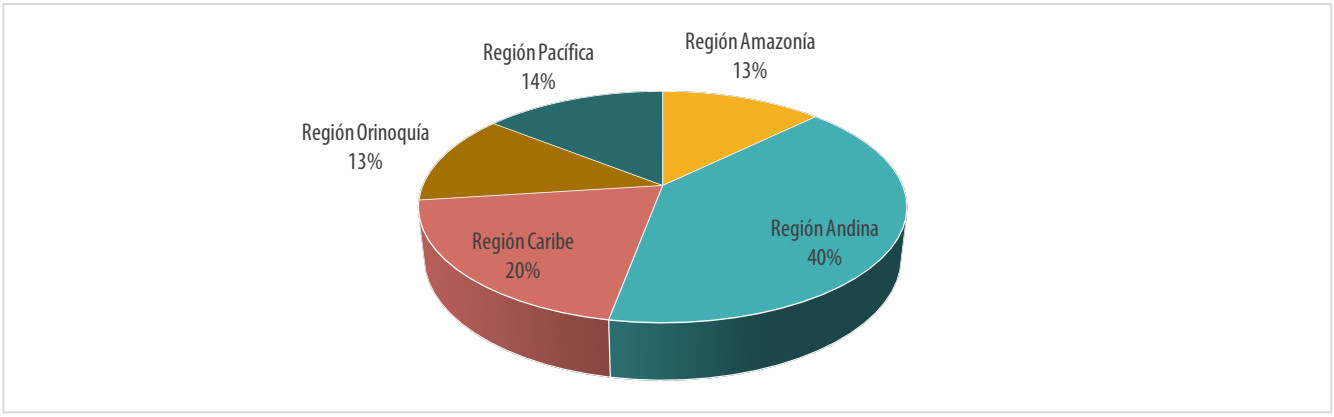
(a) Demandas por cadenas productivas



(b) Demandas por departamento



(c) Demandas por región



(d) Demandas por área temática

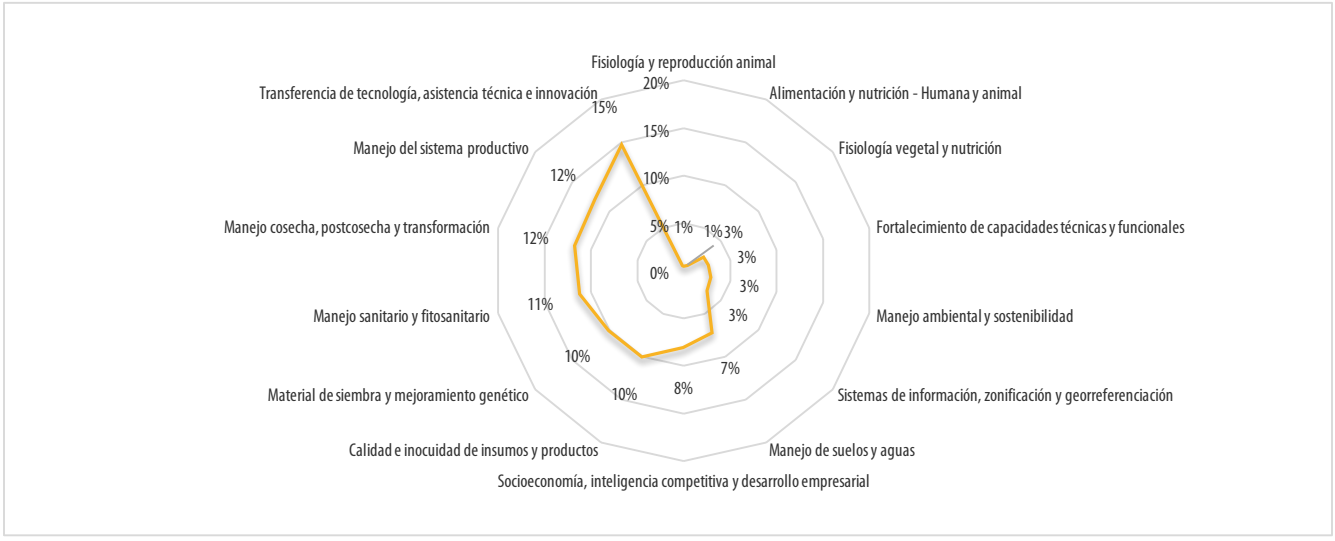


Figura 8. Representatividad y cobertura de las demandas con prioridad 1 y 2[30].
Fuente: Elaboración propia.

[30] Las figuras contemplan los diez puntos más destacados en cada categoría.

El análisis por áreas temáticas focaliza como prioridad la transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación con 15 %, mejoramiento del sistema productivo con 12 %, manejo cosecha, poscosecha y transformación con 12 % y manejo sanitario y fitosanitario con 11 %. En menor medida se encuentran las áreas de fortalecimiento de capacidades, manejo ambiental y sostenibilidad y fisiología vegetal y nutrición con 3 %.

En contraste con el análisis por área temática presentado en el numeral 2.3.1.3, donde se abarca el total de demandas, la focalización de áreas se concentra en manejo cosecha, poscosecha y transformación, socioeconomía y material de siembra y mejoramiento genético, que refleja que estas áreas demandan un mayor esfuerzo en actividades de I+D+i, pero su nivel de prioridad es menor. Finalmente, el análisis permite identificar que las cadenas productivas, las áreas temáticas y las regiones deben ser el foco de atención prioritario para el desarrollo de actividades de CTi

El análisis de las demandas con prioridad 1 y 2 de la agenda, frente a los lineamientos de las megatendencias en investigación, generó 17 focos de acción en CTi para el SNCTA. Estas se presentan en la Tabla 6 y se convierten en las prioridades de la Agenda de I+D+i, donde las acciones y los esfuerzos para cerrar las brechas en los ámbitos de cadena, área temática y región deben ser focalizados a corto plazo.

Tabla 6. Focos de acción en CTi para el SNCTA

Orientación	Área temática	N.° de demandas asociadas
Desarrollar, ajustar y validar herramientas de extensión y asistencia técnica integral especializada (investigación participativa, cocreación, escuelas de campo, agricultura electrónica, estrategias de agregación de valor —BPA, BPM, PML, LMR—, bioprospección, nueva ruralidad —enfoque territorio, servicios ambientales, certificaciones, comunidades activas, cultura—, etc.) por sistemas productivos que respondan a necesidades territoriales de los pequeños, medianos y grandes productores frente a la adopción y vinculación de tecnologías para el cambio técnico.	Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación.	118
Generar espacios de trabajo colaborativo a través de sistemas territoriales de innovación para la interacción en red de los actores del SNCTA en torno al proceso de I+D+i sectorial, que involucren investigadores, extensionistas y asistentes técnicos y productores para la identificación de necesidades, transferencia y adopción de soluciones y cierre de brechas de los sistemas productivos, desde una perspectiva de innovación social.	Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación.	118

Orientación	Área temática	N.° de demandas asociadas
Promoción de estrategias para el manejo integrado de sistemas de producción acuícola, agrícola, forestal, pecuaria y pesquera, soportadas en el desarrollo, el ajuste, la validación y la adaptación de tecnologías, prácticas, planes y modelos, que maximicen la productividad y contribuyan a la sostenibilidad de los diferentes agroecosistemas regionales.	Manejo del sistema productivo.	95
Desarrollar tecnologías en manejo cosecha, poscosecha y transformación (métodos de cosecha, métodos de conservación, procesos estandarizados de transformación, maquinaria, herramientas, infraestructura, cadena de suministros, valor agregado, generación de agroenergías y biocombustibles, etc.), para la diversificación de la oferta de productos y el aprovechamiento integral de subproductos, que potencien la industria agraria sectorial.	Manejo cosecha, poscosecha y transformación.	93
Desarrollar e implementar programas de manejo integrado de plagas y enfermedades para sistemas productivos acuícolas, agrícolas, forestales, pecuarios y pesqueros, soportados en tecnologías y recomendaciones basadas en el estatus sanitario y fitosanitario actual del sistema productivo.	Manejo sanitario y fitosanitario.	89
Desarrollo de programas de mejoramiento genético y tecnologías de reproducción animal y vegetal, para la obtención, evaluación y adaptación de materiales nativos e importados con características deseadas en calidad sanitaria y fitosanitaria, contenido nutricional y sensorial, rendimiento, adaptabilidad agroecológica, que garanticen la sustentabilidad de los sistemas productivos y contribuyan a la seguridad alimentaria.	Material de siembra y mejoramiento genético.	80
Desarrollar, adaptar y validar tecnologías y procesos para el uso de la biodiversidad territorial de los sistemas productivos (acuícolas, agrícolas, forestales, pecuarios y pesqueros) y especies con potencial, para el desarrollo de insumos y productos de valor agregado con características de calidad e inocuidad, que cumplan con los requerimientos y requisitos de acceso a mercados agroalimentarios internos y externos (BPA, BPG, BPM, LMR, PML, certificaciones ambientales, económica y sociales).	Calidad e inocuidad de insumos y productos.	80
Identificación del potencial agroindustrial de recursos genéticos disponibles a través de la agrobioprospección y la biotecnología, para el desarrollo de productos especializados y de valor agregado que respondan a la demanda de mercados externos e internos.	Material de siembra y mejoramiento genético.	80

Orientación	Área temática	N.° de demandas asociadas
Desarrollar e implementar tecnologías en los sistemas productivos acuícolas, agrícolas, forestales, pecuarios y pesqueros, que garanticen la calidad e inocuidad de los insumos y productos a lo largo de la cadena de valor.	Calidad e inocuidad de insumos y productos.	80
Desarrollar estudios socioeconómicos y de inteligencia competitiva integrales (tendencias de consumo, estrategias de fomento, canales de comercialización, clientes y proveedores, tecnologías emergentes y decadentes, etc.), que contribuyan al desarrollo y posicionamiento de un portafolio de productos y subproductos en nichos especializados.	Socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial.	64
Evaluar, adaptar e implementar esquemas para el fortalecimiento de capacidades en asociatividad, gestión gremial y empresarización de los productores, que fomente alianzas con comercializadores, entes gubernamentales y demás actores del sistema.	Socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial.	64
Implementar y transferir tecnologías para el uso consuntivo de los recursos suelo, agua, biodiversidad y servicios ecosistémicos, que promuevan el fortalecimiento de sistemas productivos agroecológicos resilientes frente al cambio y variabilidad climática.	Manejo de suelos y aguas.	57
Desarrollar e implementar sistemas de información, sistemas de gestión de conocimiento y sistemas expertos especializados (agronegocios, agroclimatología, agricultura de precisión, genómica, trazabilidad, educación, oferta y demanda de productos y tecnologías, etc.), basados en soluciones de TIC, para una adecuada toma de decisiones en los sistemas productivos territoriales.	Sistemas de información, zonificación y georreferenciación.	26
Diseñar e implementar a través del trabajo y la coordinación interinstitucional planes de zonificación agroecológica, agroclimática, socioeconómica y reconversión productiva para la identificación de usos adecuados del suelo, la función ecológica del territorio, la oferta ambiental, biofísica y socioeconómica, los paisajes funcionales y las zonas aptas para la producción acuícola, agrícola, forestal, pecuaria y pesquera del país.	Manejo ambiental y sostenibilidad.	24
Fortalecer la especialización de todos los actores que participan en los procesos de preproducción, producción, cosecha, poscosecha y transformación, comercialización y mercadeo, en necesidades específicas de las cadenas y sistemas productivos territoriales, a través de mecanismos de asociatividad y alianzas estratégicas, que articulen productores, investigadores y asistentes técnicos.	Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales.	22

Orientación	Área temática	N.° de demandas asociadas
Desarrollar, validar, implementar y ajustar modelos y tecnologías sostenibles de nutrición integral de los cultivos, en diferentes sistemas de producción, basados en el conocimiento de sus etapas fenológicas, el comportamiento fisiológico y los requerimientos nutricionales, edáfico-climáticos e hídricos, que garanticen fertilizaciones adecuadas (dosis, frecuencia, fuentes, épocas de aplicación) en diferentes condiciones agroecológicas y contribuyan al incremento de su productividad.	Fisiología vegetal y nutrición.	21
Desarrollar, adaptar y transferir conocimiento, protocolos y tecnologías en fisiología de la reproducción para especies tradicionales, potenciales y promisorias de consumo en los diferentes ámbitos territoriales.	Fisiología y reproducción animal.	5

BPA: Buenas prácticas agrícolas,
BPM: Buenas prácticas de manufactura
PML: Producción más limpia
LMR: Límites máximos de residualidad
Fuente: Elaboración propia.

Estas diecisiete prioridades concentran las demandas territoriales y permiten orientar las iniciativas en CTi, la focalización de recursos, los instrumentos de política tecnológica, focalizar las agendas de investigación de universidades, centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico, organismos de cooperación y la empresa privada. Prioritariamente, se destacan las áreas de transferencia de conocimiento, manejo del sistema productivo, manejo cosecha, poscosecha y transformación, así como de calidad e inocuidad de insumos y productos.

Si bien las demandas son el insumo que define y acotan los 17 focos de investigación prioritarios, no se desconoce la importancia de la investigación aplicada en el largo plazo en temas como la genética, la fisiología, el cambio climático y la salud pública, en el entendido de que estas contemplan orientaciones desde el análisis de megatendencias. En este sentido, los focos cobijan y equilibran amplitud y especificidad, las propuestas directas a las demandas nacionales y territoriales y las iniciativas puntuales en temas más amplios.

2.3.3 Agricultura familiar[31]

Colombia es un país donde los agricultores familiares son una parte fundamental de la economía agropecuaria del país. Según el MADR, el país tiene 737.900 unidades productivas caracterizadas como explotaciones familiares, que corresponden a 87 % de las explotaciones rurales, participan en 47 % del valor total de la producción agropecuaria, en 57 % del empleo agropecuario y ocupan 57 % de la superficie agrícola. El tamaño promedio de la unidad es de 3 ha y la superficie media de 4,6 ha (FAO 2013).

A pesar de su importancia, se carece de estrategias eficaces que permitan incrementar su capacidad de sostenibilidad productiva, su nivel de ingresos y la calidad de vida de las familias que la desarrollan y así contribuir al cierre de brechas sociales y económicas entre el campo y las ciudades que aseguren oportunidades de vida digna a la población rural mejorando la seguridad alimentaria del país y creando las condiciones para la consolidación de una paz estable y duradera.

Como un reconocimiento a esta urgencia, también consignada en el punto 1 de los acuerdos entre las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia – Ejército del Pueblo (FARC-EP) y el Gobierno nacional, actualmente está en curso un proyecto de Ley para la Agricultura Familiar Campesina y Comunitaria en Colombia, que establece las responsabilidades del Estado colombiano frente al fortalecimiento y la consolidación de la agricultura familiar campesina, comunitaria, indígena y afrodescendiente, y tiene como objetivo principal la recuperación y el incremento de economías propias, solidarias y alternativas vinculadas al mercado. De igual forma, esta propuesta reconoce el valor de los sistemas de producción que aún existen en cabeza de agricultores familiares, basados en conocimientos agroecológicos y en prácticas sostenibles y con un acervo de recursos genéticos adaptados a condiciones locales y producto de procesos de selección y mejoramiento, inclusive ancestrales (Acuerdo de Paz s. f.).

La agricultura familiar (AF) tiene un carácter multifuncional en cuanto, además de combinar varias actividades de producción agropecuarias y optimizar el uso de los factores de producción disponibles, es, sobre todo, un modo de vida. Dada esta especificidad, y la importancia que tiene la AF en el país, se consideró pertinente abrir un capítulo que oriente la investigación para la AF en los próximos diez años en la Agenda de I+D+i del Pectia.

Para este propósito, se tomó como referencia la agenda de investigación global acordada en los encuentros internacionales "Agriculturas familiares e investigación", organizados en 2014 por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), el Foro Mundial para la Investigación Agrícola (GFAR) y el Foro Mundial para la Investigación Agrícola con una amplia

[31] Ver anexo 4.

representación de las organizaciones de agricultura familiar de diferentes países del mundo. Esta agenda fue sometida a una consulta nacional a la que fueron convocados expertos en el tema y representantes de diferentes organizaciones vinculadas a la AF.[32]

El resultado final de este ejercicio permite proponer la orientación de una Agenda de I+D+i para la agricultura familiar enfocada en las siguientes cuatro áreas temáticas: 1. investigación para entender mejor la coexistencia de las diferentes formas de agricultura, 2. investigación para cambiar las visiones sobre la evaluación y medición del desempeño de la agricultura familiar, 3. investigación y desarrollo tecnológico sobre nuevas prácticas de agricultura sostenible y 4. apoyar la agricultura familiar para su participación en la investigación y en su gobernanza.

A efectos de esta Agenda de I+D+i, la definición de agricultura familiar en Colombia es la adoptada en el proyecto de documento de política para este sector, entre el MADR y el DNP. En este se señala:

> La agricultura familiar, desde el punto de vista socioeconómico, se identifica como un sistema de aprovechamiento agropecuario, forestal, acuícola y pesquero, gestionado por un grupo familiar de cualquier identidad étnica, que destina su fuerza laboral en procura de un progreso colectivo, cubriendo necesidades alimentarias y buscando generar ingresos. En el marco de la AF existe una heterogeneidad de manifestaciones en cuanto a la combinación de los activos y oportunidades con que cuentan las familias en cada territorio, algunas con más posibilidades de aprovechar las ofertas del mercado y marcos institucionales de fomento, otras con dificultades variadas para evolucionar y garantizar una vida digna (DNP 2016a, 3)

A continuación, se presenta el alcance de las cuatro áreas temáticas propuestas.

2.3.3.1 *Área temática 1. Investigación para entender mejor la coexistencia de las diferentes formas de agricultura*

La base de esta área temática radica en el hecho de que en los territorios rurales del país coexisten diversas formas de agricultura familiar y unidades de producción más especializadas y con carácter empresarial que comparten el territorio, tienen vínculos de distinto orden, acceden y a veces compiten por los factores de producción disponibles en el territorio.

Las futuras políticas y estrategias de apoyo a la agricultura familiar deben estar basadas en información y conocimiento de las diversas formas de agricultura familiar según su relación con el trabajo (patronal, familiar), de su acceso a activos (tierra, organización de trabajo, capital, herramientas, maquinaria, instalaciones, mano de obra), del conocimiento de las formas de organización colectiva (cooperativas, comunidades indígenas, consejos comunitarios, corporaciones, otras organizaciones y relaciones solidarias) y de la

[32] Información detallada en Sourisseau et al. (2015).

interacción de distintas unidades de producción y las dinámicas en las que se desarrolla la actividad agropecuaria (económicas, demográficas, territoriales y regionales) (Sourisseau et al. 2015) .

Para este fin, se propone que la clasificación de las unidades productivas de AF, considere su interacción con las diferentes formas de organización como las asociaciones de productores, las alianzas productivas, las cadenas productivas, la agricultura especializada o empresarial. Esto, permitirá comprender mejor el potencial y las dinámicas de competencia, así como el espíritu colectivo y la interacción entre las distintas formas de organizaciones en un mismo territorio, entendido como un área geográfica con consistencia histórica y social.

Los aspectos relacionados con el acceso y uso del suelo y agua como aquellos relacionados con temas de migración desempeñan un papel en la AF y merecen una mayor atención a causa de su dinámica y efecto. La comprensión de esta diversidad también exige análisis en varias escalas espaciales (mecanismos biológicos, unidades de producción, paisajes, territorios, regiones, país), para lo cual es necesario producir síntesis multidisciplinarias y llevar a cabo estudios transdisciplinarios. Tales estudios deben también arrojar luz sobre cómo encajan las AF en los sistemas alimentarios más amplios.

2.3.3.2 *Área temática 2. Investigación para cambiar la visión de cómo medir y evaluar el desempeño de la agricultura familiar*

Una iniciativa de investigación relacionada con la medición y evaluación del desempeño de la AF debe comenzar por preguntar qué se espera de la agricultura familiar. La respuesta debe considerar que el país se enfrenta no solo a retos provenientes de la necesidad de aumentar o sustituir ingresos e incrementar la seguridad alimentaria o de potenciar rendimientos en los cultivos a costos accesibles para los consumidores, sino que también es necesario conocer mejor y comprender los efectos en otras áreas que puedan tener las prácticas agrícolas convencionales para aumentar los rendimientos.

Un cambio en la visión de cómo medir la AF comienza por asumir que ella es, sobre todo, un modo de vida que provee empleo y bienestar y, por tanto, sus prácticas o actividades deben ser, al mismo tiempo, viables, sostenibles y replicables, y ser estimadas más allá de su actividad estrictamente económica. Estas consideraciones ponen de relieve la necesidad de estimar la contribución de la AF frente a la cohesión económica y social, así como a la sostenibilidad del medio ambiente en todos los niveles, desde la familia, sus miembros, hasta los territorios y los sistemas alimentarios. Estimar adecuadamente el desempeño de la AF requiere, por ende, un énfasis en observar la resiliencia que tienen las AF y sus sistemas productivos para adaptarse a condiciones de vulnerabilidad y sobrevivir.

En esta dirección, y como orientaciones para los investigadores, la Agenda de I+D+i propone aspectos como los siguientes:

1. En relación con el aumento de la cantidad de oferta de productos agrícolas, hay que observar tanto la producción como la diversificación de la oferta. Su aumento no es necesariamente produciendo más, sino posiblemente reduciendo pérdidas durante la producción, cosecha, poscosecha y los desperdicios en el consumo, todo lo cual redundará en la preservación de los recursos naturales.
2. Es necesario entender las interacciones entre las funciones de las actividades agrícolas con los territorios en los cuales se llevan a cabo. Por tanto, es necesario desarrollar criterios para identificar adecuadamente la multifuncionalidad y su relación con los territorios de la AF y desarrollar nueva métrica que permita vincular su desempeño en un contexto de cambio climático y de protección de la biodiversidad.
3. Es importante comprender mejor los mecanismos relacionados con los cambios en la demanda de alimentos que impulsan la actividad de los sistemas de producción y suministro y su efecto sobre la nutrición y las dietas alimentarias, aspectos que, a menudo, se pasan por alto.
4. Hay que hacerle seguimiento al trabajo agrícola, su dureza e intensidad, su remuneración, su perspectiva de género y el empleo agrícola y no agrícola de los miembros de las unidades familiares.
5. Hay que hacer seguimiento a las relaciones familiares, y más específicamente al estatus de la mujer y de los jóvenes respecto del trabajo y de la toma de decisiones y sus consecuencias sobre los individuos (empoderamiento, estatus nutricional).
6. Monitorear el género y las relaciones intergeneracionales es clave para entender la reproducción y la transmisión de conocimiento en la AF.

2.3.3.3 *Área temática 3. Desarrollar nuevas prácticas de agricultura sostenible*

En el país, la agricultura hoy se enfrenta a complejos desafíos, tales como el cambio climático, la preservación de los recursos naturales y de la biodiversidad, la creación de empleo, la reactivación económica de regiones afectadas por el conflicto, la sustitución de cultivos ilícitos, la necesidad de relevo generacional, entre otros. La innovación técnica para superar estos desafíos debe trascender, por tanto, prácticas convencionales focalizadas en el incremento de la productividad a prácticas que contribuyan a mejorar la sostenibilidad y la conservación de los recursos biofísicos. Estas innovaciones se tienen que adaptar a los ecosistemas regionales y a las restricciones socioeconómicas propias de la agricultura familiar.

Los métodos convencionales de intensificación productiva propios de la revolución verde, como el acceso a semillas mejoradas, la irrigación, los fertilizantes químicos, la mecanización, los servicios de divulgación y el acceso al crédito están corrientemente fuera del alcance de pequeños productores. Con esta condición, el concepto de *intensificación ecológica*, que abarca las prácticas agrícolas con principios agroecológicos, es una alternativa de innovación para mejorar la sostenibilidad de las explotaciones de AF (Triomphe et al. 2015). La intensificación agroecológica responde a la conservación medioambiental y, por ende, se deben entender, mejorar y

profundizar formas de producción en el aspecto técnico y organizacional, donde el cultivo y la naturaleza se complementan bajo diferentes funciones ecológicas, que dan lugar a nuevos sistemas de cultivo ecológicamente innovadores (Hainzelin 2013).

La propuesta de la Agenda Agenda de I+D+i en esta área temática sugiere investigación para innovar en tecnologías que permitan reducir el riesgo frente al cambio climático y contribuyan a la necesaria sostenibilidad ambiental y la protección de la biodiversidad, temas frente a los cuales la AF es, en especial, vulnerable. Las mejoras graduales en los sistemas de cultivo existentes deben orientarse a superar los modelos técnicos dominantes, para lograr prácticas que permitan un uso más intensivo y a la vez sostenible de la base ambiental.

La sostenibilidad debe basarse en innovaciones tanto técnicas como de organización, que, para ser efectivas, deben adaptarse a los ecosistemas regionales y a sus características socioeconómicas específicas. La investigación no debe limitarse a ajustar a la AF modelos tecnológicos desarrollados para la agricultura especializada y de escala. El conjunto de limitaciones de la AF no debe reducirse al tamaño de explotación, razón por la cual la investigación debe explorar otras maneras de intensificar sus posibilidades de producción. Las nuevas prácticas agroecológicas ampliamente relacionadas con sus contextos agrícolas, ecológicos, económicos y sociales son cruciales para lograr esta intensificación de una manera sostenible.

Una consecuencia inmediata de este enfoque es que la investigación solo puede hacerse si se adopta un marco de trabajo sistémico donde los agricultores son actores clave de los programas de investigación. Asimismo, este enfoque exige tener en cuenta las capacidades físicas y económicas de los agricultores para acceder a las tecnologías recomendadas y, en particular, a recursos financieros y a las posibilidades de distribución del trabajo. Asimismo, la investigación no puede quedarse solo en las técnicas de producción y debe tratar aspectos relacionados con la comercialización, el mercadeo, el consumo, la integración de cadenas de valor, etc.

2.3.3.4 *Área temática 4. Apoyo a la agricultura familiar para su participación en la investigación*

Hay amplia evidencia que sugiere que, para que la investigación en apoyo a la AF sea efectiva, la AF también debe apoyar la investigación y esto solo se logra con nuevos mecanismos participativos a lo largo de todos los procesos de investigación. El foco de la investigación no debe ser, por tanto, solo el desarrollo de nuevos estándares técnicos (paquetes, modelos), sino que deben fortalecerse las posibilidades para el desarrollo de nuevos y deseables sistemas productivos.

La práctica muestra que surge gran inventiva cuando hay procesos de investigación conjuntos entre científicos y agricultores. Integrar la experiencia de los agricultores familiares, del sector privado y de los decisores de política, puede ayudar a mejorar la pertinencia y efectividad de los protocolos de investigación surgidos de la iniciativa exclusiva de los investigadores. En esta dirección, es necesario, por ende, hacer que la gobernanza de la investigación agrícola sea más inclusiva y abra la participación en las decisiones a otros actores,

de tal manera que se pueda romper la asimetría que hoy existe en particular por la baja participación de la AF. Los arreglos que comprometan que los acuerdos de orientación y formas de participación en proyectos de investigación sean tenidos en cuenta en la toma de decisiones son fundamentales para que este tipo de enfoque pueda ponerse en práctica.

La inclusión de nuevos desarrollos tecnológicos e innovaciones deben tener en cuenta la participación de los agricultores, con el fin de reforzar el surgimiento de nuevos sistemas de producción adaptados y resilientes. La integración de la experiencia y el conocimiento de los agricultores, del sector privado y de los tomadores de decisión en los procesos de innovación científica bajo la visión de un trabajo complementado continuo y debidamente validado es necesaria para el desarrollo de dichos sistemas.

Bajo esta lógica, se derivan dos procesos clave: 1. procesos de decisión, con participación abierta que involucre a todos los actores en todos los niveles, y 2. procesos de aprendizaje, donde se construyen instrumentos de acción colectiva y de concertación, para lo cual es necesario desarrollar capacidades tanto de los investigadores como de los agricultores y propiciar el surgimiento de líderes jóvenes (Sourisseau et al. 2015). Los desarrollos metodológicos para llevar a cabo estos procesos y el seguimiento y la evaluación a sus resultados son aspectos por tener en cuenta en esta agenda de investigación.

En este contexto, también es fundamental la articulación institucional con enfoque territorial, que debe buscar la recuperación de conocimientos, innovaciones y desarrollos de las comunidades de AF y otros actores en los sistemas de innovación, lo cual redunda en la agregación de valor a los proyectos, producto de aprovechar experiencia ya adquirida de los agricultores.

Un factor que afecta la implementación y adaptación de desarrollos tecnológicos en la AF es la falta o precaria existencia de los servicios de asistencia técnica y su desconexión con la investigación y con el conocimiento de los agricultores, lo cual aumenta la vulnerabilidad de la AF a riesgos derivados de factores externos, tales como los mercados de bienes y factores y la variabilidad y el cambio climático. Esto requiere la promoción de los servicios de extensión y la asistencia técnica para la AF con un enfoque sistémico y de gestión del conocimiento, que implica, a su vez, un cambio en la concepción de estos servicios, en sus métodos y en la formación futura de los asistentes técnicos, con énfasis en investigación participativa que incluya a los pequeños productores, con el fin de repercutir positivamente en la relación costo-beneficio de las distintas ofertas tecnológicas con acompañamiento de distintas entidades en el ámbito local (FAO 2014).

Los procesos de investigación y aprendizaje que permitan desarrollos metodológicos adaptados a esta transición de la asistencia técnica tradicional a una basada en la gestión de conocimiento (tanto del derivado de la investigación como del de los agricultores) y la adecuada evaluación de sus efectos en el cambio técnico son aspectos que deben contemplarse en la Agenda de I+D+i para la AF. Las líneas de investigación más específicas para la Agenda de I+D+i y los aspectos de apoyo a la AF por área temática, se incluyen en el anexo 3.

Finalmente, es necesario resaltar que, para avanzar en la implementación de la Agenda de I+D+i se requiere voluntad política del orden nacional, departamental y local. Es preciso generar acuerdos institucionales, con el propósito de hacer uso eficiente de los instrumentos existentes y articular acciones complementarias del ámbito rural en concordancia con los compromisos del Gobierno para los próximos diez años, donde, en su visión, la Reforma Rural Integral (RRI) reconoce el papel fundamental de la economía campesina, familiar y comunitaria en el desarrollo del campo, la erradicación del hambre, la generación de empleo e ingresos, la dignificación y formalización del trabajo, la producción de alimentos y, en general, en el desarrollo de la nación, en coexistencia y articulación complementaria con otras formas de producción agraria.

2.4 Capital social del SNCTA

El capital social del SNCTA es entendido como una suma de esfuerzos para la consecución de objetivos comunes, que se soporta en la capacidad de los individuos y las organizaciones para ceder voluntariamente sus recursos y se desarrolla a través de experiencias positivas y comportamientos de intercambio continuo entre estos. Esta situación genera un equilibrio entre lo que se da y se recibe, es decir, la forma en la que los beneficios se reparten entre los individuos de un grupo (Corpoica 2016).

El capital social del SNCTA está conformado por la gestión de conocimiento como orientación estratégica, la asistencia técnica como mecanismo de relación entre la investigación, la transferencia de tecnologías y la adopción por parte de los productores, la agricultura familiar como nuevo paradigma del desarrollo económico, social y ambiental de la ruralidad y la propiedad intelectual como marco que regula los derechos y deberes en relación con la propiedad del conocimiento.

Como parte del escenario de posconflicto, el capital social se orienta a la capacidad de transformación e incidencia en la planeación, la implementación y el seguimiento de los diferentes planes y programas acordados. La participación es, asimismo, garantía de una mayor inclusión de las comunidades rurales —mujeres y hombres— en la vida política, económica, social y cultural de sus regiones y, por ende, de la nación.

2.4.1 Gestión del conocimiento

La gestión del conocimiento (GC) puede ser definida como la "capacidad de generar, transmitir y consolidar conocimientos que influyen en los resultados de una actividad humana y por lo tanto en su capacidad para generar una posición diferenciada en el entorno en el que se desempeña" (Corpoica 2015b, 48), que se reconoce como una herramienta estratégica para generar valor agregado, un recurso esencial para la innovación y un factor asociado al desarrollo.

En Colombia existe dificultad para consolidar un sistema de innovación que facilite e incentive el flujo de conocimiento entre los diferentes actores para la GC, en especial, debido al débil vínculo entre las entidades generadoras de conocimiento y el aparato productivo de manera que este se integre en las dinámicas de transferencia de conocimiento y tecnología e incorpore dicho conocimiento a las unidades productivas, con el fin de apoyar la transformación productiva, social y ambiental del país[33].

Igualmente, se identifican insuficientes condiciones del entorno para que se dé un verdadero flujo de conocimiento que tenga en cuenta que 87 % de los investigadores se encuentran vinculados a instituciones de educación superior, mientras que solo 1,7 % lo está a empresas, lo cual presenta una deficiente movilidad de investigadores a las industrias[34].

Asimismo, señala un débil esquema de servicios de apoyo a la transferencia de conocimiento y tecnología y la desarticulación de y entre actores en el sistema, para lo cual se hace necesario promover ampliamente la gestión de conocimiento en red.

En este mismo sentido, Corpoica (2015b) señala como limitantes de la GC en el país la baja coordinación del accionar de los actores del sistema agropecuario en general y en muchos casos en las mismas organizaciones que generan, acumulan o socializan conocimiento tecnológico.

El diagnóstico igualmente señala que, si bien muchas de las organizaciones del sector promueven la formación de recurso humano, las estrategias orientadas a la gestión cultural y al aprendizaje organizacional son poco desarrolladas o implementadas, sin proyección y con escasos efectos en los procesos centrales de gestión organizacional.

Además, aún no se ha apropiado en las organizaciones el enfoque estructural de la GC, que permita a las entidades considerar el conocimiento como un factor de creación de valor para la competitividad y cuantificar los recursos intangibles que genera el conocimiento para manejarlos como inventario de recursos y capacidades, y poco se ha avanzado en el desarrollo de plataformas tecnológicas con capacidad de promover esquemas de GC, sobre todo, en las regiones más apartadas y débiles del país.

2.4.2 Asistencia técnica

Los diagnósticos recientes realizados en el país sobre la asistencia técnica (Tami et al. 2013)[35] y el Conpes de Política de Desarrollo Productivo (DNP 2016b) han mostrado las dificultades para que el servicio de asistencia técnica a la pequeña agricultura cumpla con su mandato de ser universal y obligatorio, que plantea diferentes escenarios económicos (anexo 3), para trascender de la situación actual.

[33] Versión borrador "Conpes de Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2025" publicada por el DNP en diciembre de 2015.
[34] Versión borrador "Conpes de Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2025" publicada por el DNP en diciembre de 2015, pág. 49.

Según los datos del Censo Nacional Agropecuario 2014 (DANE 2014), 9,9 % de las unidades productivas agropecuarias (UPA) en el área rural dispersa censada declara haber recibió asistencia técnica. Los departamentos de Nariño, Cauca, Antioquia y Valle del Cauca abarcan 40,9 % de las UPA que recibieron asistencia técnica.[36] Los principales temas abordados en la asistencia técnica (AT) son: buenas prácticas de cultivo (77,5 %), manejo de suelos (21,6 %), buenas prácticas pecuarias (21,5 %), prácticas de manejo ambiental (17,7 %) y manejo poscosecha (9,4 %).

Para lograr las metas propuestas para la asistencia técnica agropecuaria (ATA), será necesario superar al menos las siguientes dificultades: 1. la desigualdad, variedad y desarticulación de capacidades en las distintas dimensiones territoriales; 2. la inestabilidad y volatilidad de los arreglos institucionales y su financiamiento por parte del Estado; 3. una baja suficiencia, oportunidad, calidad y pertinencia de la ATA; 4. la desarticulación de la ATA con los entornos de mercado; 5. los niveles muy bajos de asociatividad y capital social en los productores rurales que no solo dificultan y encarecen la prestación del servicio, sino que se constituye en un obstáculo a la formación de redes de conocimiento y a la generación de sistemas locales de innovación; 6. la ausencia de estrategias para realizar un adecuado seguimiento y evaluación de este servicio y de sus efectos y resultados; 7. la necesidad de orientar recursos de financiación para proyectos integrales de CTi que vinculen la extensión y la ATA.

La ATA no solo es un servicio público, sino que es en sí misma un bien público esencial al fortalecimiento de la competitividad sectorial. En este sentido, la política pública y sus instrumentos tienen la responsabilidad de garantizar la igualdad del servicio para los pequeños productores del país; por esta razón, las diferencias existentes en la forma como la ATA viene siendo prestada a partir de incentivos (directa, gremial y especial) hace particularmente difícil seguir el rastro a su calidad, oportunidad, suficiencia y pertinencia con respecto a las demandas de los productores en contextos territoriales específicos.

El servicio debe atender la complejidad sociotécnica que implica reconocer que los requerimientos asociados a los procesos de innovación no dependen exclusivamente de la entrega de dispositivos tecnológicos. Es claro que la innovación supone reconocer dimensiones organizacionales, de formación de capacidades individuales, de generación de capital social y de articulaciones público-privadas en contextos locales, departamentales y regionales de mercado, todo ello en perspectivas de sistemas de innovación.

La prestación del servicio de ATA bajo modelos de sistemas de innovación establece fuertes demandas a la formación de redes de conocimiento, en las cuales el papel de los productores y sus saberes deben ser reconocidos como esenciales para la puesta en marcha y el fortalecimiento de estas estructuras que vinculen iniciativas exitosas en organizaciones como universidades, organizaciones no gubernamentales (ONG) y empresas privadas.

---

[35] Este estudio fue liderado por Corpoica, Dirección de Transferencia de Tecnología con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la participación de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Instituto Interamericano de Cooperación Agropecuaria (IICA), el Instituto Internacional de Investigación sobre las Políticas Alimentarias (IFPRI) y la Red Latinoamericana de Servicio de Extensión Rural (Relaser).

[36] En 12,1 % de UPA del área rural dispersa del área censada en territorios de grupos étnicos, los productores recibieron asistencia técnica.

El servicio de ATA para la pequeña[37] y mediana agricultura debe tener, entre sus atributos, los siguientes: 1. contribuir a identificar necesidades específicas de los usuarios para resolver problemas concretos; 2. orientar y direccionar la toma de decisiones en torno a la incorporación de sistemas productivos; 3. generar insumos para el desarrollo de la investigación científica y tecnológica; 4. contribuir al desarrollo de conocimientos locales y a la generación del diálogo de saberes, así como al intercambio de información y transformación de esta en conocimiento; 5. incorporar perspectivas de género en la atención a los procesos socio productivos; y 6. hacer evidente la dimensión ambiental de los procesos sociotécnicos en el sector.

Los atributos señalados marcan el valor que, para el cumplimiento de estos, tiene la formación y actualización del capital humano, en especial, del asistente técnico, y la necesidad de reglas y herramientas que son necesarias poner en marcha para la certificación de sus competencias.

La aspiración a configurar la ATA como un servicio gratuito, obligatorio y universal para pequeños y medianos agricultores, usuarios del fondo de tierras, entre otros usuarios definidos en la política pública, que resulte oportuno, pertinente y de calidad, implica una gran complejidad que requiere para su logro lo siguiente: 1. una política pública diferenciada y con enfoque territorial que contemple su instrumentalización y complementación a partir del Decreto 2364 de 2015 con referencia a la ATA y el SNCTA, 2. una fuerte base de información y estadísticas articuladas nacionalmente, 3. una estrategia para fortalecer las capacidades y 4. un adecuado sistema de seguimiento y evaluación que dé cuenta de lo que ocurre en los territorios, entre otros aspectos.

En el escenario de posconflicto, la ATA se enmarca hacia el fortalecimiento de las capacidades productivas de la economías campesinas, familiares y comunitarias, para el desarrollo de procesos de innovación tecnológica con enfoque social. Define la necesidad de proveerla con un servicio público, de calidad, participativo, vinculado a resultados de CTi, soportada en las TIC y empática con los saberes ancestrales, con el propósito de fortalecer las capacidades productivas de la economía campesina, familiar y comunitaria para desarrollar sus proyectos productivos y estimular procesos de innovación tecnológica. El Gobierno nacional diseñará e implementará un plan nacional de asistencia integral técnica, tecnológica y de impulso a la investigación, así como la adopción de esquemas de apoyo para fortalecer, desarrollar y afianzar la producción y el mercado interno, que incluyan asistencia técnico-científica, orientados a promover la cualificación de la economía campesina, familiar y comunitaria, ambiental y socialmente sostenible, que contribuyan a su autosuficiencia y al autoconsumo.

[37] Es importante precisar que la asistencia técnica es útil para pequeños productores que tienen una base de activos productivos mínima que pueda mejorar su desempeño y generar ingresos significativos. No es útil para aquellos pobres rurales sin activos a los cuales el Estado debe atender de otras maneras.

2.4.3 Acceso a recursos genéticos y propiedad intelectual

2.4.3.1 *Acceso a recursos genéticos y recursos derivados*

De acuerdo con los diferentes tratados y convenios de los cuales Colombia hace parte y con las correspondientes políticas y normas nacionales, los recursos genéticos son propiedad del Estado, motivo por el cual cualquier persona, natural o jurídica, que quiera acceder a ellos debe suscribir un contrato (Consejo de Estado 1977). No obstante, no requieren suscribir contrato de acceso las actividades que se realicen sobre los recursos genéticos (RG) y productos derivados de especies introducidas en sus formas silvestre, domesticada, cultivada o escapada de domesticación y los de origen humano o las investigaciones científicas básicas que se adelantan en un permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines no comerciales y que involucren actividades de sistemática molecular, ecología molecular, evolución y biogeografía (Colombia 2014).

En el contexto internacional, se cuenta con tratados, acuerdos y protocolos, que han sido trascendentales a fin de promover entre los países normas y medidas para la conservación y el acceso sostenible y equitativo de los RG, entre los que se encuentra la Decisión 391 de 1996 de la Comunidad Andina de Naciones, en la que se establece que los países ejercen soberanía sobre sus RG, y de acuerdo con la cual Colombia ha enmarcado su reglamentación, definiendo en especial en los últimos cinco años varias normas y directrices como respuesta al vacío existente hasta entonces para aplicar los tratados y normas internacionales en el propio territorio. Entre estos se destacan el Conpes 3697 (DNP 2011a), el Decreto Ley 3570 de 2011, los decretos 1375 y 1376 de 2013 del MADS, la Resolución 1348 (Colombia 2014a) del MADS y la Ley 1753 (Colombia 2015), los cuales han permitido hacer más claros y entendibles los acuerdos internacionales y más expeditos los trámites, en especial, para las investigaciones científicas con fines no comerciales.

En Colombia, la entidad gubernamental designada como autoridad nacional competente para dar trámite a las solicitudes de acceso a los RG es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Decreto 730 [Colombia 1997]). Sin embargo, como parte de los requisitos para la suscripción del contrato de acceso, hay que recurrir al Ministerio del Interior, a fin de certificar presencia o no de comunidades étnicas y solicitar consulta previa, de ser necesario, y a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), cuando se vayan a realizar actividades de recolección, o a las corporaciones autónomas regionales, o de desarrollo sostenible, o los grandes centros urbanos, o los parques nacionales naturales de Colombia, cuando las actividades de recolección se pretendan desarrollar en áreas especiales (ANLA 2014). Asimismo, una vez iniciada la investigación, los especímenes recolectados deberán depositarse en una colección nacional que se encuentre en el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC), que coordina el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) (ANLA 2014), y la información asociada a los especímenes recolectados deberá suministrarse semestralmente al Sistema de Información en Biodiversidad de Colombia (SIB 2016).

En ciertos casos, el material se encuentra disponible en los bancos de germoplasma. En Colombia, existen diversos bancos activos de naturaleza pública, privada y mixta, entre los que destaca el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con tres colecciones mundiales de taxones de seguridad alimentaria y forrajes, y el Sistema de Bancos de Germoplasma de la Nación para la Alimentación y la Agricultura (SBNG), en cabeza del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), manejado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), por medio de un convenio de cooperación técnica y científica (Valencia et al. 2010). El SBNG incluye la conservación, preservación y caracterización de los bancos de germoplasma animal, de microorganismos y vegetal; este último contiene 70 % del total de las accesiones vegetales que posee Colombia en condiciones *ex situ* (Vallejo y Estrada 2002, citados por Valencia et al. 2010) y conserva cerca de 60 especies vegetales de importancia para el sector en 9 centros de investigación de Corpoica, como papa, cacao, achira, ají, ñame, batata, fríjol, haba, arveja, chontaduro, frutales amazónicos (ICA 2016a). La política para la adquisición, el manejo y la entrega de recursos biológicos en bancos de germoplasma del SBNG fue formalizada mediante la Circular 001 de 2016 de Corpoica.

Cada uno de los permisos configura un trámite con las diferentes entidades responsables que, pese a las mejoras significativas conseguidas en los últimos años, de acuerdo con la percepción de los investigadores, siguen siendo complejos, costosos y demorados. Si bien el tiempo de respuesta en 2016 del MADS para la suscripción del contrato de acceso a RG es de 90 a 120 días hábiles, a menudo ha sido mucho mayor (1,85 años el tiempo promedio entre 2003 y 2015 sin contar el perfeccionamiento del contrato) (Figura 9), con la consideración de que también puede prolongarse con la expedición de los permisos previos para su radicación y el tiempo de respuesta de los usuarios cuando la información no es clara o está incompleta. El trámite para la certificación de presencia de grupos étnicos tarda entre 15 y 45 días hábiles, pero, si requiere consulta previa, los tiempos son indeterminados. Por su parte, el trámite de permiso de colecta puede tardar varios meses o incluso años (actos 1463 de 2014 y 0152 de 2015 de la ANLA).

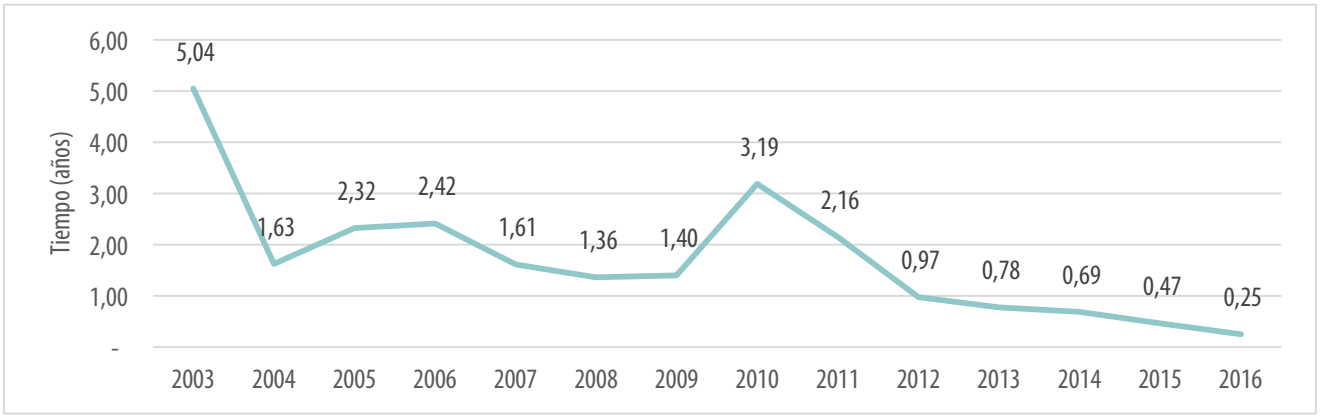


Figura 9. Tiempo promedio de duración del trámite para la suscripción de contratos de acceso a recursos genéticos en el MADS (2003-2016).
Base de cálculo: Contratos en seguimiento o liquidados. Tiempo desde radicación hasta contrato. No incluye el perfeccionamiento del contrato.
Fuente: Cálculos propios según reporte del MADS, corte a julio de 2016

Además de la creación de medidas políticas, legislativas y administrativas, las entidades competentes han desarrollado acciones en forma individual y, en algunos casos, conjunta, para dar a conocer los procedimientos y beneficios de los contratos de acceso a RG y la protección de la propiedad en diferentes universidades del país (MADS 2016). Sin embargo, se requiere una estrategia articulada para mejorar los resultados hasta ahora obtenidos y ajustar la reglamentación con alcance a las investigaciones con fines comerciales y no comerciales e instruir a los actores en los procesos exigidos. En diferentes escenarios, los investigadores han manifestado los inconvenientes con los trámites para solicitar los permisos, lo cual puede desestimular los convenios de cooperación interinstitucional o el desarrollo de investigaciones en territorios específicos.

La propuesta de reforma rural integral contemplada en el acuerdo de paz promueve la protección de semillas nativas y el acceso de las comunidades a bancos de semillas (material de siembra de calidad), la regulación socioambiental y sanitaria de organismos modificados genéticamente (OMG) y finalmente un marco regulatorio para la protección y el uso sostenible de la biodiversidad.

2.4.3.2 *Propiedad intelectual*

La propiedad intelectual agrícola tiene connotaciones económicas y comerciales muy importantes, porque limita o posibilita competir y genera efectos en la dirección del cambio técnico agrícola, el ambiente (en especial los recursos naturales) (Alarcón y Astudillo 2000), y es una herramienta importante para la gestión de proyectos en centros de investigación como parte fundamental de los logros misionales en función del beneficio del sector agropecuario y el fortalecimiento de la transferencia de tecnología protegible.

Al respecto existen diferentes posiciones. La OCDE recomienda continuar robusteciendo el sistema de derechos sobre la propiedad intelectual y profundizando en los esfuerzos realizados para compartir información, así como ayudar a gestionar los derechos de propiedad intelectual de los investigadores (OCDE 2015). Mientras que, por otro lado, ha existido preocupación de los productores agropecuarios, en particular a causa de las negociaciones para firmar tratados de libre comercio, de que la protección de la propiedad intelectual pueda hacer menos competitivo el sector por un aumento de precios en los insumos protegidos o por el bloqueo al acceso de innovaciones para los investigadores de organizaciones públicas o sin fines de lucro (Pardey et al. 2011, citados por Chaparro-Giraldo 2013; Núñez et al. 2013; DLA Piper 2013; Portafolio 2005).

En el contexto internacional, se cuenta con tratados, acuerdos y protocolos que han sido trascendentales para promover entre los países normas y medidas en procura de un sistema de propiedad intelectual equilibrado y eficaz, que permita la innovación y la creatividad, entre los que se encuentran la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) (OMC 2016; IICA 2010), el Convenio de París sobre Propiedad Industrial, el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT), el Convenio de la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV 2016) y la Decisión 486 de 2000 de la Comunidad Andina de Naciones. La Ley de Patentes de Colombia fue

implementada específicamente bajo la Decisión 486, reglamentada parcialmente con el Decreto 427 de 2001 y, además, la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) expidió la Circular Única que contiene el conjunto de directrices para los trámites de propiedad industrial.

Colombia cuenta con el Sistema Administrativo Nacional de Propiedad Intelectual (SPI) y la Comisión Intersectorial de Propiedad Intelectual (CIPI)[38] (Decreto 1162 [Colombia 2010]), para coordinar las actividades estatales y de los particulares en torno al uso y la promoción de los derechos de propiedad intelectual (Colombia 2010). Asimismo, cuenta con tres entidades públicas responsables de los procesos de protección, que tienen en cuenta las diversas formas de propiedad intelectual y derechos derivados de esta. Respecto de los derechos de autor, se encuentra la Dirección Nacional del Derecho de Autor (DNDA) que protege obras literarias y artísticas y obras realizadas por medios tecnológicos. En cuanto a la propiedad industrial referida invenciones, se encuentran la SIC (que abarca las patentes de invención, de modelo de utilidad, las marcas, los diseños industriales, las indicaciones geográficas) y el ICA (que comprende los derechos de obtentor de variedades vegetales [DOV]).

En el escenario institucional, aparecen otros actores importantes, como la Red Especializada de Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico (Cenired) de donde nació en 2008 el Servicio Compartido de Propiedad Intelectual en el Sector Agropecuario (Secopi Agro) con el auspicio de Colciencias y la OMPI, conformado por diversos centros de investigación y universidades,[39] que ha desarrollado aportes mediante asesoría especializada y actividades de divulgación, capacitación y formación. Otros actores destacados son las entidades internacionales de cooperación y desarrollo, como el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y IICA por sus proyectos y documentos que al efecto han adelantado (DLA Piper 2013).

En el sector agropecuario, las formas más comunes de protección son las patentes y los derechos de obtentor de variedades vegetales. Existen otras formas de protección registrables y no registrables, que no han sido suficientemente aprovechadas, como las indicaciones geográficas (para aprovechar las cualidades o la reputación de los productos derivadas de su lugar de origen), los derechos de autor y derechos conexos (para aplicar a manuales de instrucciones o prácticas agrícolas, bases de datos, guías de campo), las marcas (brindando diferenciación), los registros de diseños industriales (aumenta el valor comercial de los productos artesanales que pueden emplear materias primas de origen natural), el secreto industrial, la alta complejidad en el diseño y los acuerdos o contratos de confidencialidad, entre otras formas.

[38] La CIPI se encuentra presidida por el MCIT y hacen parte de ella con voz y voto: el DNP, Colciencias y 11 ministerios. Con voz, pero sin voto: Dirección Nacional de Derecho de Autor (DNDA), la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia (DIAN), el ICA, el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamento (Invima), la SIC y el SENA.

[39] Conforman Secopi Agro: Ceniacua, Cenibanano, Cenicafé, Cenicaña, Ceniflores, Conif, Cenipalma, Corporación Colombia Internacional (CCI), Corpoica, Corporación Biotec, Bioinnova, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Universidad de Caldas, Universidad de Ciencias Aplicadas, Universidad del Tolima, Universidad del Quindío, Universidad Autónoma de Manizales, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y la Universidad del Magdalena.

En relación con las patentes, el tiempo necesario para la concesión dependerá del procedimiento de registro y de varios factores que varían de un país a otro. En Colombia, desde la promulgación de sus leyes y tratados, el tiempo de examen de las patentes se ha reducido a una tercera parte que pasó de 62 en 2004 a 22 meses en 2016[40] y situó a la oficina de patentes de Colombia como la tercera más rápida del mundo, pues pasó de conceder 22,9 % de las solicitudes en el periodo 2000-2009 a 59,3 % entre 2010 y 2014, lo cual ha generado una dinámica positiva. En quince años, se presentaron en Colombia 2.242 solicitudes de patentes de invención y 217 de patentes de modelo de utilidad, con un crecimiento de 6,55 y 2,73 % entre 2000 y 2015. Sin embargo, a pesar de lo anterior, las solicitudes son presentadas en 86 % de los casos por no residentes y tan solo 14,3 % por residentes en el país. Los principales solicitantes en 2015 fueron los Estados Unidos (36 %), Suiza (6,4 %), Alemania (5 %), Japón (3,4 %) y Francia (3,1 %) (SIC 2016). Situación que no es exclusiva de los productos relacionados con el sector agropecuario, sino de todos los sectores en general.

Además de las solicitudes de patentes por nacionales, los indicadores de creación de conocimiento, como el coeficiente de invención,[41] y los pagos por utilización de la propiedad intelectual,[42] siguen siendo bajos en comparación con otros países referentes en América Latina, como Chile, México o Brasil, cifras que reafirman la percepción de las empresas innovadoras consultadas en la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera (EDIT) (de las cuales 47 % son agroindustriales), donde 40 % ve el sistema de propiedad intelectual como un obstáculo para la innovación, por factores como el tiempo de trámite excesivo, la falta de información sobre beneficios, la ausencia de ideas novedosas, la escasa capacidad interna de gestión, entre otros (DANE 2015a).

Teniendo en cuenta el sector tecnológico registrado en la SIC entre 2004 y 2014, el agropecuario constituyó 9 % del total de las patentes presentadas durante el periodo, equivalentes a 2.210 solicitudes (2.144 de invención y 66 de modelos de utilidad); las más significativas fueron las de biosidas y reguladores de crecimiento vegetal (1.632), seguidas de las novedades vegetales o procedimientos para su obtención, reproducción de plantas (109), cría, avicultura, piscicultura, apicultura, pesca, obtención de animales (97), horticultura, legumbres, flores, arroz, lúpulo o algas, silvicultura, riego (95) (SIC 2016). En relación con el origen, 48 países hicieron solicitudes de patentes en sectores tecnológicos agroindustriales entre 2004 y 2014; 10 de ellos representaron 91,4 % de las solicitudes y solo 3 más 60 %; Estados Unidos (29,1 %), Alemania (24,9 %) y Suiza (8,9 %) (Figura 10).

[40] Información suministrada por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) en reunión realizada el 26 de mayo de 2016.
[41] Indicador del nivel de patentamiento de un país dado por el número de patentes por cada cien mil habitantes.
[42] Variable utilizada para medir absorción de conocimiento.

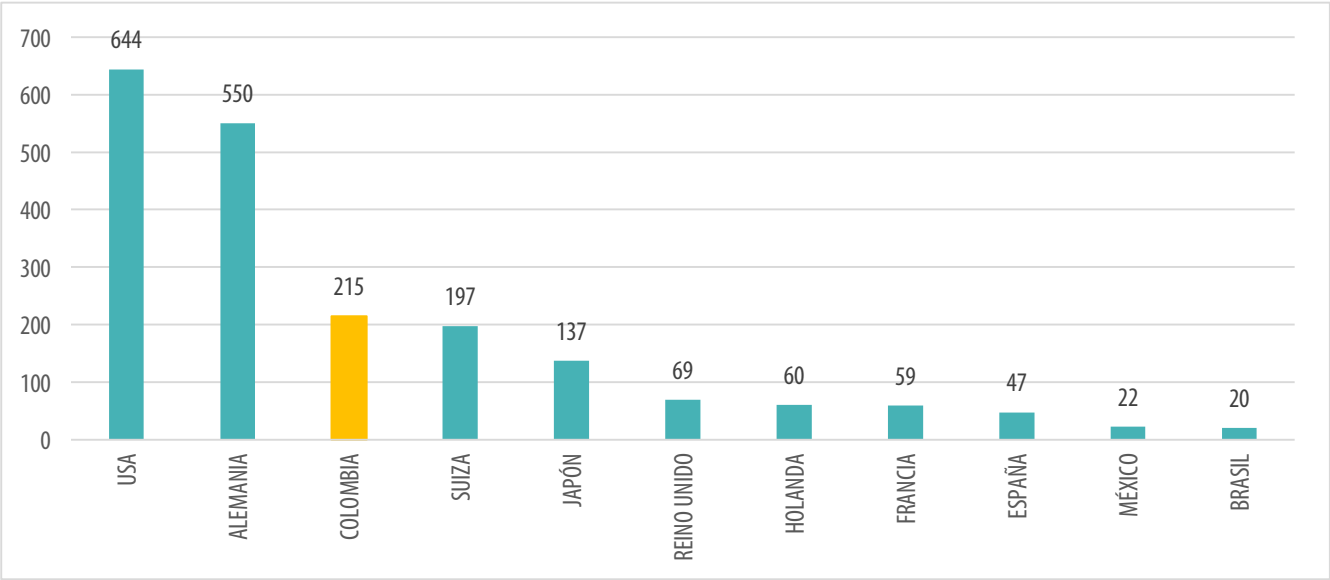


Figura10. Países líderes solicitantes de patentes en Colombia en sectores tecnológicos agroindustriales (2004-2014).
Fuente: SIC (2016).

Las solicitudes de patentes agroindustriales provenientes de residentes en Colombia, por su parte, se originaron en 19 de los 33 departamentos.[43] En Bogotá, se concentraron más de 47 %, seguidas de Antioquia (16,3 %) y Valle del Cauca (6,5 %). Por tipo de solicitante, 58 % fueron presentadas por 103 personas naturales, 31 % por 41 empresas, 11 % por 10 universidades y 1 centro de investigación que representa menos de 1 % (SIC 2016).

Respecto de los DOV, en Colombia se adoptó y entró en vigor el régimen común de protección a los DOV (Decisión 345 de la Comunidad Andina de Naciones) con el Decreto 533 (Colombia 1994) que lo reglamentó y estableció al ICA como autoridad nacional competente para la gestión y ejecución del régimen, que, a su vez, mediante la Resolución 1893 (Colombia 1995), ordenó la apertura del Registro Nacional de Variedades Vegetales Protegidas y estableció el procedimiento para la obtención del Certificado de obtentor. Posteriormente, con la Ley 243 de 1995 y el Decreto 2687 (Colombia 2002b), se acogieron los lineamientos de la UPOV 1978 y la duración de la protección de la UPOV 1991.

Al igual que las patentes, la mayor cantidad de solicitudes de DOV en Colombia son realizadas por no residentes y la tasa de aprobación es más baja para las solicitudes realizadas por colombianos. Entre 1995 y 2015, se recibieron en Colombia 1.864 solicitudes de registro de variedades protegidas, de las cuales solo 8,6 % provenía de entidades colombianas; y 91,4 %, de entidades internacionales. De las solicitudes recibidas, fueron otorgados 1.136 certificados, esto es, 61 %, de aprobación. Sin embargo, la tasa de aprobación para Colombia fue de 49 %, teniendo en cuenta que de 160 solicitudes se otorgaron 79 (ICA 2016b). Solo en 2015, se recibieron y analizaron

[43] Que incluye al distrito capital.

104 solicitudes correspondientes a variedades de arroz, soya, caña de azúcar y café, entre otras, y se otorgaron 42 certificados de obtentor (ICA 2016b). El 95 % de las solicitudes proviene de 7 países; el principal es Holanda con 45,1 % de los casos, seguido en el *top* 5 de Alemania (14,2 %), Francia (9,9 %), Colombia (8,6 %) y los Estados Unidos (8,5 %) (ICA 2016b).

Las solicitudes de DOV se reducen a unas cuantas variedades. De los certificados emitidos por el ICA entre 1995 y 2011, 88 % fue de plantas ornamentales, 5,5 % de cereales, 2,8 % de frutales y 4 % de otros cultivos. En las solicitudes nacionales, sobre una base de cálculo de 146, 49 % fue de arroz, 19 % de caña de azúcar, 8 % de *Alstroemeria*, 7 % de soya, 7 % de clavel, 5 % de pasto y 5 % de otras. En relación con la situación del registro, 20 % se encuentra vigente, 22 % en proceso y 12 % terminó, mientras que 38 % restante fue cancelado, desistido, expirado o rechazado (ICA 2016b).

Otra forma de protección. que se emplea con frecuencia en el mundo en productos agrícolas que poseen cualidades derivadas de su lugar de producción y en los que influyen factores geográficos específicos, como el clima y el suelo. es la indicación geográfica, que cuenta con la denominación de origen como un tipo especial de indicación, aplicada a productos que poseen una calidad específica derivada exclusiva o esencialmente del medio geográfico en el que se elaboran (OMPI s. f.). En Colombia, 22 productos cuentan con este tipo de protección, 12 de uso agroalimentario y 10 de uso artesanal (SIC 2016); el Huila es el departamento del país con mayor número de productos que emplean esta protección. De los 22 productos, 19 tienen relación directa con el sector agropecuario. Entre los *agroalimentarios* se encuentran 5 cafés especiales,[44] 3 variedades de flores, 2 tipos de queso, un frutal y una colación a base de achira. De los productos con usos *artesanales*, 7 emplean fibras naturales como materia prima para su fabricación. Según DLA Piper (2013), el escaso uso de las denominaciones de origen colombianas protegidas en el territorio nacional y el exterior puede obedecer, entre otros aspectos, a la falta de conocimiento de esta forma de protección, su alcance y sus ventajas.

2.5 Gobernanza del SNCTA

La gobernanza del SNCTA es un aspecto fundamental en la ejecución del Pectia cuanto el éxito del plan va a depender en buena medida de su financiamiento y del grado de cooperación y de coordinación entre los múltiples actores del SNCTA.

Para poner en marcha un modelo de gobernanza que permita un adecuado funcionamiento del SNCTA, base para la ejecución del Pectia, es necesario rediseñar, ajustar y coordinar el conjunto de mecanismos, políticas, instrumentos, normas, organizaciones y recursos que permitan una adecuada participación y articulación de sus actores en el ámbito nacional y territorial.

[44] El café colombiano ha tenido varios reconocimientos y protección legal en los mercados principales, como los Estados Unidos y Canadá (marcas de certificación), Colombia y América Latina (denominación de origen) y la Unión Europea (indicación geográfica protegida) (DLA Piper 2013).

Los diagnósticos realizados sobre este tema por Corpoica para la Misión de Transformación del Campo Colombiano y por la OCDE dan cuenta de algunos de los aspectos que sobre gobernanza es necesario atender para un adecuado funcionamiento del SNCTA, entre los cuales se destacan los siguientes:

- La necesidad de una política agrícola que en su conjunto incentive la competitividad y la innovación, de una política específica para la innovación en el sector y de un marco normativo para el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria.
- El reconocimiento del Sistema Nacional de Innovación Agropecuario como parte del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI) y una definición de roles, funciones y mecanismos de participación.
- La definición de los mecanismos, los roles, las funciones, en la coordinación, a efectos de la política de innovación sectorial, entre el MADR, Colciencias, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y de estos con el Ministerio de Educación Nacional (MEN), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el MTIC.
- La necesidad de rediseñar la participación sectorial en las comisiones regionales de competitividad, ciencia, tecnología e innovación y de conectar el accionar de las comisiones a la de los comités de cadenas productivas y a los sistemas territoriales de innovación (STI).

Algunos de estos aspectos han sido identificados por el DNP, como el ajuste que en los últimos años se tuvo en los arreglos institucionales y la gobernanza de este tema en el país[45]:

1. El Conpes 3527, Política Nacional de Competitividad y Productividad, incorpora dentro del marco amplio de la competitividad las capacidades de generación, uso y transferencia de conocimiento (DNP 2008b).
2. Entre 2008 y 2013, se formularon otras políticas, aún vigentes, relacionadas con el tema de CTi, como la de biocombustibles (Conpes 3510 [DNP 2008a]), de propiedad intelectual (Conpes 3533 [DNP 2008c]), de fortalecimiento del Sistema de Formación de Capital Humano (Conpes 3674 [DNP 2010]) y de desarrollo comercial de la biotecnología (Conpes 3697 [DNP 2011a]). En 2013, Colombia inició su proceso formal de ingreso en la OCDE, en cuyo marco ya tiene acceso al Comité de Política Científica y Tecnológica y al Comité de Agricultura donde la política de innovación tanto general como sectorial tiene una serie de recomendaciones explícitas, de cuya puesta en marcha va a depender que el país se acerque a las buenas prácticas de política que promulga dicho organismo.
3. En 2012, el Decreto 1500 creó el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) en paralelo al SNCTI y se instituyó el Comité Técnico Mixto de Innovación con la participación de los sectores público y privado centrales vinculados a los temas de competitividad e innovación (Comité Técnico Mixto de Innovación [CTM Innovación]).

[45] Información tomada del documento Versión borrador "Conpes de Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2025" publicada por el DNP en diciembre de 2015.

Luego de este periodo de ajustes nacionales y regionales, el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (Colombia 2015) realizó modificaciones que buscaban una mayor eficacia y simplicidad para la CTi. La Ley estableció en su artículo 186 la integración del SNCI con el SNCTI para eliminar la duplicación de sistemas administrativos y consolidar un único Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTi). Este nuevo sistema consolidado tiene como únicos interlocutores en los departamentos a las Comisiones Regionales de Competitividad (CRC), las cuales integran a las otras instancias departamentales, como los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación (Codecti) y otros comités relacionados. Además, en su artículo 7, la Ley 1753 (Colombia 2015) creó los planes y acuerdos estratégicos departamentales de CTi como una herramienta para focalizar la inversión del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías (SGR) en áreas acordadas entre la región y el Gobierno nacional.

Actualmente, se encuentra en discusión una propuesta de política de CTi[46] que tiene como objetivo impulsar el desarrollo económico y social del país a través de la ciencia, la tecnología y la innovación, aumentar la actividad innovadora en el aparato productivo, generar condiciones de cooperación entre los sectores público y privado por medio de la transferencia de conocimiento y tecnología, incrementar la producción de conocimiento de alto valor que dé respuesta a las necesidades y oportunidades sociales y de desarrollo productivo y potenciar el capital humano altamente calificado y dedicado a la investigación, desarrollo tecnológico y la innovación. Este documento de política busca formular una estrategia a largo plazo que mejore sustancialmente los índices de formación de talento humano, infraestructura, financiación y cultura de CTi para que se obtengan avances cualitativos en la calidad y el efecto en la investigación y con la meta que a 2025 Colombia sea uno de los tres países más innovadores de América Latina.

Sobre gobernanza, el Conpes 3866 (DNP 2016b) identifica la debilidad que existe en el actual marco institucional para un adecuado desarrollo de la política, de tal manera que se pueda lograr una mayor efectividad de la inversión pública y privada en CTi. Para superarla, propone una arquitectura institucional que diferencie las instancias de coordinación estratégicas y las instituciones responsables de la ejecución de instrumentos (figura 11).

[46] El documento en discusión tiene una serie de observaciones por parte del MADR, por su marcado sesgo empresarial en el diseño de los instrumentos de política que allí se proponen, aspectos que deberán corregirse para que la política sea aplicable al sector agropecuario, donde las condiciones de desarrollo empresarial son más precarias que en el sector industrial.

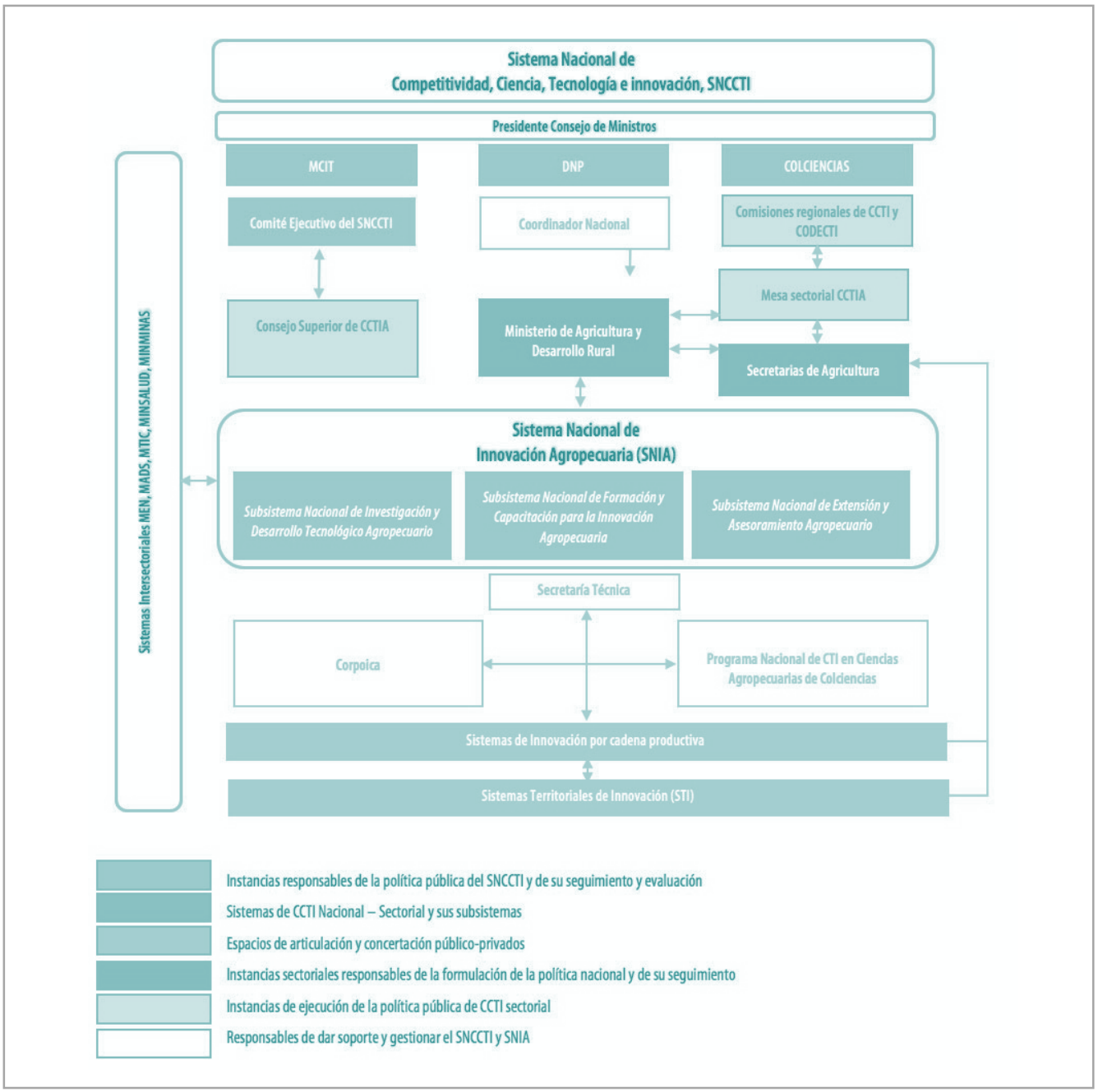


Figura 11. Gobernanza propuesta para el SNCCTi.
Fuente: Elaboración propia a partir de información de Conpes 3866 (DNP 2016b).

Un primer aspecto propuesto es integrar a las comisiones regionales de competitividad (CRC) en cada departamento con las distintas instancias departamentales que promueven agendas de competitividad, productividad, ciencia, tecnología e innovación, tales como los Codecti, los comités universidad-empresa-Estado, los comités de biodiversidad, las redes regionales de emprendimiento, los consejos regionales de pyme, los consejos ambientales regionales, los comités de seguimiento a los convenios de competitividad, y las demás que sean promovidas por el Gobierno nacional.

Propone que las CRC deberán ajustar su estructura de manera que se garantice la participación de las instancias mencionadas, y las señalan como la única instancia de interlocución de las regiones con el Gobierno nacional para la implementación de la Agenda de I+D+i. A nivel central, se propone asignar la función de formular, orientar, dirigir, coordinar, ejecutar e implementar la política de Estado de innovación y emprendimiento al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MCIT) y de ciencia y tecnología a Colciencias. Asimismo, se propone separar los roles de programación de las políticas con la ejecución de programas e instrumentos en el SNCCTi.

iNNpulsa Colombia, convertida en la Unidad de Gestión del Crecimiento Empresarial (UGCE) del MCIT, será el principal ejecutor de instrumentos de innovación y emprendimiento. Se separarán en el proceso de reestructuración de Colciencias explícitamente las funciones de programación y ejecución, se fortalecerá la Unidad de Diseño y Evaluación de Políticas de Colciencias y se designará al Fondo Francisco José de Caldas como el principal ejecutor de instrumentos de ciencia y tecnología. Las políticas de orden sectorial, su diseño y seguimiento, así como las regulaciones específicas, serán del ámbito de los ministerios sectoriales, tal como se ilustró en la figura 11.

2.6 Inversión y financiamiento

La inversión pública en ACTi y capacitación para el sector agropecuario colombiano se ha caracterizado por tener su tendencia creciente desde 1990. Sin embargo, es desde 2012 que se vienen registrando los mayores incrementos respecto del promedio de inversión del periodo (1990-2014), variación que se explica por el ingreso de recursos del SGR asignados a proyectos de CTi del sector, equivalentes a $878.000 millones, según las asignaciones aprobadas por los órganos colegiados de administración y decisión (OCAD).

Para el periodo 1990-2014, la inversión promedio en ACTi del sector agropecuario ha sido cercana a 0,08 % del PIB nacional. Dicha inversión alcanzó $ 825.000 millones en 2014 y mantuvo un promedio de $ 358.000 millones a lo largo del mismo periodo (precios constantes de 2014). Ahora, la inversión en ACTi sectorial como porcentaje del PIB agropecuario para el mismo periodo ha representado en promedio 0,92 % y presenta una tasa de crecimiento promedio anual de 3,16 %.

La inversión pública en investigación y desarrollo (I+D) presentó una media de $128.000 millones y creció a una tasa anual de 15,27 %, mientras que la participación en el PIB nacional y en el PIB sectorial fue en promedio de 0,04 y 0,47 %, respectivamente (figura 12).

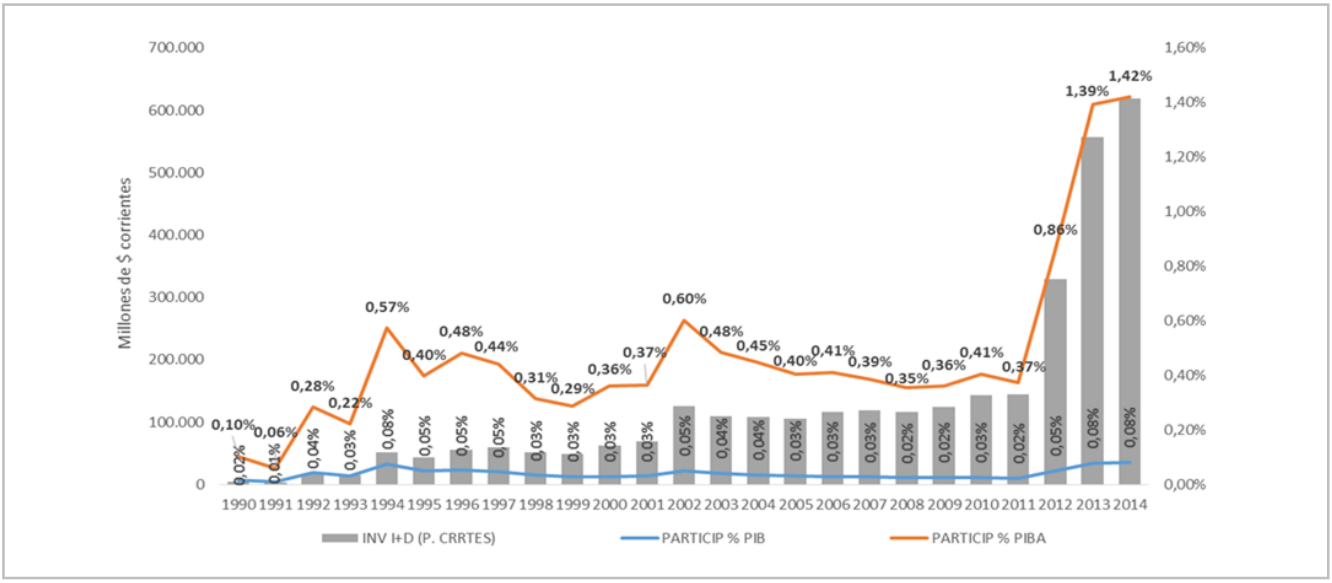


Figura 12. Inversión pública en I+D: en el sector agropecuario como porcentaje del PIB total y del PIB agropecuario (1990-2014).
Fuente: Elaboración propia

En las fuentes de financiación, el MADR, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), los fondos parafiscales y el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTi) del SGR han sido los principales financiadores de las actividades de I+D+i del sector agropecuario, esencialmente a través de recursos provenientes del presupuesto general de la nación (PGN) y de créditos externos.

Se destaca también la participación de otras fuentes, como el ICA, el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder) y la Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura (Aunap), así como de entidades ya liquidadas como, el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (Incora), el Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (INAT) y el Fondo de Desarrollo Rural (DRI), que también contaron con una importante participación en la financiación y ejecución de ACTi, en especial respecto de capacitación y asistencia técnica.

Las universidades y el sector privado también son importantes en el proceso de financiación; entes que, a través de convocatorias internas, recursos propios, cuotas de fomento o impuestos, promueven el desarrollo de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico y capacitación.

No obstante, de acuerdo con los Indicadores de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (Agricultural Science and Technology Indicators, ASTI por sus siglas en inglés), la inversión pública (OECD y FECYT 2002)[47] del país en investigación y desarrollo como proporción del PIB

[47] Respecto de los rubros contemplados en I+D, partimos de las definiciones del Manual de Frascati (OECD y FECYT 2002), que incluye toda la financiación dirigida a estudios y proyectos de investigación (básica, aplicada y experimental) y desarrollo tecnológico, más administración e infraestructura. En cuanto a las ACTi, además de la I+D, se incluyen formación de investigadores (maestrías y doctorados), servicios técnicos y científicos (bibliotecas, museos, laboratorios, asistencia técnica, transferencia, difusión, asesoría, patentes, licencias), innovación tecnológica (implementación de productos y de procesos nuevos o mejorados) y capacitación técnica a campesinos y extensionistas en centros agropecuarios (DRI, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura [INPA], SENA), capacitación a jóvenes rurales (MADR) y cursos de adiestramiento y capacitación técnica a funcionarios y extensionistas (ICA).

sectorial es relativamente baja (0,92 %) si se compara con países de la región con una importante vocación agrícola, como Uruguay, Brasil, Chile y Argentina, cuyo promedio de inversión entre 1981 y 2006 se ubicó en 1,99, 1,66, 1,22 y 1,27 % del PIB agropecuario, respectivamente (Stads et al. 2016). Así, la inversión pública en actividades de ciencia y tecnología (ACT) sectorial del país es equivalente al promedio de inversión realizada por países como Panamá (0,5 %), Tanzania (0,5 %), China (0,5 %), Honduras (0,4 %), Nigeria (0,4 %) y la India (0,4 %).

En este escenario, se resalta que los recursos del SGR, si bien vienen jalonando considerablemente los incrementos de la inversión pública en ACTi agropecuaria durante los últimos años, sus valores futuros pueden verse afectados significativamente debido, entre otros aspectos, a la coyuntura mundial por el descenso en los precios del petróleo.

Lo anterior, acompañado de la ausencia de información completa y organizada, de una metodología adecuada, que siga las recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) y la OCDE, para el monitoreo, la medición y la evaluación de este tipo de gasto, presenta debilidades institucionales y de gobernanza, expuestas en aspectos como la baja participación del sector privado, la dispersión de las fuentes de financiación y la toma de decisiones aisladas; todo lo que dificulta un proceso de asignación y efecto más eficiente respecto de lo esperado por el agro nacional, situación que representa un reto permanente para el desarrollo competitivo del sector. Por esto, la inversión futura en CTi es factor habilitante fundamental para poder desarrollar el Pectia y lograr los objetivos que se propone.

La financiación de las actividades de I+D+i del sector debe ir encaminada a adoptar un marco de financiamiento público *amplio*, *coordinado* e *informado*, donde los recursos provenientes de sus principales fuentes de financiación, como el PGN del SGR, los fondos parafiscales y otras instancias nacionales, departamentales y municipales, se complementen y aprovechen efectivamente a través de la generación de políticas y mecanismos equilibrados, evaluados colectivamente y encaminados a atender las necesidades reales del sector, a corto, mediano y largo plazo.

Se requieren esquemas de financiamiento donde los recursos públicos no compitan ni se sustituyan y puedan ser complementarios a través de una *ventanilla única* de recursos públicos para la financiación de I+D+i del sector agropecuario, con mayores recursos de fuentes complementarias que atiendan las necesidades de todo el SNCTA, como el sector privado y los fondos internacionales.

Según las cifras recopiladas por Corpoica desde su Observatorio del SNCTA,[48] la inversión pública en I+D+i agropecuaria ha mostrado entre 2000 y 2013 un crecimiento promedio anual real de 4,32 % y una participación de 0,05 % del PIB total y de 0,84 % del PIB agropecuario en 2013. Para 2014, la inversión total en I+D+i ascendió a 1,89 % ($825.000 millones) del PIB sectorial de los cuales recursos equivalentes a 1,4 % del PIB sectorial fueron invertidos en I+D+i y 0,49 % en actividades de asistencia técnica y capacitación.

[48] El Observatorio es el punto focal para Colombia del programa de Indicadores de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (ASTI 'Agricultural Science and Technology Indicators') del International Food Policy Research Institute (IFPRI), sistema de datos y análisis abierto sobre inversiones, capacidad humana y estructura institucional que permite comprender y comparar la contribución de la I+D+i en el crecimiento agrícola de los países de bajos y medios ingresos.

Para lograr niveles de inversión cercanos a la media de los países que en la región tienen más inversión pública en este campo (1,5 % del PIB sectorial),[49] con relación a los recursos asignados en 2014 en ACT del sector, habría sido necesario un incremento del orden de 6 % del total invertido. Lo anterior, en valores de 2014, significaría jalonar en cerca de 9 % el monto de inversión en ciencia y tecnología al que se espera llegar de acuerdo con las recomendaciones de las Naciones Unidas para que un país se encuentre en vías de desarrollo, 1 % del PIB total.

En relación con la inversión en asistencia técnica y capacitación, un estimativo de su monto que parta de la meta de tener un servicio universal a dos millones de productores en diez años, que le dé el servicio a cada agricultor durante tres años, incorpore al servicio 200.000 agricultores y considere tres alternativas de modelos para prestar el servicio puede ascender a cuantías de 2 % del PIB estimado para 2014 (Corpoica 2015b) (tabla 7).

Tabla 7. Modelos de asistencia técnica

Actividades contempladas	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Visitas a productores tradicionales	✓	✓	
Visitas a productores modelo		✓	✓
ECAS	✓	✓	✓
Parcelas demostrativas	✓	✓	✓
Capacitaciones presenciales	✓	✓	✓
Cursos virtuales (e-learning)		✓	✓
Gestión de conocimiento entre productores nivel medio		✓	
Gestión de conocimiento entre productores nivel alto			✓
Articulación entre universidades, comercializadores, productores, prestadores de AT			✓
Costo anual por productor atendido (costo a 2014 estimado sobre una cobertura de 2 millones de productores, cifras en $)	$463.608	$323.539	$152.055
Costo anual asistentes técnicos requeridos (costo a 2014, cifras en $ miles de millones)	$713	$471	$178
Costo anual estimado total (costo a 2014, cifras en $ miles de millones)	$927	$647	$304

ECA: escuelas de campo
Fuente: Corpoica (2015b)

[49] Uruguay, Brasil, Chile y Argentina, cuyo promedio de inversión pública en I+D sectorial es de 1,99, 1,66, 1,22 y 1,27 % del PIB agropecuario, respectivamente.

En el caso de adoptar el modelo 1, la inversión necesaria sería equivalente a 0,21 % del producto interno bruto agropecuario (PIBA) de 2014 el primer año, 0,2 % el segundo año y 0,63 % a partir del tercer año. En el caso de adoptar el modelo 2, la inversión necesaria sería equivalente a 0,15 % del PIBA de 2014 el primer año, 0,30 % el segundo año y 0,45 % a partir del tercer año; y en el caso de adoptar el modelo 3, la inversión necesaria sería equivalente a 0,06 % del PIBA de 2014 el primer año, 0,12 % el segundo año y 0,18 % a partir del tercer año.

Para la focalización, se deberán tener en cuenta las demandas de I+D+i de las cadenas de valor contenidas en la Agenda de I+D+i y los productos que focalicen los planes de desarrollo departamentales (asumiendo que estos tendrán en cuenta los planes departamentales de competitividad y de CTi). El Conpes 3866 de Política de Desarrollo Productivo (DNP 2016b) está proponiendo una metodología de priorización basada en ventajas comparativas, a cuya discusión y ajuste para el sector agropecuario debe convocarse al MADR y a Corpoica, tal como se propuso en los comentarios al citado documento Conpes, dado que se está dejando solo bajo la tutela del MCIT, DNP y Banco de Comercio Exterior de Colombia (Bancoldex).

2.7 Planeación, seguimiento y evaluación

La Constitución Política, en su artículo 343 (Colombia 1991), estableció el mandato de "diseño y organización de los sistemas de evaluación de gestión y resultados de la administración pública, tanto en lo relacionado con políticas como con proyectos de inversión" del Gobierno nacional, que mediante la Ley Orgánica 152 de 1994 facultó al DNP como el ente encargado de esta labor.

Este marco dio origen al Sistema Nacional de Evaluación de Gestión y Resultados (Sinergia), con el propósito mejorar la efectividad de las políticas, las estrategias, los programas y los proyectos del Gobierno, consolidados en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), carta de navegación del periodo presidencial. Por otro lado, a través del documento Conpes 3294 (DNP 2004), se definen el seguimiento al PND, las evaluaciones de políticas estratégicas y la rendición de cuentas, los ejes de trabajo del Sinergia, que originan el Sistema de Gestión y Seguimiento a las Metas del Gobierno (Sigob) y el Sistema Nacional de Evaluaciones.

El documento Conpes 3080 de 2000 (DNP 2000) encontró debilidades en la operación del SNCTi, reflejadas en la desarticulación de los distintos sectores y actores, además de la falta de información confiable y actualizada como una de las principales causas de esta fragmentación. Además, no se producían indicadores adecuados para hacer seguimiento sistemático e información básica sobre inversión, capacidades, entidades y sus funciones. Posteriormente, el documento Conpes 3582 (DNP 2009) mencionó que el problema central del sistema era la baja capacidad del país para identificar, producir, difundir, usar e integrar conocimiento, entre otros aspectos, por la débil institucionalidad, el bajo flujo de información, la poca articulación y seguimiento, la ausencia de focalización y la carencia de un sistema de evaluación.

En general, el proceso de monitoreo, seguimiento y evaluación en materia de CTi sectorial tiene importantes desbalances, que incluso se originan en la formulación poco rigurosa y sistemática de las políticas, los planes, los programas y los proyectos, debido en parte a la dispersión de instrumentos para su presentación, registro y seguimiento como por la debilidad técnica de algunas de las entidades ejecutoras, que dificulta el traslado de información importante, como indicadores, líneas base, metas, entre otros, y permita desarrollar un proceso de evaluación de productos, resultados y consecuencias. Este fenómeno se percibe en la mayoría de los avances de ciencia y tecnología (CyT) del sector, en especial respecto de ver con innovación, donde el registro y suministro de información desde el sector privado es prácticamente inexistente.

Como consecuencia, se formuló nuevamente una estrategia de fortalecimiento institucional para resolver los problemas identificados sobre la base de un adecuado sistema de planificación, monitoreo, evaluación y gestión de acciones y políticas de CyT.

Sobre planificación, con el propósito de mejorar la competitividad de los sectores y las regiones, se han construido agendas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, del orden nacional, regional o sectorial, como un mecanismo apropiado para reconocer y dar prioridad a los problemas tecnológicos y no tecnológicos de los sectores, así como para focalizar y asignar recursos de manera eficiente. Dentro de este grupo, los documentos orientadores de que dispone el país son los siguientes:

- Agendas prospectivas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación por cadenas productivas para el sector agropecuario. Entre 2007 y 2011, el MADR desarrolló una metodología país para la identificación y priorización de demandas tecnológicas y no tecnológicas de 25 cadenas productivas.
- Agenda Nacional del Sector Agropecuario. Se consolidó, mediante un proceso liderado por Corpoica, una Agenda Única Nacional de I+D+i para 37 cadenas, donde se identificaron las principales demandas y estrategias para la solución de problemas tecnológicos y no tecnológicos.
- Planes estratégicos departamentales de ciencia, tecnología e innovación (PEDCTi). Colciencias ha orientado y apoyado la formulación de PEDCTi de 25 departamentos como parte de su estrategia de regionalización. Los PEDCTi están encaminados a lograr un modelo productivo y social sustentado en la generación, el uso y la apropiación del conocimiento.
- Agenda Nacional de Competitividad corresponde a un plan de vuelo conformada por más de cien tareas de corto, mediano y largo plazo, para generar un crecimiento sostenido de la economía e impulsar un incremento por encima de 6 %.

Además, se cuenta con la Estrategia Nacional de Innovación para la Competitividad, correspondiente a una iniciativa gubernamental que recoge los retos planteados en la Locomotora de Nuevos Sectores Basados en la Innovación del PND 2010-2014, que se fundamenta en tres pilares básicos: (1) capital humano, (2) ciencia y tecnología y (3)innovación empresarial y emprendimiento, complementados por dos factores transversales: (1) el fortalecimiento institucional y (2) la política productiva focalizada (DNP 2011b).

Sobre monitoreo, el país cuenta con una batería de indicadores de desempeño utilizados en el Sigob, que incluyen el seguimiento a la política nacional de ciencia, tecnología e innovación nacional y sectorial (agropecuaria). Otra herramienta fundamental que se ha desarrollado son encuestas formales, generalmente, coordinadas y publicadas por el DANE. En el sector, esta entidad coordinó el desarrollo de un caso piloto entre 2008 y 2009 en el subsector floricultor, con la EDIT, pero los resultados no fueron representativos.

El Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) tiene como misión evaluar el estado y las dinámicas de CTi en el país y producir metodologías de medición, estadísticas e indicadores (Lemarchand 2010). Otras entidades involucradas en este aspecto son la Contraloría General de la República y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

En cuanto a herramientas de monitoreo, se encuentra el Sistema Integrado para la Gestión de Proyectos (SIGP), implementado por Colciencias, el MADR y el SENA, que cuenta con capacidad para la gestión, el seguimiento y la evaluación. En su momento, el SIGP fue empleado como herramienta para la presentación y el seguimiento de proyectos; sin embargo, hoy no es tenido en cuenta como herramienta de apoyo para el sector.

Como caso particular del sector, se ha desarrollado la plataforma Siembra, herramienta de gestión de conocimiento y soporte de la CTi del sector agropecuario, mediante el diseño y la producción de información e indicadores pertinentes. Dicha herramienta cuenta con una base de información sectorial de proyectos, resultados y capacidades de investigación, así como de entidades involucradas en los desarrollos de CTi del sector que conforman el SNCTA. Además, conforma un sistema de monitoreo y evaluación, que mediante la producción de indicadores se propone como instrumento fundamental para hacer seguimiento a la dinámica del SNCTA con el apoyo de su observatorio administrado por Corpoica, que se asimila al OCyT y cuyo acompañamiento estratégico ha servido para el desarrollo y la implementación de ejercicios piloto, encuestas y metodologías para la gestión de información y construcción de indicadores, tanto nacionales como regionales, con los que se espera consolidar dicho procedimiento de monitoreo y evaluación del SNCTA.

Al igual que lo encontrado en otros países de la región, Colombia cuenta con poca experiencia en aplicar la evaluación, en especial de impacto, como una práctica común y no se detectan métodos de evaluación sistemáticos, ni mucho menos específicos en CTi para el sector agropecuario. Uno de los pocos ejercicios del país se relaciona con la evaluación del Proyecto de Apoyo a la Transición de la Agricultura y el Medio Rural (PTA), recomendada por el Banco Mundial (Fedesarrollo e IQartil 2011). En resumen, son pocos los desarrollos al respecto, debido, sobre todo, a la ausencia de información de calidad en las poblaciones objetivo o incluso al levantamiento apropiado de líneas de base necesarias para hacer evaluaciones objetivas.

Para la identificación, preparación y evaluación de proyectos del sector de CTi y de otros que incluyan ACTi, se utiliza la Metodología General Ajustada (MGA) y el Sistema Unificado de Inversión y finanzas Públicas (SUIFP), propuestos por el DNP para proyectos financiados con recursos del SGR.

En la reciente revisión hecha por la OCDE de la política de innovación sectorial del país, esta organización destaca los esfuerzos que se han hecho para coordinar mejor el SNCTA, pero llama la atención sobre la necesidad de mejorar los procesos de seguimiento, evaluación y priorización de la inversión pública en CTi agrícola del país (OCDE 2015).

Hacer seguimiento y evaluación al SNCTA debe ser un proceso sistemático y sólido basado en información permanente, oportuna y confiable, que permita el desarrollo de indicadores pertinentes, que den cuenta de los resultados de la implementación de la política por parte de todos sus actores. En el sector agropecuario, hay grandes expectativas sobre los retornos y efectos que generen las inversiones en investigación científica y desarrollo e innovación tecnológica sobre el desarrollo económico y social, razón por la cual un adecuado proceso de seguimiento, monitoreo y evaluación del SNCTA es fundamental para las decisiones de política y actividades de CTi.

2.8 Capacidades, recursos humanos e infraestructura[50]

La CTi ha sido identificada por la sociedad colombiana como fuente de desarrollo y crecimiento económico para todos los sectores de la economía, incluido el agropecuario; utilizar esta vía de desarrollo en el sector requiere una política de Estado con estrategias que incrementen la capacidad del país a fin de generar y usar conocimiento científico y tecnológico para el campo. Con el propósito de lograrlo, es necesario articular los esfuerzos del Sistema Nacional de Educación Terciaria y del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) (Salazar et al. 2011) y fortalecer las capacidades físicas y organizativas de las instituciones vinculadas.

El capítulo de "Reforma rural integral" de los acuerdos de paz (Acuerdo de Paz 2014), resalta la necesidad de garantizar cobertura, calidad y pertinencia en la educación rural, en todos los niveles de formación, que vincule capacitación técnica, tecnológica y profesional desde el territorio, enfoque de perspectivas de género (mujer rural y mujeres de ciencia), acceso especial a recursos de financiación e incentivos educativos, focalización en área prioritarias, como modelos flexibles de educación preescolar, básica y media, que se adapten a las necesidades de las comunidades y del medio rural, con un enfoque diferencial, garantía de la gratuidad educativa para educación preescolar, básica y media, oferta de programas e infraestructura de recreación, cultura y deporte, becas con créditos condonables para el acceso de hombres y mujeres rurales más pobres a servicios de capacitación técnica, tecnológica y universitaria, que incluyan, cuando sea pertinente, apoyos a la manutención y la promoción de la formación profesional de las mujeres en disciplinas no tradicionales para ellas.

Para construir una propuesta de estrategias, fue necesario conocer y analizar la situación actual de la educación en el sector agropecuario en todos los niveles, y de las capacidades en ciencia y tecnología, a través de la definición de una serie de indicadores, para cuantificar las capacidades en CTi que posee el sector, el cual presenta un diagnóstico de las políticas y los incentivos con los que dispone

[50] Ver anexo 3.

el país para la formación de talento humano. Esta información contiene el número de graduados por nivel de formación, tanto en las áreas afines al sector como el total nacional, la información nacional de programas de formación, becas y créditos otorgados y apoyos a los centros de desarrollo tecnológico y centros de investigación del sector. Otra fuente de información consultada fue la de Colciencias, en relación con los grupos de investigación registrados y reconocidos en la convocatoria de 2015, que se complementó con la información de los resultados previos que se tenían a las convocatorias de 2012, 2013 y 2014.

La revisión de los antecedentes normativos y de política permitió identificar la inexistencia de una ley única para el sistema de educación nacional y la desarticulación entre algunos organismos gubernamentales e instituciones centrales. Los distintos niveles y modalidades de educación en Colombia están respaldados por un marco normativo complejo e insuficiente, lo cual lleva a que los procesos, responsables y objetivos no estén alineados con un propósito común de país al que el sistema educativo debe servir (CESU, 2014). También se identificó una serie de iniciativas que en varios casos no permean en el tiempo y las cuales se desarrollan de manera desarticulada entre las instituciones que hacen parte del sistema. Por otra parte, los incentivos de becas y apoyos de los diferentes programas no poseen una articulación con las áreas requeridas de formación en el país, sino que son incentivos que se otorgan por demanda y en las carreras que los beneficiaros elijan. En general, existen una serie de instrumentos que deben ser evaluados a la luz de lo requerido por el SNCTA, con el propósito de robustecerlos o redefinirlos. Además, es necesario articular todos estos instrumentos con lo propuesto en la política de CTi y con lo definido en el Pectia. Resulta necesario unir esfuerzos entre las instituciones formuladoras de políticas de educación, formación y desarrollo agropecuario y rural, como el MEN, el SENA y el MADR, y las instituciones encargadas de la administración de los incentivos y recursos para formación, como Colciencias e Icetex, con el objetivo de focalizar recursos y acciones por implementar.

Por otro lado, se encontró que el SENA es una de las instituciones con mayor presencia nacional, sobre todo, en las zonas rurales, donde han desarrollado diferentes programas de formación y capacitación para el sector agropecuario; sin embargo, depende directamente de Ministerio del Trabajo, y solo recientemente ha empezado a articularse con el MEN, tras lo cual se ha identificado como una institución de educación superior (IES). Esta institución debe ampliar la cobertura de los programas, con calidad y pertinencia, en articulación con el MADR y sus entidades asociadas; por otra parte, puede aumentar la flexibilidad y oportunidad en la atención con formación, proyectos productivos y el fortalecimiento al productor y los esquemas asociativos para la producción, comercialización y generación de bienestar social a través de la actividad agropecuaria.

En términos generales, si bien existen experiencias educativas significativas en el sector rural, su sistematización y análisis, con el fin de eventuales réplicas o escalamientos, es escasa. De igual forma, la información estadística sobre el tema resulta insuficiente para comprender de manera cabal tanto las dinámicas de formación de recurso humano en sus diferentes niveles como las interacciones y correlaciones de esos procesos con fenómenos asociados al desarrollo de la CTi sectorial. Otra constatación de este diagnóstico es la

amplia brecha que existe entre la educación rural y urbana. Aspectos como los niveles de cobertura, la deficiente calidad de los docentes y la infraestructura y los altos niveles de deserción estudiantil explican esta brecha.

Al analizar el entorno educativo en la zona rural, se evidencia que el sistema educativo nacional todavía no tiene la capacidad de garantizar a la totalidad de la población rural el goce pleno del derecho a la educación, asimismo la influencia de los problemas de orden público, las altas tasas de deserción, la falta de infraestructura educativa, entre otros aspectos, ha afectado tanto a estudiantes como a maestros y directivos en el desempeño de sus actividades (MEN 2015a).

El índice de analfabetismo de la población rural mayor de 15 años asciende a 12,4 %, mientras que en las zonas urbanas es de 5,2 % (DANE 2014). Por otra parte, 74 % de los jóvenes urbanos concluye su formación en el nivel básico (9º), mientras que en las zonas rurales solo 50 % logra culminar sus estudios, lo cual se ve reflejado en el acceso a oportunidades. Estas brechas se dan, entre otros factores, por las tasas de cobertura de la educación en el país, las cuales, según el DNP (2015a), en las zonas rurales es baja y cubre solo 55 % en el nivel de básica secundaria y 25 % en el nivel media, en especial, en las zonas de mayor dispersión poblacional; mientras que en las zonas urbanas esta cobertura es superior en aproximadamente 20 puntos en cada nivel de formación.

En Colombia, de acuerdo con los datos de MEN (2016a), existen 32.030 colegios distribuidos en el país, de los cuales 70,1 % se encuentra en funcionamiento. Como colegios rurales, se identifican 8.386 instituciones, de las cuales 96 % se encuentran activas. El 81,4 % de los colegios clasificados como agropecuarios que están activos tienen carácter rural y representan 3,77 % del total de colegios activos que existen en el país.

Sumado a los problemas de cobertura y deserción, los colegios rurales y agropecuarios poseen otra serie de dificultades, como calidad, infraestructura, entre otros. Estudios como el de Jaramillo et al. (2014) analizan el tema de la calidad docente de estas instituciones y encuentran para 2011, según los datos de la Resolución 166[51] (Colombia 2003), que más de 41 % de los docentes rurales de primaria no cuenta con un título universitario, donde incluso un número considerable de estos solo tiene bachillerato como máximo nivel. En el nivel de educación media, se encontró que 22 % de los docentes que se rigen por el Decreto 2277 (Colombia 1979) no cuentan con título universitario al igual que 10 % de los que se rigen por la Ley 1278 (Colombia 2002a).

Esta situación evidencia una brecha con relación a otros países de referencia, como Singapur, Finlandia, Canadá (Ontario) y Corea del Sur, donde todos tienen en común que los docentes son profesionales universitarios con más de cuatro años de formación, mientras en Colombia cerca de la tercera parte de los docentes en primaria y casi una cuarta parte de los docentes en secundaria tienen menos de cuatro años de formación terciaria (Jaramillo et al. 2001. Otro de los aspectos analizados en estas instituciones fue la infraestructura, la

[51] Para entender la descripción de las características de los docentes, es importante saber que los maestros en Colombia están regulados por dos decretos leyes diferentes. El primero de ellos es el Decreto 2277 (Colombia 1979) y la segunda, la Ley 1278 (Colombia 2002).

cual, según los resultados del MEN (2015a), en la zona rural, tiene un gran atraso respecto de la zona urbana en materia de calidad, donde un alto porcentaje de las escuelas rurales y de las cabeceras de los municipios funcionan en condiciones de precariedad, por insuficiencia y mal estado de las instalaciones, carencia de baterías sanitarias y otros servicios, falta de acceso a agua potable, carencia o insuficiencia de habitaciones para los docentes, entre otros.

De acuerdo con Hernández y Becerra (2013), citados por el MEN (2015a), las actividades agropecuarias y las nuevas actividades del sector rural reclaman fortalecer la formación de personas con alta y especializada formación técnica y profesional para elevar la productividad y poner al alcance del país los desarrollos más avanzados; sin embargo, en la educación terciaria, la cobertura alcanzada es mínima y la oferta para las zonas rurales y de gran dispersión poblacional es limitada. Según datos del MEN (2015a), en 2013, mientras que en la zona urbana 29,7 % de los jóvenes mayores de 17 años obtenía un título en educación superior, en la zona rural solo lo hacía 5,1 %.

Para el análisis de programas de formación, se revisó la información del Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES) del MEN y el Sistema de Información de Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano (SIET) y se identificó en Colombia para 2015 716 programas de formación técnica, tecnológica y técnicos laborales del sector, donde la formación técnica profesional presenta 89 programas que se concentran en áreas de industria agraria 27,2 %, agrícola 25 %, agropecuario 21,5 %, forestal 7,9 %, acuícola 4,5 % y transversal 13,6 %. Estos se concentran en los departamentos de Santander (13), Bogotá (13) y Caldas (12). Para formación tecnológica, se identificaron 236 programas, y el SENA es la institución con mayor cantidad de oferta de programas seguido de la Universidad de Antioquia y la Universidad del Valle.

Es de resaltar la labor del SENA, que ha sido una de las instituciones más importantes en la formación de trabajadores de las áreas rurales de Colombia, en el inicio con atención móvil en las zonas rurales y posteriormente con la creación en la década de 1960 de los centros agropecuarios. En la actualidad, existen 32 centros agropecuarios y agroindustriales, distribuidos en todo el país, con la capacidad de atender en sus instalaciones y fuera de ellas a las comunidades rurales, mediante estrategias de formación flexibles y enfocadas en fortalecer, además del componente tecnológico, las capacidades de comercialización, gestión de crédito y promover las organizaciones solidarias campesinas (SENA 2015).

Respecto de los programas de formación en todos los niveles registrados por el MEN, se identificaron 1.772 programas con afinidad al sector en 2015, de los cuales se encuentran activos 973 distribuidos en seis niveles de formación, lo cual representa una participación en el total nacional de programas de formación de 8,05 %. El 71 % de los programas ofertados activos corresponde a los niveles tecnológicos, técnico profesional y profesional, y este último es el que mayor concentración tiene, con 30 %. Por su parte, los programas de posgrados participan con 30 % del total de programas, de estos solo 4 % son en doctorado y áreas de conocimiento como medicina

veterinaria; ingeniería agrícola y forestal y afines solo registran un programa, indicador que señala la debilidad de formación en materia de ciencias agrícolas en el país.

En cuanto a estudiantes matriculados, en 2013 se registraron 2.037.886 estudiantes de todos los niveles de formación, de los cuales los programas afines al sector participan con 6,2 %. Para el sector, se evidencia un crecimiento constante de estudiantes matriculados en todos los niveles de formación de pregrado y posgrado que pasa de 51.836 estudiantes en 2000 a 126.52 en 2013, lo cual equivale a un crecimiento de 144 % en trece años. Este crecimiento es el resultado de las políticas gubernamentales en facilitar el acceso a la educación superior, la mejora de la economía de los hogares y de la oferta de programas por parte de las IES.

Durante el periodo 2001-2014 se formaron en Colombia 173.530 (5,8 %) técnicos profesionales, 562.360 (18,8 %) tecnólogos, 1.609.445 (53,7 %) profesionales universitarios, 574.223 (19,2 %) especialistas, 71.776 (2,4 %) magísteres y 2.254 (0,08 %) doctores, y se observa un incremento sostenido en todos los niveles de formación en el periodo 2001-2014. En relación con los graduados afines al sector, presentan una tasa creciente en todos los niveles de formación y un crecimiento en la proporción con respecto al total nacional, que pasó de 5,96 % en 2001 a 8,32 % en 2014; sin embargo, la participación respecto del total de graduados en el país es baja, y son los programas de posgrados la de menor participación, con 4,6 % del total nacional de graduados en posgrado.

Por nivel de formación en el sector, la participación de profesionales universitarios es de 56,8 %, tecnológico 26,4 %, especialización 10,8 %, técnico profesional 2,3 %, mientras que los programas de doctorado y maestría solo registran 0,2 y 3,44 %, respectivamente, lo cual evidencia un reto para el país de aumentar la cantidad de graduados en estos niveles, a fin de mejorar sus capacidades en actividades de 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 del conocimiento.

Respecto de los núcleos básico de conocimiento (NBC) con mayor tasa de estudiantes graduados en el periodo de análisis, se observa que ingeniería ambiental, sanitaria y afines es la de mayor concentración de graduados con 22,4 %, seguido de agronomía con 12,8 %, educación con 11,6 %, biología y afines con 10 %, ingeniería agroindustrial, alimentos y afines con 7,6 % y medicina veterinaria 7,1 %. Cabe resaltar el crecimiento de los graduados en el NBC de ingeniería ambiental, el cual pasó de 672 graduados en 2001 a 8.915 en 2014. En posgrados, las principales áreas son biología en doctorado con 248 graduados, lo cual equivale a una participación de 11 % del total nacional en todas las áreas y maestría con 2.458 graduados equivalente a 3,6 % del total nacional. Es de resaltar la baja participación del área de agronomía, veterinaria y afines en los graduados de maestría y doctorado, con una participación en el total nacional de solo 1,6 %, y en programas técnicos y tecnológicos con 3,5 % del total nacional.

Además, la mayor concentración de graduados afines al sector se encuentra en Bogotá con 25,7 % del total nacional, seguido de Antioquia con 12,8 % y Valle del Cauca con 7,2 %. Es de resaltar que, del total de graduados en doctorado, 86,6 % se encuentra en

Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca, como los graduados de maestría con 80 % en estos mismos departamentos; esta concentración de capacidad, sumada a la baja cantidad de personal formado en este nivel, plantea un reto grande para el sector, con miras a atender las necesidades en las demás regiones del país.

En relación con la vinculación laboral, se evidencia una brecha salarial entre los egresados afines al sector respecto del promedio nacional y de otros sectores de la economía, que es un factor desestimulante de las nuevas generaciones para acceder a formarse en estos programas y una dificultad para lograr la incorporación de recurso humano calificado. Por otra parte, se evidenció una brecha salarial notoria entre hombres y mujeres, lo cual representa grandes retos al país para encaminar acciones que disminuyan estas brechas en el sector. De acuerdo con lo reportado por el MEN (2013b), la mayor brecha respecto del promedio nacional se presenta en especialización y maestría con 18,4 y 22,5 %, respectivamente; y la mayor brecha en cuanto al género, en los niveles de maestría y doctorado con 16 %.

Otro de los temas tratados en el diagnóstico fue la comparación con referentes regionales en CTi sectorial, donde se identificó que el capital humano altamente calificado en Colombia es bajo en comparación con el promedio de América Latina. Para analizar las capacidades nacionales en comparación con otros referentes, se tomó como base el trabajo de Trigo et al. (2012), el cual fue financiado por el IICA y efectúa un análisis de la situación de los Institutos Nacionales de Investigación Agropecuaria (INIA)[52] y afines en América Latina y da directrices para que estos puedan responder cada vez mejor a las exigencias en la agricultura y ser más relevantes en los sistemas de innovación agrícola. En 2012, en Colombia se graduaron 6,6 doctores por millón de habitantes. En contraste, este indicador para Brasil y México fue de 70,6 y 43,7, respectivamente (RICYT s. f.). El sector agropecuario reportó, en 2013, 805 investigadores de acuerdo con los resultados de la encuesta ASTI, lo cual da un indicador estimado entre 20-21 investigadores agropecuarios por millón de habitantes; de este total, 173 son doctores.[53] La Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) en Brasil reporta 2.125 doctores.

En Colombia, las capacidades para el desarrollo de la I+D están concentradas en IES y centros de investigación y de desarrollo tecnológico, que poseen la mayor cantidad y calidad de investigadores, grupos de investigación y de infraestructura de CTi disponible. En el sector agropecuario, existen alrededor de 176 instituciones de CyT, 7 centros de investigación, 5 centros de desarrollo tecnológico, 790 grupos afines al sector y 216 laboratorios certificados por el ICA; esta capacidad se encuentra concentrada principalmente en Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca (Colciencias 2012; 2013; 2014; 2015; 2016). El país no dispone de información sobre las características y la capacidad de la infraestructura física disponible, la cual se encuentra en proceso de levantamiento y análisis, a través de la encuesta anual de CTi del OCyT.

[52] Para Colombia, históricamente el IICA ha considerado a Corpoica como INIA.
[53] Ver detalles en el anexo 3.

En relación con los grupos de investigación, de acuerdo con Colciencias (2016), en Colombia se reconocen 4.638 grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación, de los cuales 31 % pertenece a las ciencias sociales, 20 % a las ciencias naturales, 17 % a las ciencias médicas y de la salud, 18 % a las ingenierías y tecnologías, 8 % a las humanidades y 5,4 % a las ciencias agrícolas, lo cual evidencia una baja participación de este último. Los 249 grupos asociados al área de ciencias agrícolas se ubican principalmente en los departamentos de Bogotá con 23 %, Antioquia 12 %, Valle 10 % y Caldas 6,4 %, lo cual confirma la concentración evidenciada en las instituciones, programas y graduados.

En relación con las áreas adscritas de los grupos de ciencias agrícolas, 59 % registró agricultura, silvicultura y pesca, 28 % ciencias veterinarias, 5 % ciencias animales y lechería, 5 % otras ciencias agrícolas y 3 % biotecnología agrícola. La producción de estos grupos estuvo enfocada en productos de formación de recurso humano con 8.726, apropiación social de conocimiento con 7.523, nuevo conocimiento con 4.703 y desarrollo tecnológico e innovación con 409; este último equivale a 2 % del total de productos reconocidos para los grupos, lo cual es un porcentaje muy bajo de productos que tengan efecto para el sector y se observa una tendencia marcada hacia los otros tipos de productos que reconoce Colciencias.

En Colombia, existen otros programas de ciencia y tecnología y áreas del conocimiento, en los que su campo de aplicación puede aportar soluciones al sector. Es es caso de la biotecnología, la ciencia, tecnología e innovación del mar y de los recursos hidrobiológicos, la ciencia, tecnología e innovación en ambiente, la biodiversidad y el hábitat y las ciencias básicas, entre otros, razón por la cual se analizaron los grupos de investigación relacionados con estos programas, tanto en principal como en programa secundario.

De los 790 grupos de investigación reconocidos en 2014 afines al sector, 188 pertenecen a la Universidad Nacional de Colombia, lo cual equivale a 17,52 % del total de los grupos, seguido de la Universidad de Antioquia con 41 (3,82 %) y la Universidad del Valle, Corpoica y Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia con 25 cada una. Los grupos están concentrados en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia y Valle, donde se encuentra también capacidad en infraestructura, como laboratorios, por lo que se hace igualmente necesario confrontar las capacidades en relación con las áreas de experimentación, que también son de gran importancia en el sector agropecuario.

Para los resultados de la convocatoria 693 de 2014, de acuerdo con Colciencias (2015), se categorizaron 8.280 investigadores, 269 más que en la convocatoria 640 de 2013. De estos investigadores, 12,8 % fueron categorizados como sénior, 24,9 como asociado y 62,3 % como júnior. La mayor cantidad de investigadores pertenece a las ciencias naturales con 28 %, seguido de ciencias sociales con 24 %, ingenierías y tecnologías con 19 %, ciencias médicas y de la salud con 17 %, humanidades con 6 % y ciencias agrícolas con 5 %. Respecto de la distribución de los investigadores para el área de ciencias agrícolas, se clasificaron 56 investigadores como sénior, 110 como asociado y 270 como júnior; los temas de agronomía y ciencias veterinarias son los de mayor cantidad de investigadores.

Por otra parte, los resultados de la Encuesta Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Agropecuaria[54] identifican en el país, para 2013, 2.614 personas dedicadas a las actividades de CTi en las instituciones de investigación del sector sin incluir las IES, donde los investigadores participan con 31 % del personal técnico de apoyo con 32 % y el apoyo administrativo con 31 %. En relación con el nivel de formación de los investigadores del sector, 22 % son doctores, 33,9 % magísteres y 44 % profesionales. En doctorado, Corpoica es la entidad con mayor cantidad de investigadores, cuyo número asciende a 75[55]. Respecto del género de los investigadores, 37 % son mujeres que en el nivel de doctorado es el de menor participación con 33 % de investigadoras. El rango de edad de los investigadores muestra que 40,9 % superan los 40 años; sin embargo, si solo se analiza el nivel de doctores, se observa que 47,5 % de ellos son mayores de 50 años, con lo cual se ve necesidad de que las instituciones donde laboran estos investigadores planteen estrategias para tratar el relevo generacional.

En relación con las áreas de influencia por parte de los investigadores, se encontró que los investigadores trabajan en una gran diversidad de temas, entre los cuales otros recursos naturales es el de mayor concentración con 8,8 %, seguido de mejoramiento genético animal y vegetal con 8,4 y 8,3 %, respectivamente. Las temáticas de poscosecha muestran una baja proporción de investigadores con menos de 3 %, que la convierte un área de interés para la agregación de valor a los productos del sector agropecuario colombiano.

Finalmente, se analizaron las demandas de investigación por cadena productiva identificadas en la Agenda de I+D+i, donde se observa que las necesidades de I+D+i del sector se concentran en el área de manejo cosecha, poscosecha y transformación que representa 15,9 %, socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial con 11,5 %, material de siembra y mejoramiento genético con 10,7 % (354) y manejo del sistema productivo con el 10,2 % (337), las cuales requieren disciplinas básicas, como agronomía y agricultura, horticultura, ciencia y tecnología de alimentos y ciencias veterinarias, ingenierías agrícola, agroindustrial, agronómica mecánica, industrial, entre otras; y disciplinas especializadas, como fitomejoramiento y protección vegetal, mejoramiento genético, poscosecha y transformación, ciencias del suelo, microbiología y biología, biotecnología, entre otras, para su atención.

El país posee una baja masa crítica de doctores y magísteres en las áreas de *cosecha* y *poscosecha*, donde se requieren especialistas para atender las necesidades de la agenda, en áreas de ingenierías y agronomía, en temas de tecnologías en siembra, mecanización en cosecha y poscosecha, agregación de valor, mecanización del suelo, mecanización con énfasis en agricultura de precisión, entre otros, con énfasis en pequeños productores. En el área de *agronomía*, se requieren mejoradores genéticos, especialistas en manejo de suelos y agua, mejoramiento genético en especies forrajeras, manejo de sistemas productivos de frutas y hortalizas, cultivos de ciclo corto,

[54] Primera versión realizada en 2014, la cual fue insumo para la consolidación de los Indicadores de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, los cuales no se actualizaban para Colombia desde 2006.

[55] De acuerdo con los resultados de la encuetas ASTI 2013, para ese año se registraron 75 PhD y para 2015 la institución reportó 101 PhD, lo cual que evidencia un incremento en la capacidad del país.

agrometereología con énfasis en evaluación de riesgos agroclimáticos. En las áreas de biotecnología agrícola y bioquímica, el sector demanda especialistas con énfasis en bioprospección de metabolitos, producción de bioproductos, entre otros.

En relación con las ciencias animales, se requiere recurso humano calificado en producción animal, especialmente en bovinos y ovinos, fisiología animal con énfasis en producción animal y mejoramiento genético. En las *ciencias sociales*, se necesitan sociólogos rurales, especialistas en el tema de posconflicto; asimismo, se requieren tratar temas de gestión del conocimiento, transferencia de tecnología. Otras áreas requeridas por el sector son socioeconomía con énfasis en economías campesinas e ingenieros especializados en desarrollos en TIC para el sector.

El análisis del estado actual del recurso humano e infraestructura en el país identifica unas problemáticas que inciden en la capacidad del sistema para la investigación, la innovación y la asistencia técnica. Para solventar esta situación, se definen algunas estrategias en el Pectia a fin de lograr su cumplimiento, para lo cual es necesario articular los esfuerzos del Sistema Nacional de Educación Terciaria (SNET) y del SNCTI (Salazar et al. 2011) y fortalecer las capacidades físicas y organizativas de las instituciones vinculadas. Asimismo, es necesario aunar esfuerzos entre las instituciones formuladoras de políticas de educación, formación y desarrollo agropecuario y rural y las instituciones encargadas de la administración de los incentivos y recursos para formación.

3. Plan Estratégico

El Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (Pectia), como instrumento de política pública sectorial y como producto de una construcción social, no solo debe cumplir con los principios de representatividad, participación y pertinencia, sino que también debe ser coherente con los diferentes procesos sectoriales e intersectoriales, donde se orientan y ejecutan aspectos que estén relacionados con la ciencia, tecnología e innovación (CTi).

El Pectia, por tanto, durante su construcción y validación ha dado bases y se ha ajustado, principalmente, a cuatro instrumentos de política y de planeación:

- La Política Nacional de Desarrollo Productivo (Conpes 3866, DNP 2016).
- El Plan Nacional de Ordenamiento Social y Productivo de la Propiedad Rural.
- El Plan Estratégico de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Petic).
- El proyecto de ley que crea el Sistema Nacional de Innovación Agropecuario en sustitución de la Ley 607 de 2000.

En este último, las actividades de CTi tienen un papel fundamental frente al uso eficiente del suelo y la reconversión productiva agropecuaria, definida como una estrategia de manejo de los sistemas agropecuarios, que integra y direcciona de manera ordenada las acciones necesarias para lograr el uso eficiente del suelo y del agua e incrementar la sostenibilidad y competitividad. En este sentido, las estrategias buscan reducir de manera integral los conflictos de uso del territorio teniendo en cuenta las dimensiones biofísicas, ecosistémicos, sociales, económicas, culturales y científico-tecnológicas. Entre los mecanismos de la reconversión productiva, se encuentran: la creación de valor agregado, la diversificación agropecuaria, la adecuación de tierras, la conversión agropecuaria, los cambios tecnológicos y el cambio de cultivos, entre otros (Decreto 1273, artículo 2.18.1.1 [Colombia 2016]).

Lo anterior evidencia la coherencia con la búsqueda del uso sostenible de los recursos naturales, la incorporación de tecnologías apropiadas, la creación de valor agregado a lo largo de las cadenas y los sistemas productivos y la búsqueda de soluciones que incidan en conflictos, como los siguientes: 1. se encuentran en zonas de exclusión o condicionamiento legal, 2. en zonas no aptas o sin vocación, 3. en zonas aptas con usos no agropecuarios, 4. en zonas donde el nivel de uso ha superado la resiliencia del sistema, 5. presentan sobre o subutilización, 6. tienen problemas de manejo integrado (suelo, clima, riego, drenaje, problemas sanitarios, entre otros), 7. enfrentan problemas de adaptación a la variabilidad climática, 8. no responden a la dinámica del mercado 9. requieren ajustes en su nivel de adecuación tecnológica (IGAC 2012; UPRA 2014; Corpoica 2016; ICA 2016a).

Esta integralidad y comunión entre las políticas públicas enfocadas en el sector establece que su crecimiento y sostenibilidad están soportados en la innovación, resultado de la vinculación entre la ciencia y tecnología, la planificación territorial y la construcción social.

3.1 Misión

Coordinar, focalizar, dar prioridad y hacer más pertinente la gestión de conocimiento de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i) para el cambio técnico y la generación de valor de la industria agraria nacional, orientado a mejorar su sostenibilidad, productividad y competitividad con enfoque territorial y fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) con capital social, infraestructura científica, mecanismos de financiamiento y marcos de gobernanza para lograrlo.

3.2 Visión y escenario apuesta

3.2.1 Visión

"Ciencia, tecnología e innovación, motor de desarrollo social, económico y ambiental del sector agropecuario colombiano".

Para 2027, el país contará con un sistema de innovación agropecuario activo y coordinado en el ámbito nacional y territorial, que habrá contribuido al aumento de la sostenibilidad, la competitividad y la productividad sectorial, al mejoramiento de la calidad e inocuidad de la oferta alimentaria nacional y del capital social necesario para una adecuada gobernanza de los recursos públicos de inversión en actividades y capacidades en CTi, apoyada por mecanismos de seguimiento y evaluación efectivos.

3.2.2 Escenario apuesta

Para 2027, las diferentes políticas públicas relacionadas con la CTi sectorial estimularán la innovación y el cambio técnico en el sector agropecuario, convocarán a los actores del SNCTA para aunar esfuerzos, propiciarán incentivos adecuados, una inversión suficiente, oportuna y permanente y marcos normativos eficientes, eficaces y equitativos para la generación de investigación e innovación, con pertinencia, bajo un sistema de vigilancia y control que garantice la correcta asignación de los recursos, lo cual se traduce en un aumento del producto interior bruto (PIB) y una motivación de la industria privada y pública en la inversión sostenible en CTi para el sector.

La gobernanza e institucionalidad para el sector agropecuario (agrícola, pecuario, forestal, acuícola, pesquero y agroindustrial) se caracteriza por un marco de acción operativo y estratégico soportado en la estructura del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) y la articulación nación-región bajo un marco de coordinación interinstitucional e intersectorial con enfoque territorial, dinamizado por políticas de CTi orientadas a guiar las acciones para aumentar la competitividad y sostenibilidad del sector, el

mejoramiento de las condiciones de vida de la población vinculada y del consumidor final, dar respuesta a las demandas priorizadas del sector que minimice la duplicación de esfuerzos, fortalezca las alianzas estratégicas y tenga en cuenta las condiciones y potencialidades del país y las tendencias y oportunidades del entorno.

Las regiones tienen una agenda de investigación, desarrollo tecnológico e innovación que responde a las necesidades reales del sector señaladas mediante procesos periódicos de actualización y priorización de demandas con la participación de los actores del sistema de innovación (universidades, centros de investigación y desarrollo tecnológico, asociaciones de productores y empresas, entre otros), soportadas en pilares de política pública e instrumentos que garantizan su adopción y uso en forma consensuada y articulada.

Se consolida la ejecución de proyectos, la formación de recurso humano y la dotación de infraestructura científica necesarios y el fortalecimiento de grupos de investigación para plantear de manera integral las demandas y oportunidades sectoriales de CTi, a través de la trans-, inter- y multidisciplinariedad de la investigación y focalizar la estrategia global de I+D+i sectorial en temas centrales de agrobiodiversidad, agroecología y agricultura familiar; herramientas de extensión y asistencia técnica integral especializada, el manejo integrado de sistemas de producción, soportados en el desarrollo, el ajuste, la validación y la adaptación de tecnologías, prácticas, planes y modelos; tecnologías en manejo cosecha, poscosecha y transformación para la diversificación de la oferta de productos y el aprovechamiento integral de subproductos; programas de manejo integrado de plagas y enfermedades para sistemas productivos, basados en el estatus sanitario y fitosanitario actual; obtención, evaluación y adaptación de materiales nativos e importados con características deseadas en calidad sanitaria y fitosanitaria; bioprospección y biotecnología para el desarrollo de productos especializados y de valor agregado que respondan a la demanda de mercados externos e internos y tecnologías para el uso consultivo de los recursos suelo, agua, biodiversidad y servicios ecosistémicos que promuevan el fortalecimiento de sistemas productivos agroecológicos resilientes frente al cambio y la variabilidad climática.

El conocimiento y la innovación generados por el sistema gozan de una adecuada protección a la propiedad intelectual y de un uso amplio de las TIC para su generación, acumulación y socialización.

Los sistemas nacional y territoriales de innovación articulan los actores que contribuyen a la gestión de conocimiento para el cambio técnico y la innovación, con un amplio desarrollo de redes y de vinculación a la investigación internacional que facilita la generación, acumulación, socialización y adopción de conocimiento de alto efecto en la productividad, competitividad y sostenibilidad sectorial, a través de procesos de formación, adopción de tecnologías, esquemas de vigilancia de la frontera tecnológica, mecanismos de gestión de la innovación e incorporación del conocimiento tradicional y práctico de las comunidades rurales.

La formación y vinculación de capital social en todos los niveles bajo políticas de vinculación laboral y productivas justas son orientadas por las necesidades de los eslabones de las cadenas productivas. Los programas de formación articulan las orientaciones de

investigación y transferencia, las competencias y necesidades de formación en la zona rural, la apropiación de la CTi en el campo, acompañada de un tejido social robusto, con mejores interacciones entre la comunidad y el Gobierno y una mejora en la equidad con la mujer.

3.3 Objetivos estratégicos

Los objetivos estratégicos del Pectia son:

- Objetivo 1: incrementar la productividad y competitividad de los sistemas productivos agropecuarios para el cambio técnico y la generación de valor mediante actividades de I+D+i y soluciones enfocadas en las demandas.
- Objetivo 2: contribuir a mejorar la seguridad alimentaria mediante actividades de I+D+i, enfocadas en la calidad e inocuidad de los productos agropecuarios y agroindustriales.
- Objetivo 3: promover el desarrollo de sistemas productivos ambientalmente sostenibles para la conservación y el manejo adecuado de los recursos naturales.
- Objetivo 4: fortalecer el capital social, las capacidades del SNCTA y el relacionamiento de sus actores para el cambio técnico y la generación de valor a través de la gestión del conocimiento en redes y mecanismos de gobernanza, financiación y evaluación.

Para el logro de estos objetivos estratégicos, y una serie de objetivos específicos subyacentes, se definieron 16 estrategias y 81 líneas de acción, que aparecen agrupadas por componentes, con responsables para la ejecución, y metas e indicadores para su seguimiento, en el anexo 9 de este documento. Un resumen de dichas estrategias y acciones, el objetivo estratégico al que contribuyen y sus objetivos específicos se presenta en los numerales siguientes.

3.3.1 Factor específico 1: Agenda Dinámica Nacional de I+D+i

3.3.1.1 *Objetivos estratégicos, objetivos específicos, estrategias y líneas de acción*

Objetivo estratégico: 1 y 3

Objetivo específico: lograr la generación, acumulación, socialización y aplicación del conocimiento para el cambio técnico de alto efecto en la competitividad, productividad y sostenibilidad de la industria agraria colombiana.

Estrategia	
E1	Ejecutar y gestionar la Agenda de I+D+i y lograr una adecuada provisión de recursos para su financiamiento, la coordinación de los actores en el ámbito nacional y territorial involucrados, y el seguimiento y la evaluación.
Líneas de acción	
A1	Puesta en marcha y gestión de la Agenda de I+D+i en el ámbito nacional y territorial en coordinación con los actores de las cadenas a través de acciones y proyectos específicos que resuelvan las demandas y problemas emergentes.
A2	Formulación, diseño y puesta en marcha de programas o proyectos de CTi, que den respuesta a las prioridades afines señaladas en los ámbitos de cadenas, regiones y áreas temáticas, que puedan ser presentados a diferentes fuentes de financiamiento.
A3	Promover la conformación de redes y alianzas entre los actores del sistema para adelantar programas y proyectos de CTi.
A4	Seguimiento y evaluación a los programas y proyectos ejecutados en la Agenda de I+D+i.

Estrategia	
E2	Poner en marcha un programa de I+D+i para la agricultura familiar.
Líneas de acción	
A1	Poner en marcha una línea de investigación para entender mejor la coexistencia de las diferentes formas de agricultura.
A2	Poner en marcha una línea de investigación para medir y evaluar el desempeño de la agricultura familiar.
A3	Poner en marcha una línea de investigación y desarrollo tecnológico para generar conocimiento sobre nuevas prácticas de agricultura sostenible (agroecología).
A4	Apoyar a la agricultura familiar para su participación en los procesos de CTi.

3.3.2 Factor específico 2: seguridad alimentaria

3.3.2.1 *Objetivos estratégicos, objetivos específicos, estrategias y líneas de acción*

Objetivo estratégico: 1 y 2

Objetivo específico: mejorar la calidad e inocuidad de los productos alimenticios agropecuarios y agroindustriales.

Estrategia	
E1	Poner en marcha programas y proyectos de CTi para mejorar la calidad y la inocuidad de los alimentos.
Líneas de acción	
A1	Realizar procesos de generación, acumulación, socialización y aplicación de conocimiento tecnológico que permita mejores prácticas de producción, manejo poscosecha, transformación de productos, diseño de empaques, fortificación, preservación de nutrientes y diversificación de funcionalidades de productos agroalimentarios para su consumo en fresco o procesado.
A2	Desarrollar estudios sobre tendencias del mercado, hábitos y preferencias alimenticias del consumidor, estrategias productivas, herramientas de promoción y políticas para satisfacer la demanda de nichos especializados, orientar las actividades de I+D+i y desarrollar e implementar estrategias de educación nutricional y sanitaria.

3.3.3 Factor específico 3: sostenibilidad ambiental, variabilidad y cambio climático

3.3.3.1 *Objetivos estratégicos, objetivos específicos, estrategias y líneas de acción*

Objetivo estratégico: 3

Objetivo específico: generar, acumular, socializar y adoptar conocimiento para el cambio técnico necesario en procesos de adaptación y mitigación a las causas y efectos de la variabilidad y el cambio climático.

Estrategia	
E1	Poner en marcha proyectos que permitan mejorar el seguimiento y la comprensión de la variabilidad y el cambio climático y producir soluciones tecnológicas para la adaptación y la mitigación de sus efectos.
Líneas de acción	
A1	Establecer la instancia interinstitucional e intersectorial entre los actores del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria y el Sistema Nacional Ambiental para una adecuada toma de decisiones y formulación de políticas en el territorio con relación a la sostenibilidad ambiental, la variabilidad y el cambio climático.
A2	Diseño e implementación del Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas (SAAT) de acuerdo con la heterogeneidad territorial en la variabilidad y el cambio climático de los agroecosistemas.
A3	Poner en marcha proyectos de I+D+i para una mejor comprensión de las causas del cambio climático y sus efectos en sistemas productivos específicos.
A4	Poner en marcha proyectos de I+D+i para el cambio técnico necesario para la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático (incluye tecnologías para la disminución de gases de efecto invernadero y contaminantes, así como los procesos de transformación en la obtención de biocombustibles y bioenergías).

3.3.4 Factor específico 4: tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)

3.3.4.1 *Objetivos específicos, estrategias y líneas de acción*

Objetivo estratégico: 4

Objetivo específico: desarrollar soluciones en TIC que contribuyan a conectar los actores del sistema y a tener mejor información para sus decisiones, a su formación y a facilitar procesos de I+D+i que respondan a las demandas del sector.

Estrategia	
E1	Fortalecer, desarrollar e implementar TIC para la gestión de conocimiento y el fortalecimiento de capacidades del sistema nacional de innovación agropecuaria.
Líneas de acción	
A1	Mejorar el acceso y uso de las TIC para el cambio técnico en el sector agropecuario, ampliar la cobertura y calidad de los servicios de internet y desarrollar soluciones tecnológicas especializadas y soluciones móviles.
A2	Desarrollar e implementar formación virtual para los diferentes temas involucrados en el cambio técnico de la agricultura.
A3	Fortalecer y adaptar infraestructura tecnológica para el registro, el monitoreo y la transmisión de datos e información multivariable en tiempo real (agrobiodiversidad, cambio climático, producción, plagas-enfermedades, genética vegetal y animal, etc.), desde las unidades productivas a través de soluciones big data y cloud computing.
A4	Diseño e integración de soluciones tecnológicas en software para la gestión de mercados agrícolas en el ámbito interno, para cadenas productivas priorizadas a través de estrategias de e-marketing, e-commerce, e-business, trazabilidad de productos y cadenas de suministro inteligentes, que integren operadores logísticos regulados y acompañamiento gubernamental.
A5	Establecer un programa de inteligencia competitiva y vigilancia tecnológica con enfoque de innovación abierta y uso de TIC en el contexto territorial y sectorial, que permita soportar los procesos de I+D+i hacia soluciones que respondan a las demandas de los productores.
A6	Construir la línea de base de la oferta y demanda de información estratégica sectorial desde la institucionalidad adscrita y vinculada para la priorización y articulación de requerimientos de los diferentes actores del SNCTA.

3.3.5 Factor específico 5: acceso a recursos genéticos y propiedad intelectual

3.3.5.1 *Objetivos estratégicos, objetivos específicos, estrategias y líneas de acción*

Objetivo estratégico: 4

Objetivo específico: mejorar la capacidad de los actores del SNCTA de acceso a los recursos de la biodiversidad y propiedad intelectual a efectos de la investigación con fines agropecuarios y agroindustriales.

Estrategia	
E1	Fortalecer y coordinar marcos políticos y normativos flexibles, que dinamicen y regulen los procesos de acceso a recursos biológicos y genéticos y de protección de la propiedad intelectual, con el fin de impulsar el desarrollo tecnológico y la innovación del sector.
Líneas de acción	
A1	Optimizar los trámites y tiempos de respuesta para la obtención de contratos de acceso a recursos genéticos y sus productos derivados y la protección del conocimiento tradicional asociado a estos.
A2	Revisar y ajustar la reglamentación de carácter nacional y supranacional, con el fin de garantizar el ordenamiento científico y comercial sobre estudio, conservación, utilización y acceso de los recursos de la biodiversidad con fines de uso agropecuario.
A3	Promover una reglamentación que desarrolle la colecta de los recursos biológicos para investigación con fines comerciales.
A4	Promover la adopción de instrumentos jurídicos, técnicos y financieros tendientes a garantizar la sostenibilidad, el manejo y el uso de los bancos nacionales de germoplasma y las colecciones biológicas, con fines de investigación o comercial.
A5	Articular a las entidades gubernamentales que interactúan con el sector agropecuario en los procesos de bioprospección, para optimizar los requisitos, trámites y tiempos de respuesta.

Estrategia	
E2	Ampliar el conocimiento y la capacidad para aplicar y aprovechar los marcos normativos que consagran los derechos y deberes de acceso a recursos genéticos y propiedad intelectual (PI) por parte de los actores del SNCTA.
Líneas de acción	
A1	Capacitación de profesionales vinculados a entidades de investigación, desarrollo tecnológico y del sector productivo, académico y gubernamental, en los procesos de protección de la PI y el acceso a recursos genéticos (análisis de libertad de operación, identificación, valoración y negociación de tecnologías y vigilancia tecnológica y comercial, colectas de materiales biológicos y genéticos, acceso a bancos de germoplasma, etc.).
A2	Fomentar (mediante mecanismos de financiamiento adecuados e incentivos, entre otros) el escalamiento y la comercialización de productos tecnológicos protegidos y no protegidos.

A3	Definir incentivos que estimulen la cultura, el uso y la protección de la propiedad intelectual en instituciones de educación superior, centros de investigación y demás entidades.
A4	Fortalecer el Servicio Compartido de Propiedad Intelectual (Secopi) Agro, que vincule actores relevantes, como las entidades internacionales de cooperación y los centros de investigación y desarrollo tecnológico.
A5	Reforzar la capacidad del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para cumplir con las funciones de registro, certificación, vigilancia y control de la comercialización de insumos y materiales genéticos.

3.3.6 Factor específico 6: gestión de conocimiento y asistencia técnica

3.3.6.1 *Objetivos estratégicos, objetivos específicos, estrategias y líneas de acción*

Objetivo estratégico: 4

Objetivo específico: ampliar la participación de los distintos actores de las cadenas de valor en los procesos de gestión de conocimiento y de toma de decisiones involucrados en la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

Estrategia	
E1	Definir la metodología y el vínculo con las instancias de decisión sobre I+D+i y demás actores del SNCTA para el desarrollo de sistemas territoriales de innovación (STI).
Líneas de acción	
A1	Construir la metodología guía para la conformación y el funcionamiento de los sistemas territoriales de innovación (gobernanza de los STI).
A2	Construir y acordar con los actores territoriales estrategias, planes de trabajo y esquemas de financiamiento para la puesta en marcha de los STI, a partir de la línea de base de alianzas interinstitucionales e intersectoriales existentes en los territorios.
A3	Conformación y puesta en marcha de los STI.

Estrategia	
E2	Diseñar, estructurar e implementar políticas públicas que orienten la extensión y asistencia técnica agropecuaria como soporte efectivo a los procesos de innovación, con un enfoque integral y diferencial, que articule el trabajo colaborativo con los diferentes actores de los STI.
Líneas de acción	
A1	Definir la reglamentación, la instrumentalización y el financiamiento del servicio de extensión y asistencia técnica (AT) obligatoria y universal para pequeños productores.
A2	Poner en marcha programas territoriales de capacitación a los asistentes técnicos de metodologías de STI y de AT y extensión y programas de actualización tecnológica, que vincule universidades y empresas, bajo un modelo inclusivo interinstitucional e intersectorial.
A3	Poner en marcha progresivamente el servicio de extensión y AT en los planes de trabajo de los STI.
A4:	Poner en marcha un programa de investigación para la medición del cambio técnico y la adopción de tecnología.

3.3.7 Factores habilitantes transversales a todos los objetivos

Objetivo estratégico: 1, 2, 3 y 4

3.3.7.1 *Gobernanza y marco regulatorio*

Estrategia	
E1	Definir el SNCTA como parte del Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTi) y crear los mecanismos, los instrumentos y las instancias para su gobernanza.
Líneas de acción	
A1	Ajustar o reglamentar el marco normativo que crea el SNCTA en armonía con el SNCCTi.
A2	Definir las instancias de coordinación del SNCTA en el ámbito nacional, territorial y sus vínculos con otras instancias en el contexto nacional e intersectorial.

A3	Definir y poner en marcha las instancias y los mecanismos para la gerencia y financiación del Pectia como marco orientador del SNCTA.
A4	Consolidar el rol y fortalecer la participación de los actores de las cadenas y los sistemas productivos agropecuarios en el ámbito territorial, para contribuir a su integración al SNCTA y al logro de los objetivos del Pectia.
A5	Definir un marco regulatorio que involucre los fondos parafiscales y al Sistema General de Regalías (SGR) en el financiamiento del Pectia.
A6	Alinear los planes de acción de las distintas instituciones vinculadas al desarrollo rural con los objetivos, las estrategias y las acciones del Pectia, con el fin de focalizar sus acciones y evitar duplicación de esfuerzos.

3.3.7.2 *Inversión y financiamiento*

Estrategia	
E1	Lograr acuerdos de carácter político y administrativo para financiar adecuadamente el Pectia, con el objetivo de mantener el valor de la inversión pública en ACTi en niveles cercanos a 2 % del producto interno bruto agropecuario (PIBA).
Líneas de acción	
A1	Acuerdos políticos en el ámbito de la definición del presupuesto general de la nación (PGN) y de la orientación de los recursos del SGR (aumentar a un nivel de 50 % el destino de los recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación [FCTi] para el sector agropecuario) y de los fondos parafiscales, a fin de lograr el objetivo de inversión pública del Pectia.
A2	Revisar, ajustar y coordinar la oferta de instrumentos con la que cuenta la política de innovación del país para lograr un mejor acceso de los actores del SNCTA a dicha oferta, frente a las necesidades estratégicas del sector.
A3	Incrementar de manera progresiva los recursos de inversión en CTi agropecuaria, provenientes del sector privado, hasta aumentar su participación al menos al nivel de la inversión pública.
A4	Ajustar el incentivo a la capitalización rural (ICR) como un instrumento para mejorar los niveles de inversión privada de innovación.
A5	Incrementar los recursos de inversión internacional en CTi agropecuaria vía cooperación internacional e inversión privada.
A6	Diseñar líneas de financiamiento apropiadas para el desarrollo de empresas de base tecnológica y escalamiento de productos y temas de innovación empresarial.

3.3.7.3 *Planeación, seguimiento y evaluación*

Estrategia	
E1	Mejorar la capacidad de planeación, seguimiento y evaluación del SNCTA, a partir de un proceso basado en resultados e indicadores del orden nacional y territorial.
Líneas de acción	
A1	Adoptar el Pectia y la Agenda I+D+i como marco para concertar las prioridades, orientar la inversión y la toma de decisiones de CTi agropecuaria.
A2	Diseñar los indicadores y definir los procesos para la provisión de la información necesaria (por ejemplo, la encuesta de CTi del sector agropecuario) que permitan el seguimiento y la evaluación ex ante, in cursu y ex post del SNCTA y el Pectia, en armonía con los sistemas de medición e información existentes en el país.
A3	Generar capacidades en el ámbito local y nacional en los procesos que se definan para el seguimiento y la evaluación del SNCTA y el Pectia.
A4	Promover el uso intensivo de las TIC mediante el desarrollo, la implementación y el acceso a un sistema de información que fortalezca la interoperabilidad de las fuentes de datos para el seguimiento y la evaluación.
A5	Fortalecer la plataforma Siembra como punto focal del sistema de seguimiento y evaluación del SNCTA y el Pectia.
A6	Establecer acuerdos con los financiadores de CTi para condicionar el acceso a recursos públicos al suministro de información y permitir alimentar cabalmente el sistema de seguimiento y evaluación.
A7	Consolidar la Encuesta Nacional de CTi Agropecuaria anual a fin de garantizar información específica y continua para el seguimiento y la evaluación del SNIA y el Pectia.

3.3.7.4 *Formación de capacidades: recursos humanos e infraestructura*

Objetivo específico: fortalecer la capacidad del país en CTi mediante la formación de talento humano calificado, el mejoramiento de la infraestructura científica y el desarrollo de la gestión de conocimiento en redes.

Estrategia	
E1	Ajustar, crear y articular incentivos orientados al fortalecimiento de las capacidades en capital humano e infraestructura del sistema nacional de innovación agropecuaria.
Líneas de acción	
A1	Desarrollar conjuntamente entre Colciencias y el MADR instrumentos apropiados para acceder a becas, pasantías de investigación, movilización de investigadores tanto nacionales como internacionales y apoyo a la investigación.
A2	Identificar otros mecanismos de financiación que permitan complementar las apuestas del Gobierno nacional de apoyo a la formación superior, como financiación del sector privado, regalías, vinculación de actividades de formación a proyectos de investigación, entre otros.
A3	Mejorar el acceso de la población rural a la educación superior y fortalecer programas como jóvenes rurales, becas a los mejores Icfes (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior) y líneas de financiación diferenciadas a través del Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior (Icetex) y los fondos regionales, con tasas de interés y condiciones de pago preferenciales.
A4	Desarrollar incentivos para fortalecer los programas de formación y participar en las iniciativas llevadas por el MEN que permitan el aumento de la calidad y pertinencia de los programas de formación en todos los niveles.
A5	Incrementar la vinculación de capital humano altamente calificado en el sector público, privado, IES y centros de investigación, para lo cual se plantea simplificar los trámites de convalidación de títulos extranjeros, desarrollo de estímulos tributarios e instrumentos de apoyo para la I+D+i.
A6	Ajustar mecanismos de condonación de deudas para los doctores y magísteres formados y apoyados con recursos de la nación a su participación y vinculación en la academia, instituciones de investigación y sector privado.

Estrategia	
E2	Aumentar la capacidad del país en materia de talento humano para la CTi sectorial que tenga en cuenta las necesidades de conocimiento derivadas de la Agenda de I+D+i, el avance de la ciencia y de la innovación en el ámbito internacional, las necesidades de formación para el trabajo interdisciplinario y las perspectivas de género.
Líneas de acción	
A1	Aumentar la formación de doctores y magísteres en el ámbito nacional e internacional, con énfasis en programas prioritarios para el sector definidos en la Agenda de I+D+i que tenga en cuenta perspectivas de género.

A2	Aumentar el número de tesis alineadas con las áreas prioritarias al sector, de los procesos de formación de maestría y doctorados, para lo cual se deben definir mecanismos de apoyo a las investigaciones en las becas otorgadas en el país.
A3	Fomentar la especialización del recurso humano en programas de formación cortos ofrecidos por diferentes institutos nacionales e internacionales afines al sector.
A4	Identificar personal líder en campos estratégicos en investigación para el sector que se encuentren en fase de jubilación, con el propósito de definir un esquema de formación y mentoría focalizado en su relevo generacional (formación de alto nivel).
A5	Diseñar una herramienta de marketplace para el sector que permita documentar tanto la oferta como la demanda de becas nacionales e internacionales en áreas estratégicas para el sector.
A6	Crear una instancia de coordinación entre el SNCTA y el Sistema Nacional de Educación Terciaria en cabeza del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN), que posibilite la generación de acuerdos intersectoriales necesarios a la orientación de los instrumentos, incentivos, currículos y estrategias necesarias al desarrollo rural y agropecuario.
A7	Definir conjuntamente entre el MADR y el MEN un esquema de seguimiento a los lineamientos para la acción del sector educativo en las zonas rurales planteado por el MEN (cobertura, calidad, infraestructura).
A8	Fortalecer los programas de formación superior afines al sector con énfasis en el conocimiento de la realidad agraria del país desde sus diferentes perspectivas y el desarrollo de capacidades para apoyar, en especial, procesos de innovación y de cambio técnico.
A9	Aumentar el manejo de la segunda lengua en el capital humano formado mediante diferentes mecanismos de apoyo y cofinanciación.
A10	Aumentar el número de jóvenes rurales formados en sus lugares de origen, a distintos niveles de formación, y lograr su vinculación laboral en beneficio de sus propias comunidades, a través de iniciativas, como Universidad en el Campo o el Proyecto Utopía entre otras.
A11	Establecer una mesa de trabajo MADR y MEN para la definición del Marco Nacional de Cualificaciones para el sector, en un ejercicio piloto.
A12	Establecer vínculos efectivos entre los sistemas de información del MEN, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), la plataforma Siembra, las universidades y demás instituciones de educación superior (IES), de tal manera que sea posible el seguimiento, el monitoreo de los resultados y la evaluación de efectos de los procesos de formación de capital humano con el desarrollo agropecuario y rural en el país.

Estrategia	
E3	Fortalecer, ampliar, articular y mantener la capacidad en infraestructura del sistema nacional de innovación agropecuaria, para llevar a cabo I+D+i de calidad en el ámbito local, regional y nacional.
Líneas de acción	
A1	Caracterizar la infraestructura disponible en el país para la realización de I+D en el sector agropecuario en los diferentes departamentos, a través del levantamiento de una línea de base consolidada y un sistema de información que sirva como herramienta de seguimiento de su estado y gestión en las diferentes organizaciones (Centros Nacionales de Investigación [CENI], Centros de Desarrollo Tecnológico, universidades, etc.).
A2	Diseñar un plan de modernización y ampliación de la infraestructura nacional para I+D a partir de la caracterización resultante de la acción anterior. El plan deberá considerar mecanismos para la articulación de fuentes de financiación internacionales, nacionales y regionales, tanto públicas como privadas. Este plan también incluirá lineamientos generales para el uso compartido de infraestructura de alto desempeño para I+D financiada con recursos públicos, ampliará el acceso a diversos actores y logrará economías de escala.
A3	Consolidar una red de laboratorios y equipos de alta tecnología para el sector, tanto regional como nacional.
A4	Fomentar la creación de unidades empresariales de I+D+i, empresas altamente innovadoras y parques tecnológicos al servicio del sector, que adicionalmente estimule la vinculación de investigadores en el sector productivo y el desarrollo de prácticas profesionales que permitan el fortalecimiento de las competencias de los estudiantes.

Estrategia	
E4	Promover una cultura en CTi basada en la participación en redes de gestión de conocimiento en el ámbito regional, nacional e internacional.
Líneas de acción	
A1	Desarrollar convocatorias públicas destinadas al desarrollo de actividades de I+D+i, el fortalecimiento de grupos y centros de investigación que se enlacen con las necesidades de la Agenda de I+D+i, promuevan el trabajo en red, la interdisciplinariedad entre los actores del sector y la articulación con actores internacionales.
A2	Desarrollar un programa de fortalecimiento de capacidades de las instituciones regionales bajo esquemas de cooperación.
A3	Afianzar programas como Ondas, Jóvenes Investigadores, Semilleros y Nexo Global en el ámbito regional y garantizar la cobertura a todo el país y pertinencia en las necesidades del sector, con el fin de fortalecer las instituciones regionales.

3.4 Mapa estratégico y matriz Pectia

El mapa estratégico del Pectia integra, a partir de los elementos identificados en el diagnóstico, los resultados del proceso de actualización de la Agenda de I+D+i, los procesos de construcción interna con las redes de innovación de Corpoica, los talleres transversales de megatendencias y los talleres de construcción y validación social, que permitirán alcanzar los cuatro objetivos estratégicos propuestos. El mapa se presenta en la figura 13 y la matriz, ya citada antes, en el anexo 9, que integran 17 prioridades en CTi, 6 factores específicos, 4 factores habilitantes, 16 estrategias y 81 líneas de acción.

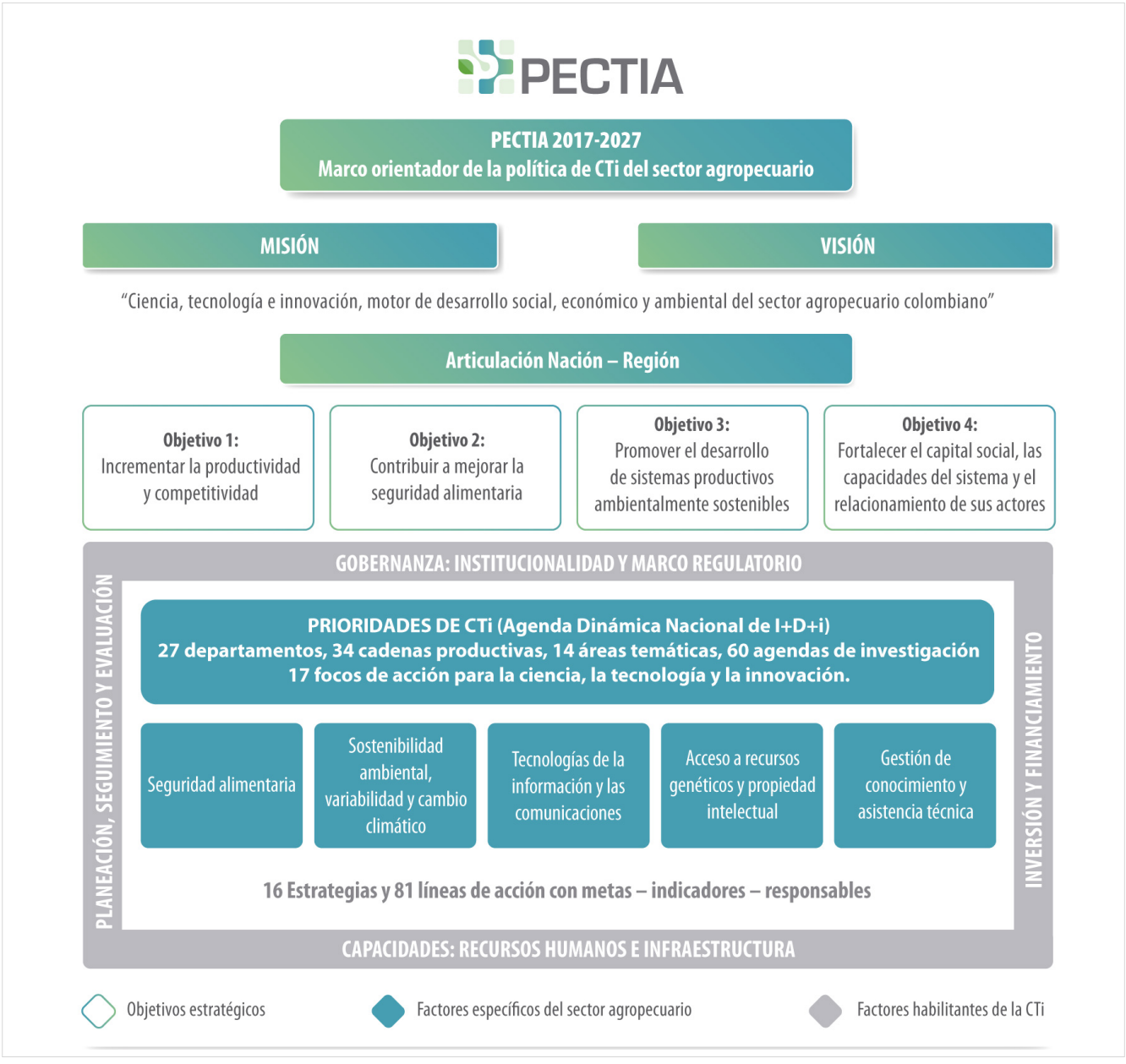


Figura 13. Mapa estratégico.
Fuente: Elaboración propia

Complementariamente, teniendo en cuenta que todo plan está sujeto a riesgos, las medidas para mitigarlos dependen de los acuerdos a los que se llegue con los ejecutores y las acciones que se definan para implementar el Pectia, dando la posibilidad de definir un plan de acción para reducir su probabilidad de ocurrencia y efecto.[56]

Como marco de referencia, el mapa presenta la misión y la visión, que se soportan en 4 objetivos estratégicos y 14 orientaciones de CTi, productos del análisis de las prioridades de CTi con enfoque territorial y las prioridades de CTi en el entorno (megatendencias). Cada uno de los objetivos estratégicos abarca objetivos específicos en relación con los factores definidos (Agenda de I+D+i, TIC, seguridad alimentaria, propiedad intelectual y acceso a recursos genéticos, sostenibilidad ambiental, variabilidad y cambio climático, gestión de conocimiento y asistencia técnica), los factores habilitantes de gobernanza y marco regulatorio, inversión y financiación y planeación, seguimiento y evaluación y capacidades (los recursos humanos y la infraestructura contribuyen a los cuatro objetivos). Cada objetivo específico está relacionado con una o más estrategias, la cuales abarcan líneas de acción y, para cada una de ellas, se describen la meta, el indicador y los responsables.

[56] La matriz Pectia contempla riesgos a las estrategias definidas, un esquema de trabajo con los responsables que se definan en las diferentes entidades y la definición de indicadores de cumplimiento a las acciones por desarrollar, los costos y recursos requeridos (fuentes de definición).

4. Mecanismos de implementación y acciones de seguimiento

4.1 Propuesta de implementación, seguimiento y evaluación

4.1.1 Implementación

La implementación del Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (Pectia) requiere adelantar una serie de acciones de orden político, interinstitucional en el ámbito nacional y regional. Debe, además, considerar la dinámica actual sobre política pública relacionada con la definición del Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes) de competitividad, ciencia, tecnología e innovación (CCTi) y de desarrollo productivo y las directrices de política intersectorial e interinstitucional, como la ley que da impulso al Sistema Nacional de Educación Terciaria (SNET).

Asimismo, deberá considerar el reordenamiento institucional en el sector agropecuario y el escenario de posconflicto, resultado del proceso de paz que se viene adelantando en el actual Gobierno.

Del mismo modo, deberá considerar el cambio de los Gobiernos departamentales y locales, que iniciaron su gestión a partir de 2016, al igual que la situación macroeconómica del país y su incidencia en el sector agropecuario. Considerar aquellos factores que inciden en el desarrollo agrícola global sobre el calentamiento global y las tendencias de los mercados, entre otros temas relacionados con la demanda de alimentos y la economía.

Bajo este panorama, se requiere adelantar una gestión política, económica, social, interinstitucional e intersectorial para llegar a acuerdos y compromisos que permitan definir acciones conjuntas para la validación e implementación del Pectia. En este sentido, se propone:

4.1.1.1 *En el país*

- Concertación entre Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) para definir compromisos de recursos, mecanismos y acciones para la implementación del Pectia en relación con su financiación e institucionalidad a fin de operarlo.

- Definir en el Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTi) el ámbito de acción del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) y sus mecanismos de coordinación y articulación para lograr sinergias

entre las políticas nacionales como la de Desarrollo Productivo y el Pectia, para lo cual es necesario buscar espacios en el Comité Ejecutivo del SNCCTi con la participación de Colciencias y del MADR.

- En este mismo sentido, se requiere acudir a los espacios institucionales de coordinación del SNCCTi, con el fin de generar acuerdos de relacionamiento en las instancias de coordinación propuestas, como el marco de gobernanza sectorial. A partir de estos acuerdos, se determinarán las acciones necesarias para la definición y puesta en marcha de las estrategias propuestas en esta materia por el Pectia.

- Concertar compromisos a través de la socialización de las estrategias y metas propuestas por el Pectia con las entidades del sector agropecuario, mediante una gestión coordinada entre el MADR, Colciencias y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Producto de esta concertación, se deberá definir un plan de acción para implementar los compromisos acordados (logros, plazos y recursos, entre otros aspectos).

- Especial atención deberá darse en los aspectos señalados en el ítem anterior a la concertación de acciones en el ámbito de la propiedad intelectual.

- Concertar compromisos a través de la socialización de las estrategias y metas propuestas por el Pectia con las entidades clave intersectoriales, como el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), el Ministerio de Educación Nacional, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MTIC), el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MCIT), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), entre otros.

- Igual atención merece la concertación de acciones con los actores del SNCTA, como universidades, centros de investigación, gremios y sector privado, en general.

4.1.1.2 *En el departamento*

- Socializar el Pectia en una reunión con los secretarios de Agricultura entrantes y concertar reunión departamental con el gobernador elegido, con el propósito de exponer los detalles del Pectia y acordar acciones conjuntas. El MADR, con el apoyo de Corpoica, será el encargado de realizar esta gestión.

- Continuar con la revisión de la Agenda Dinámica Nacional de I+D+i, con el apoyo del MADR y Corpoica, y promover los espacios de coordinación nación-región a través de la institucionalidad de las cadenas productivas, con el fin de conciliar el ámbito de la agenda nacional con la especificidad regional.

- En el caso de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), continuar con el trabajo conjunto en la definición e implementación de las acciones propuestas por el Plan Estratégico de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Petic), que se viene formulando desde el MTIC.

- Se requiere adelantar un fuerte ejercicio de validación, ajuste y socialización de lo propuesto en el Pectia, con el objeto de continuar consolidando su mapa estratégico y definir acuerdos con los directos responsables para avanzar en su implementación.

- Se propone conformar un equipo técnico interinstitucional MADR, Colciencias, Corpoica, para hacer seguimiento a la definición de estos acuerdos.

4.2 Propuesta de seguimiento y evaluación

La razón fundamental para invertir en evaluación y seguimiento dentro de un sistema de innovación es que los actores requieren información a corto, mediano y largo plazo, para poder tomar las decisiones adecuadas y administrar recursos limitados en procesos complejos y no lineales de cambio técnico e institucional, que buscan lograr metas sociales, económicas y ambientales.

La presente propuesta contiene un marco conceptual de la tendencia y complejidad del desarrollo agrícola en el mundo actual y los vínculos que tiene con la innovación y el cambio técnico por tener en cuenta en los procesos de seguimiento de un plan estratégico como el Pectia. Delimita sus objetivos y estrategias para conseguirlos, hace un examen de las fuentes de información y metodologías disponibles para el seguimiento y evaluación de la CTi agro en el país y propone las líneas generales para el seguimiento y la evaluación del Pectia (anexo 8).

En general, los procesos de planeación, seguimiento y evaluación sobre políticas, planes, programas y proyectos de CTi sectorial son bastante débiles en el país, dada la dispersión y poca rigurosidad de metodologías y formatos para su formulación, presentación, registro y seguimiento, la debilidad técnica de algunas de las entidades ejecutoras, así como la falta de sistemas de información compatibles, interoperables y con códigos de confidencialidad compartidos que dificultan la consolidación de información sobre metas, resultados, efectos y líneas de base que permitan un adecuado seguimiento y evaluación.

Construir indicadores de resultados y de efecto de la I+D+i en el desempeño del sector o indicadores de balance social de la inversión en I+D+i tiene enormes dificultades, razón por la cual en la reciente revisión hecha por la OCDE de la PCTi destaca los esfuerzos que se han hecho para coordinar mejor el SNCTA, pero llama la atención sobre la necesidad de mejorar los procesos de seguimiento, evaluación y priorización de la inversión pública en CTi agrícola del país (OCDE 2015).

En relación con este aspecto, el Pectia propone una serie de estrategias y acciones que permitan adoptar un marco común para los actores del SNCTA sobre CTi sectorial, para cuyo seguimiento y evaluación es preciso llegar a acuerdos en el ámbito nacional y territorial sobre indicadores, líneas de base, forma, alcance y frecuencia de toma de datos, metodologías de análisis, entre otros aspectos, que permitan por una parte la convergencia entre los esfuerzos que en esta dirección se hacen desde el diferentes fuentes como: el Sistema Nacional de Evaluación de Gestión y Resultados (Sinergia), el Sistema General de Regalías, los indicadores y la información que trabaja el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT), las distintas encuestas del DANE-DNP-MADR (i.e. EDIT, ENA, EVA, Encuestas gremiales), y los registros de información del MADR como es el caso para la asistencia técnica del Registro Único de Usuarios de Asistencia Técnica (RUAT) y los Planes Generales de Asistencia Técnica (PGAT) y por otra la obtención de información adicional complementaria y el desarrollo de nuevas metodologías de análisis.

Estos marcos comunes y acuerdos deben contar con acciones que también el Pectia propone, conducentes a mejorar las capacidades de los actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) para la generación, análisis, acceso y uso de la información en sus decisiones y a proveer un adecuado financiamiento para su desarrollo y operación. En las propuestas del Pectia, también, como lo sugiere la OCDE, se propone la consolidación de la plataforma Siembra[57] como repositorio de la información sobre CTi del sector, como Observatorio del desempeño e impacto del Sistema y de su Plan Estratégico (Pectia) y como facilidad tecnológica para la interacción entre los actores del SNCTA.

4.2.1 Propuesta de seguimiento

A efectos de esta propuesta, y teniendo en cuenta que el Pectia es, entre otros aspectos, un marco orientador de política pública, el seguimiento es, ante todo, un proceso de recolección de datos y provisión de información y análisis y aprendizaje que facilita el control de la gestión de los ejecutores para su continuo mejoramiento y ajustes en la política y en el entorno institucional, con el fin de cumplir con las metas y objetivos fijados y una adecuada rendición de cuentas. Por su parte, la evaluación consiste en un proceso generalmente puesto en marcha por los financiadores del plan, que permite conocer la efectividad del diseño y ejecución de las intervenciones y los resultados asociados a ellas, en relación con sus objetivos.

El Pectia propone 16 estrategias y 81 líneas de acción, para cuyo seguimiento está prevista una serie de indicadores con información que deben reportar los diferentes responsables de su ejecución.[58]

[57] Siembra es una plataforma tecnológica diseñada para apoyar la gestión del conocimiento mediante la producción y uso de estadísticas e indicadores que servirán para orientar y evaluar la política sectorial, nacional, regional e internacional y dinamizar la acción de los actores del SNCTA, así como el flujo del conocimiento y la información entre los responsables de la investigación y desarrollo agropecuario en Colombia.

[58] La Matriz de Estrategias hace parte del documento *Plan Estratégico de Ciencia Tecnología e innovación del Sector Agropecuario Colombiano. (2017-2027)* septiembre de 2016.

La matriz de estrategias y líneas de acción consolida las propuestas para la ejecución del Pectia y una primera aproximación a la definición de metas, indicadores y responsables, los cuales deberán ser consensuados con las instancias involucradas en el proceso de implementación y logro de los objetivos y las metas, acordando los tiempos, el tipo y la frecuencia de la información, así como los roles y las formas de medición, de acuerdo con las fuentes de verificación que se hayan establecido. Este proceso debe ser continuo, estructurado y debe garantizar la provisión de información necesaria para la orientación en la marcha (figura 14).

Componente	Objetivo estratégico	Objetivos específicos	Estrategias	Líneas de acción	Meta	Indicador	Responsables
A	A	A	A	A	A	1	XX
	B	B	B	A	A	1	XX
	C			B	B	2	XX

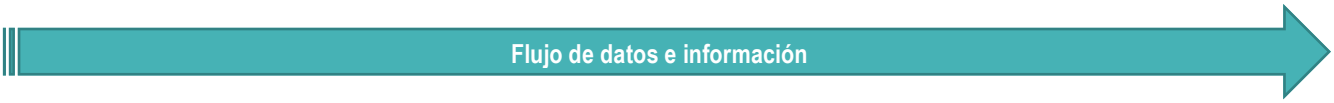


Figura14. Estructura de relacionamiento y matriz de estrategias y líneas de acción.

Fuente: Elaboración propia

Una vez concertada la matriz de estrategias, se deben considerar aspectos adaptables de la metodología del Pectia de Acción y Seguimiento (PAS) del DNP para seguimiento a políticas, cuya estructura permite consolidar el detalle de los avances de cada acción establecida, de acuerdo con los periodos y las mediciones acordadas. Como pasos preliminares al proceso de seguimiento de las distintas estrategias y acciones, será necesario, una vez aprobada la matriz de estrategias y acciones del Pectia:

1. Definir la o las entidades responsables del proceso de seguimiento, el recurso humano y el equipamiento necesario.
2. Constituir los equipos técnicos responsables del proceso de seguimiento y evaluación, para la definición final y la concertación con los diferentes ejecutores de metodologías de seguimiento,[59] indicadores, fuentes de información,[60] procesos de obtención, consolidación y reporte de información, reportes de salida, cálculo de indicadores, protocolos de análisis, como insumo para los procesos de seguimiento y evaluación para la toma de decisiones en los diferentes niveles del Sistema de Innovación Agropecuaria (SNIA) y para sus actores en general.
3. Identificar necesidades de capacidad operativa y establecer los acuerdos necesarios para su financiamiento.
4. Fortalecer la plataforma Siembra con un instrumento de registro basado en la matriz de seguimiento y la estructura del PAS, para el posterior procesamiento y análisis de la información, actividad que estará a cargo del equipo técnico designado.

Es importante aclarar que el seguimiento se apoyará en la información suministrada tanto por los responsables designados en cada entidad involucrada con la implementación del Pectia como por la información secundaria que se considere tenga utilidad para los análisis y las posteriores evaluaciones, como los divulgados por entidades públicas nacionales y regionales, observatorios, registros, entre otros.

4.2.2 Propuesta de evaluación

La evaluación del Pectia debe estar vinculada al proceso de seguimiento de sus estrategias y acciones, pero debe ser una función separada. En general, este tipo de evaluaciones se hacen a petición de los financiadores por evaluadores independientes y no por los responsables de las intervenciones. Tal como lo sugiere el Banco Mundial, un buen diseño de la evaluación de intervenciones en un sistema de innovación es particularmente necesario dado el carácter de procesos que las intervenciones tienen, con resultados que se dan en cadena, dinámicos y complejos y no susceptibles de evaluaciones lineales y anecdóticas. Por esta razón, hay que tener especial cuidado en este diseño y en la obtención de información y de procesos de análisis que permitan con certeza asociar cabalmente los efectos observados del diseño y de la ejecución de las intervenciones del Pectia.

Siguiendo a Hall et al. (2012), se pueden señalar como principios relevantes para las buenas prácticas de evaluación de intervenciones en sistemas de innovación los siguientes: una fuerte orientación de la evaluación para el aprendizaje, usar contrafácticos, emplear una mezcla de métodos cuantitativos y cualitativos e incorporar las perspectivas de diferentes actores del sistema.

[59] En el Anexo 4 se incluye una revisión de las metodologías disponible para el seguimiento de intervenciones en sistemas de innovación agrícola.

[60] El seguimiento se debe apoyar en la información suministrada tanto por los responsables designados en cada entidad involucrada con la implementación del Pectia, como por información secundaria que se considere tenga utilidad para los análisis y posteriores evaluaciones, como los divulgados por entidades públicas nacionales y regionales, observatorios, registros, entre otros.

Por último, debe contemplarse la puesta en marcha de procesos para la evaluación ex ante, que permitan tomar adecuadas decisiones sobre la inversión en proyectos de I+D+i, para transformar los modos de la producción y el consumo o para identificar rutas nuevas, más sostenibles y equitativas para la creación de valor en la agricultura.

El proceso de evaluación del Pectia debe focalizarse en la información y el análisis que permita definir su contribución a lograr los siguientes objetivos específicos:

1. Incrementar la productividad y competitividad de los sistemas productivos agrícolas, pecuarios, forestales y pesqueros.
2. Contribuir a mejorar la calidad e inocuidad de los alimentos.
3. Mejorar los sistemas productivos de manera sostenible mediante un adecuado manejo de los recursos naturales.
4. Fortalecer los procesos de innovación mediante la creación de capital social para la gestión de conocimiento en redes.

Se propone, por tanto, avanzar en metodologías que permitan evaluar el aporte del conocimiento y la innovación derivados de proyectos de I+D+i, que tengan como marco la Agenda de I+D+i y respondan a las demandas de esta, al logro de cada uno de los tres primeros objetivos y a evaluar el resultado sobre innovación de las acciones encaminadas a fortalecer el capital social vinculado a sistemas de innovación. Del mismo modo, será necesario explorar metodologías que permitan vincular el logro de los objetivos del Pectia con todos los ajustes institucionales y organizacionales que propone. Una reseña realizada por el Banco Mundial de algunas metodologías que permiten este tipo de evaluaciones se incluye en el anexo 8.

Igualmente, se sugiere realizar dos evaluaciones de medio término, a los tres y siete años de ejecución, y una evaluación final, con las cuales se espera, en primera instancia, en primera instancia, examinar la evolución de las actividades planteadas y los resultados que se van obteniendo en el transcurrir del tiempo, de modo que permitan también analizar posibles fallas o experiencias exitosas, que se puedan o corregir o replicar, según corresponda, con el ánimo de mejorar así su implementación, para, finalmente, a 2027, programar una evaluación de cierre de tipo exhaustivo, que permita conocer y divulgar los efectos tempranos o directos que se originaron en el sector a través de la gestión del Pectia (figura 15).

Figura 15. Estrategia de seguimiento y evaluación en el tiempo.

Fuente: Elaboración propia

Para ejecutar efectivamente estos componentes, se hace necesario pasar por varios procesos que garanticen finalmente la disponibilidad permanente de datos, la consolidación y análisis de información.

5. Referencias

Acuerdo de paz. s. f. Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera. 1. Hacia un nuevo campo colombiano: reforma rural integral. [consultado 2016 ago 12]. http://www.acuerdodepaz.gov.co/.

Acuerdo de Paz. 2014. Borrador conjunto. Hacia un nuevo campo colombiano: reforma rural integral; [consultado 2016 nov 27]. http://www.acuerdodepaz.gov.co/sites/all/themes/nexus/files/reforma-rural-integral.pdf.

Agencia de Noticias UN. 2013. 60 % de alimentos frescos en las ciudades son de pequeños productores. [consultado 2016 feb 5]. http://agenciadenoticias.unal.edu.co/en/detalle/article/60-de-alimentos-frescos-en-las-ciudades-son-de-pequenos-productores.html.

Alarcón E, Astudillo F. 2000. Propiedad intelectual, agricultura y comercio ante el nuevo milenio. En: [IICA] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Investigación agrícola y propiedad intelectual en la América del Sur. Brasilia, Brasil: IICA. pp. 13-22

[ANLA] Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. 2014. Trámites para permisos de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica. Medellín, Colombia: ANLA; [consultado 2016 ago 10]. http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/1d04e931-8d8e-4a26-85e4-f2d864b9b653/tramites_anla.pdf?MOD=AJPERES

[ASTI] Agricultural Science and Technology Indicators. 2016. Publicaciones y Datos. [consultado 2016 ene 7]. www.asti.cgiar.org.

Balat M, Balat H. 2009. Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel. Appl Energy. 86(11):2273-2282.

Banco de la República de Colombia. s. f. Producto Interno Bruto trimestral a precios constantes de 2005. Grandes ramas de actividad económica. [2016 jul 15]. http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/srea5_004.xls.

Banco de Occidente. 2001. Páramos de Colombia. Cali, Colombia: Banco de Occidente. Capítulo 7. El hombre y el paisaje paramuno; [consultado 2016 feb 7]. http://www.imeditores.com/banocc/paramos/cap7.htm.

Bergek A, Jacobsson S, Carlsson B, Lindmark S, Rickne A. 2008. Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems. A scheme of analysis. Res Policy. 37(3):407-429.

[CESU] Consejo Nacional de Educación Superior. 2014. Acuerdo por lo superior 2034. Bogotá, Colombia: CESU.

Ceña F. 1993. El desarrollo rural en sentido amplio. En: Ramos E, Caldente P. El desarrollo rural andaluz a las puertas del siglo XXI. Sevilla, España: Consejería de Agricultura y Pesca. pp. 36-48

Chaparro-Giraldo A. 2013. Propiedad intelectual y regulación en biotecnología vegetal. El caso de los cultivos genéticamente modificados (GM). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Cobo JC. 2009. El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. Zer Rev Estud Comun. 14(27):295-318.

[Colciencias] Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. 2012. Boletín estadístico del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. [consultado 2013 nov 8]. http://repositorio. colciencias.gov.co:8081 /jspui/bitstream/ 11146/619/1/1%20Boletin%201%202012%20Estadistico.pdf.

[Colciencias] Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. 2013. Evaluación del financiamiento de Colciencias a la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i): proyectos de ciencia, tecnología e innovación y grupos de investigación. Serie de Estudios y Evaluaciones de Ciencia Tecnología e Innovación. N.° 022013. Bogotá, Colombia: Colciencias.

[Colciencias] Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. 2014. Convocatoria nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico y/o innovación y para el reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. [consultado 2014 sep 6]. http://legadoweb.colciencias.gov.co/convocatoria/convocatoria-nacional-para-el-reconocimiento-y-medici-n-de-grupos-de-investigaci-n-desa.

[Colciencias] Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. 2015. Reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación. Publicación de resultados finales de la Convocatoria 693 de 2014. Bogotá, Colombia: Colciencias.

[Colciencias] Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. 2016. Reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación. Publicación de resultados finales de la Convocatoria 737 de 2015. [consultado 2016 may 22]. http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/conv-medicion-737-2015.pdf.

Colombia. Constitución Política 1991. Artículo 343.

Colombia, Ministerio de Educación Nacional. Decreto 2277, Por el cual se adoptan normas sobre el ejercicio de la profesión docente. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 14 de septiembre de 1979.

Colombia, Congreso de la República. Decreto 2041, Por el cual se crea la Dirección Nacional del Derecho de Autor como Unidad Administrativa Especial, se establece su estructura orgánica y se determinan sus funciones. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 29 de agosto de 1991.

Colombia, Congreso de la República. Decreto 533, Por el cual se reglamenta el régimen común de protección de los derechos de los obtentores de variedades vegetales. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 8 de marzo de 1994; [consultado 2016 may 20]. http://www.wipo.int/wipolex/es/details.jsp?id=864

Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario. Resolución 1893, Por la cual se ordena la apertura del Registro Nacional de Variedades Vegetales Protegidas, se establece el procedimiento para la obtención del certificado de obtentor y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 29 de junio de 1995.

Colombia, Ministerio de Comercio Exterior. Decreto 730, Por el cual se determina la Autoridad Nacional Competente en materia de acceso a los recursos genéticos. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 14 de marzo de 1997.

Colombia, Presidencia de la República. Decreto 1278, Por el cual se expide el Estatuto de Profesionalización Docente. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 19 de junio de 2002a.

Colombia, Presidencia de la República. Decreto 2687, Por el cual se modifica el artículo 7º del Decreto 533 de 1994. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 19 de noviembre de 2002b.

Colombia, Ministerio de Educación Nacional. Resolución 166, Por medio de la cual se establecen las condiciones del reporte de información para la implementación de la primera etapa del Sistema de Información del Sector Educativo. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 4 de febrero de 2003.

Colombia, Congreso de la República. Ley 1286, Por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 23 de enero de 2009.

Colombia, Presidencia de la República. Decreto 1162, Por el cual se organiza el Sistema Administrativo Nacional de Propiedad Intelectual y se crea la Comisión Intersectorial de Propiedad Intelectual. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 13 de abril de 2010.

Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 1348, Por la cual se establecen las actividades que configuran accesos a los recursos genéticos y sus productos derivados para la aplicación de la Decisión Andina 391 de 1996 en Colombia y se toman otras determinaciones. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 14 de agosto de 2014a.

Colombia, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Auto 1463, Por el cual se inicia un trámite administrativo de modificación de una licencia ambiental. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 14 de abril de 2014b.

Colombia, Congreso de la República. Ley 1753, Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "Todos por un nuevo país". Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 9 de junio de 2015a.

Colombia, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Auto 0152, Por el cual se inicia trámite administrativo de obtención de Dictamen Técnico Ambiental para el producto LUMBRERA 150 SL. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 15 de enero de 2015b.

Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Decreto 1273, Por el cual se adiciona una parte al libro 2 del Decreto 1071 de 2015, Decreto Único Reglamentario del sector administrativo agropecuario, pesquero y de desarrollo rural relacionada con las zonas de interés de desarrollo rural, económico y social (ZIDRES). Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 3 de agosto de 2016.

Consejo de Estado. 1977. Sentencia 977. Recursos genéticos. Régimen jurídico del dominio sobre ellos. Bogotá, Colombia: Consejo de Estado.

[Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. s. f. Agenda I+D+i. [consultado 2016 ago]. http://www.siembra.gov.co /siembra/Agenda.aspx

[Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2013. Análisis de las Reformas a los Sistemas de Extensión/Transferencia de Tecnología Agropecuaria (SETTA) (RG-K1316) Región Andina (Ecuador, Perú y Colombia). Brasilia, Brasil: Corpoica.

[Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2015a sin publicar. [Pectia] Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano. Mosquera, Colombia: Corpoica. Anexo 3. Diagnóstico e identificación de limitantes y oportunidades de la ciencia, la tecnología y la innovación en el sector agropecuario colombiano.

[Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2015b sin publicar. Análisis realizado por el Grupo de redes y gestión del conocimiento. Mosquera, Colombia: Corpoica.

[Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Próximo a publicar 2016. Estrategia de desarrollo agropecuario y rural colombiano. Bogotá, Colombia: Corpoica. Capítulo 2, Ciencia, tecnología e innovación.

Cotes-Prado AM, Barreto-Meses LS. 2012. Bioprospección para el desarrollo del sector agropecuario de Colombia. Bogotá, Colombia: Corpoica.

[DANE] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2014. Encuesta de Calidad de Vida 2014. [consultado 2016 mar 3]. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-2014.

[DANE] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2015a. Ficha metodológica. Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera – EDIT. Bogotá, Colombia: DANE.

[DANE] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2015b. Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica - EDIT. Industria manufacturera 2013-2014. [consultado 2016 jun 11]. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit.

[DANE] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2015c. Censo Nacional Agropecuario 2014. [consultado 2016 feb 5]. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014.

Del Castillo S, Durán E, Torrado MC. 2009. Mortalidad y desnutrición infantil, más allá de las cifras. UN Periódico. Secc. Nutrición:9.

Deloitte. 2012. eTransform Africa: Agriculture sector study. Sector assessment and opportunities for ICT. World Bank; [consultado 2015 nov 15]. http://siteresources. worldbank.org /EXTINFORMATIONANDCOMMUNICATIONANDTECHNOLOGIES/Resources/282822-1346223280837/ Agriculture_FullReport.pdf.

DLA Piper. 2013. Propiedad intelectual agrícola. Auditoría para informe de Colombia. Procolombia; [consultado 2015 may 7]. http://www.procolombia.co/sites/default/files/propiedad_intelectual_agricola_auditoria_presente.pdf.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2000. Conpes 3080, Política Nacional de Ciencia y Tecnología 2000-2002. Colciencias; [consultado 2015 sep 13]. http://www.colciencias.gov.co /sites/default/files/upload/reglamentacion/conpes-3080-2000.pdf.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2004. Conpes 3294, Renovación de la administración pública: gestión por resultados y reforma del Sistema Nacional de Evaluación. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; [consultado 2016 mar 25]. http://www.mincit.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=ve.rPdf&id=62564&name=Conpes_3294.pdf&prefijo=file.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2007. Conpes 113, Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN). Instituto Colombiano de Bienestar Familiar; [consultado 2016 abr 2]. http://www.icbf.gov.co/ portal/page/portal/ PortalICBF/bienestar /nutricion/pnsan/CONPES113de2008.pdf.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2008a. Conpes 3510, Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; [consultado 2016 may 8] http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2008/conpes_3510_2008_.pdf.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2008b. Conpes 3527, Política Nacional de Competitividad y Productividad. Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación; [consultado 2016 may 28]. http://www.colombiacompetitiva.gov.co/sncei/Documents/Conpes-3527-de-2008.pdf.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2008c. Conpes 3533, Bases de un plan de acción para la adecuación del sistema de propiedad intelectual a la competitividad y productividad nacional 2008-2010.Instituto Colombiano Agropecuario; [consultado 2016 may 15]. http://www.ica.gov.co/getattachment/a1be26c2-af09-4635-b885-c3fcea7291e4/2008cp3533.aspx.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2009. Conpes 3582, Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Universidad El Bosque; [consultado 2016 ago 23]. http://www.uelbosque.edu.co /sites/default/files/ pdf/investigaciones/documento_ compes_ciencia_ tecnologia_3582.pdf

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2010. Conpes 3674, Lineamientos de política para el fortalecimiento del Sistema de Formación de Capital Humano SFCH. Organización de los Estados Americanos; [consultado 2016 ago 23]. http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_col_con3674.pdf.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2011a. Conpes 3697, Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad. Convenio sobre la Diversidad Biológica; [consultado 2015 oct 8]. https://www.cbd.int/doc/measures/abs/post-protocol/msr-abs-co-es.pdf.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2015a. El campo colombiano. Un camino hacia el bienestar y la paz. [consultado 2016 mar 16]. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Agriculturapecuarioforestal %20y %20pesca/El %20CAMPO %20COLOMBIANO %20UN %20CAMINIO %20HACIA %20EL %20BIENESTAR %20Y %20LA %20PAZ %20MTC.pdf.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2015b. Bases del Pectia Nacional de Desarrollo 2014-2018. [consultado 2016 mar 3]. https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/prensa/bases %20plan %20nacional %20de %20desarrollo %202014-2018.pdf.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2015c. Misión para la Transformación del Campo Colombiano. [consultado 2016 mar 3]. https://www.dnp.gov.co/programas/agricultura/Paginas/mision-para-la-transformacion-del-campo-colombiano.aspx.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2015. Documento Conpes. Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2015-2025. Borrador publicado en diciembre de 2015. Colciencias; [consultado 2016 sep 16]. http://www.colciencias.gov.co/ sites/default/files/ upload/noticias/conpes-borrador-cti.pdf.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2016a sin publicar. Propuesta de lineamientos de apoyo para la agricultura familiar (propuesta de política en debate). Bogotá, Colombia: DNP.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2016b. Conpes 3866. Política Nacional de Desarrollo Productivo. [consultado 2016 sep 8] https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/3866.pdf

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2016c. Conpes 3867. Estrategia de preparación institucional para la paz y el posconflicto. [consultado 2016 oct 28]. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3867.pdf.

[DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2011b. Bases del Pectia Nacional de Desarrollo 2010-2014. [consultado 2014 ago 6]. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Bases %20PND %202010-2014 %20Versi %C3 %B3n %205 %2014-04-2011 %20completo.pdf.

El Tiempo. 2016 ago 17. Unad lanza plan para formar en áreas rurales. Secc. Educación; [consultado 2016 ago 18]. http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/educacion/unad-lanza-plan-para-formar-en-areas-rurales/16675829.

EU SCAR. 2012. Agricultural knowledge and innovation systems in transition – a reflection paper. Bruselas, Bélgica: Unión Europea.

[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. s. f. Glosario. [consultado 2016 ago 5]. ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139s/i0139s08.pdf.

[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2004. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2003-2004. [consultado 2016 ene 12] http://www.fao.org/docrep/006/Y5160s/Y5160s00.htm.

[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2008. Bosques y energía. Cuestiones claves. Roma, Italia: FAO.

[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2013. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma, Italia: FAO; [consultado 2016 may 3]. http://www.fao.org/docrep/018/i3301s/i3301s.pdf.

[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. Agricultores familiares. Alimentar al mundo, cuidar el planeta. Roma: FAO; [consultado 2016 abr 30]. http://www.fao.org /docrep/019/mj760s/mj760s.pdf.

[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2015a. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. Roma, Italia: FAO; [consultado 2016 may 3]. http://www.fao.org/3/a-i4646s.pdf.

[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2015b. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La innovación en la agricultura familiar. Roma, Italia: FAO.

[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2015c. El estado mundial de la agricultura y la alimentación, la protección social y la agricultura. Romper el ciclo de la pobreza rural. [consultado 2016 may 2]. http://www.fao.org/3/a-i4910s.pdf.

[Fedesarrollo] Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo, IQuartil. 2011. Evaluación de resultados e impactos del Proyecto Transición de la Agricultura y de los subproyectos correspondientes. Informe Final. Bogotá, Colombia: [MADR] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

[FIDA] Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. 2011. El futuro de la seguridad alimentaria y nutricional mundial. Roma, Italia: IFAD; [consultado 2016 may 2]. https://www.ifad.org/documents/10180/efb49f84-0d47-4248-8f26-0ff51dc4f723.

Flórez DH, Uribe CP. 2016 sin publicar. TIC para la investigación, desarrollo e innovación. Mosquera, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Forero J. 2002. Producción campesina. Evolución reciente y estado actual. Cuadernos Tierra y Justicia. (2):16-21.

Forero J. 2003. Economía campesina y sistema alimentario en Colombia. Aportes a la discusión sobre seguridad alimentaria. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Fuglie K Rada N. 2013. Growth in Global Agricultural Productivity: An Update. [consultado 2016 feb 5]. www.ers.usda.gov/amber-waves/2013/november/growth-in-global-agricultural-productivity-an-update/.

Gentilini U. 2002. Sviluppo dell'aiuto alimentare ed aiuto alimentare per lo sviluppo. Roma, Italia: Università Degli Studi di Roma Tre.

Gligo N. 1987. El concepto de sustentabilidad ambiental en las estrategias de desarrollo. Ambiente y Desarrollo. 3(1-2):17-19.

Guzmán A. 2014 sin publicar. Los mercados y la organización campesina en el posconflicto. Mosquera, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Hainzelin E. 2013. De la artificialización a la ecologización de los sistemas de cultivo. París, Francia: Editions Quae.

Hall A, Dorai K, Kammili T. 2012. Evaluating agricultural innovation system interventions. En: The World Bank, editor. Agricultural innovation systems. An investment sourcebook. Washington D. C., EE. UU.: World Bank. pp. 580-588.

Hekkert MP, Suurs RAA, Negro SO, Kuhlmann S, Smits REHM. 2007. Functions of innovation systems. A new approach for analysing technological change. Technol Forecast Soc Change. 74(4):413-432.

[HLPE] High Level Panel of Experts. 2013a. Inversión en la agricultura a pequeña escala en favor de la seguridad alimentaria. Informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. Roma, Italia: HLPE.

[HLPE] High Level Panel of Experts. 2013b. Los biocombustibles y la seguridad alimentaria. Un informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. Roma, Italia: HLPE.

[ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. 2016a. Informe de gestión 2015. Bogotá, Colombia: ICA.

[ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. 2016b sin publicar. Protección de las variedades vegetales en Colombia. Bogotá, Colombia: ICA.

[IGAC] Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2012. Atlas de la distribución de la propiedad rural en Colombia. Bogotá, Colombia: IGAC.

[IICA] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2010. Guía para la gestión de la propiedad intelectual en consorcios regionales de investigación agrícola. San José, Costa Rica: IICA, Fontagro.

[Incoder] Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. 2012. Plan Estratégico 2010-2014. Bogotá, Colombia: Incoder.

[IUCN] International Union for Conservation of Nature - Standards and Petitions Subcommittee. 2016. Guideline for using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 12. [consultado 2016 ago 21]. http://cmsdocs.s3. amazonaws.com/RedListGuidelines.pdf.

Jaramillo S, Maldonado D, Perry G, Rodríguez C, Saavedra J. 2014. Tras la excelencia docente. Cómo mejorar la calidad de la educación para todos los colombianos. Fundación Compartir. Bogotá, Colombia.

Lau C, Jarvis A, Ramírez J. 2013. Agricultura colombiana. Adaptación al cambio climático. CGIAR; [consultado 2016 ene 5]. https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/57475/politica_sintesis1_colombia_cambio_climatico %202.pdf?sequence=6&isAllowed=y.

Lede S. s. f. Los biocombustibles. Buenos Aires, Argentina: ArgenBio.

Lemarchand GA, editor. 2010. Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay: Universidad de Costa Rica. [consultado 2015 oct 14]. http://www.vinv.ucr.ac.cr/ sites/default/files/divulgacion-ciencia/libros-y-tesis/sistem-nacion-cyt.pdf.

Lima SMV, Gómez AM, Mengo O, Medina M, Maestrey A, Trujillo V, Alfaro O. 2001. La dimensión de *entorno* en la construcción de la sostenibilidad institucional. Serie Innovación para la Sostenibilidad Institucional. San José, Costa Rica: Proyecto ISNAR "Nuevo Paradigma".

Lucio J, Lucio-Arias D, Colorado LA, Rivera SA, Cruz DA, Usgame G, Perea GI, Guevara A, Sánchez E, Cifuentes F, et al. 2012. Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2012. Bogotá, Colombia: [OCyT] Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

Ludena CE. 2010. Agricultural productivity growth, efficiency change and technical progress in Latin America and the Caribbean. Nueva York, EE. UU.: Inter-American Development Bank.

[MADR] Ministerio de A gricultura y Desarrollo Rural. 2011. Agenda prospectiva de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para la seguridad alimentaria colombiana, vista desde la disponibilidad de alimentos. Bogotá, Colombia: MADR.

[MADR] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2014a. Informe de gestión. Bogotá, Colombia: MADR; [consultado 2016 feb 3]. https://www.minagricultura.gov.co/planeacion-control-gestion/Gestin/INFORME_DE_GESTION_2014.pdf

[MADR] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2015. Informe de rendición de cuentas 2014-2015. Bogotá, Colombia: MADR.

Markard J, Truffer B. 2008. Technological innovation systems and the multi-level perspective. Towards an integrated framework. Res Policy. 37(4):596-615.

[MAVDT] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2007. Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental, Penia. Bogotá, Colombia: MAVDT.

Mejía R. 2015. Balance preliminar de 2015 y perspectivas de 2016. [consultado 2016 abr 21]. http://www.sac.org.co/es/estudios-economicos/balance-sector-agropecuario-colombiano/290-balance-y-perspectivas-del-sector-agropecuario-2012-2013.html.

Méndez H. 1999. Manejo de suelos en minifundio de ladera de la Región Andina de Santander mediante la rotación de cultivos establecidos en franja y curvas de nivel. Bogotá, Colombia: INAT, CECI.

[MEN] Ministerio de Educación Nacional. 2015a. Colombia territorio rural. Apuesta por una política educativa para el campo. Bogotá, Colombia: MEN.

[MEN] Ministerio de Educación Nacional. 2016a. Sistema de Información Nacional de Educación Básica y Media. [consultado 2016 abr 13]. http://sineb.mineducacion.gov.co/bcol/app.

[MSPS] Ministerio de Salud y Protección Social. 2015. Estrategia nacional para la prevención y control de las deficiencias de micronutrientes en Colombia 2014-2021. [consultado 2016 may 2]. https://www.minsalud.gov.co/ sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ PP/SNA/ Estrategia-nacional-prevencion-control-deficiencia-micronutrientes.pdf.

Murad R. 2003. Estudio sobre la distribución espacial de la población en Colombia. Serie Población y Desarrollo N.° 48. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Naisbitt J. 1984. Megatrends. Ten new directions transforming our lives. Nueva York, EE. UU.: Warner Books.

Nielsen. 2014. ¿Quién es y cómo se comporta el *shopper* colombiano? [consultado 2016 mar 12]. http://www.nielsen.com/ co/es/ insights/news/2014/shopper-colombiano.html.

Niño YF. 2010. Determinación del nivel de exposición a plaguicidas por consumo de agua de pozo y la relación con los posibles efectos en la salud de la población residente en la vereda Chorrillos del sector rural de Suba [tesis de maestría]. [Bogotá, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia; [consultado 2016 feb 9]. http://www.bdigital.unal.edu.co/3968/

Núñez J, Carvajal JC, Bautista LA. 2013. El TLC con Estados Unidos y su impacto en el sector agropecuario colombiano: entre esperanzas e incertidumbres. Revista Electrónica de la Facultad de Derecho. 1(1):118-133; [consultado 2016 jun 6]. http://service.udes.edu.co /revistas/index.php/Lex-UDES/article/P6.pdf.

[OCDE] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. 2005. Oslo Manual. Guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3ª ed. París, Francia: OCDE.

[OCDE] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. 2015. Estudios económicos de la OCDE Colombia. [consultado 2015 jun 27]. http://www.oecd.org/eco/surveys/Overview_Colombia_ESP.pdf.

[OECD] Organization for Economic Co-operation and Development, [FECYT] Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. 2002. Manual de Frascati. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. París, Francia: OECD.

[ONU] Organización de las Naciones Unidas. 1992. Convenio sobre la diversidad biológica. Río de Janeiro, Brasil: ONU.

Ortiz L, Reyes MA. 2009. Páramos en Colombia. Un ecosistema vulnerable. Bogotá: Universidad Sergio Arboleda.

Padulosi S, Thompson J, Rudebjer P. 2013. Fighting poverty, hunger and malnutrition with neglected and underutilized species (NUS): needs, challenges and the way forward. Roma, Italia: Bioversity International.

Palmer D, Fricska S, Wehrmann B. 2009. Hacia una mejor gobernanza de la tierra. Roma, Italia: [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Pelkmans L, Govaerts L, Kessels K. 2008. Inventory of biofuel policy measures and their impact on the market. Report D2.1 of ELOBIO subtasks 2.1-2.2. Petten, Holanda: [ECN]Energy Research Center of the Netherlands.

Pérez E, Farah MA. 2002. Los modelos de desarrollo y las funciones del medio rural en Colombia. Cuad Desarro Rural. (49):9-27.

Perfetti JJ, coordinador. 2013. Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia. Bogotá, Colombia: [SAC] Sociedad Agricultores de Colombia, [Fedesarrollo] Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo.

Piñeiro, D. 2003. Sustentabilidad y democratización de las sociedades rurales de América Latina. Sociologias. 5(10):26-34.

[PNUD] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2011. Colombia rural. Razones para la esperanza. Informe Nacional de Desarrollo Humano. Bogotá, Colombia: PNUD.

[PNUD] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2013. Pueblos indígenas y los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Bogotá, Colombia: PNUD [consultado 2015 sep 6]. http://www.co.undp.org/ content/colombia/es/home/library/human_development/pueblos-indigenas-y-los-objetivos-de-desarrollo-del-milenio.html.

Portafolio. 2005. El sector agrícola y la propiedad intelectual en el Tratado con E.U. [consultado 2016 jul 10]. http://www.portafolio.co /economia/finanzas/sector-agricola-propiedad-intelectual-tratado-e-u-456642.

Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Bienestar Familiar, Ministerio de la Protección Social. 2010. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia ENSIN. [consultado 2016 may 2]. http://www.icbf.gov.co/ portal/page/portal/Descargas1/Resumenfi.pdf.

Ragauskas AJ, Williams CK, Davison BH, Britovsek G, Cairney J, Eckert CA, Frederick WJ, Hallett JP, Leak DJ, Liotta CL, et al. 2006. The path forward for biofuels and biomaterials. Science. 311(5760):484-489.

Rajalahti R, Willem J, Pehu E 2008. Agricultural innovation systems. From diagnostics toward operational practices. Agriculture and Rural Development Discussion Paper 38. Washington, D. C., EE. UU.: World Bank.

Rendón JA. 2012. La unidad económica familiar campesina (UEFC). Conceptualización teórica general y dinámica en el contexto colombiano. Libre Empresa. 9(2):199-222.

Revenga J. 2014 jul 23. Las 10 tendencias de futuro más inmediatas en alimentación. El nutricionista de la general [consultado 2016 may 5]. http://blogs.20minutos.es/el-nutricionista-de-la-general/2014/07/23/las-10-tendencias-de-consumo-mas-inmediatas-sobre-alimentacion/

[RICYT] Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología. s. f. Indicadores de Insumo. [consultado 2016 jul 8]. http://www.ricyt.org/indicadores.

Röling NG, Engel PGH. 1991. IT from a knowledge system perspective. Concepts and issues. Ponencia presentada en: European Seminar on Knowledge Management and Information Technology. Wageningen, Holanda.

[SAC] Sociedad de Agricultores de Colombia. 2012. Estadísticas. [consultado 2016 jul 18]. http://www.sac.org.co/es/estudios-economicos/estadisticas.html

Salazar M, Lucio J, Rivera SA, Bernal E, Ruiz C, Usgame G, Lucio-Arias D, Daza S, Guerrero J, Guevara A, et al. 2011. Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2011. Bogotá, Colombia: [OcyT] Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

[SENA] Servicio Nacional de Aprendizaje. 2015 sin publicar. Información suministrada por la Oficina de Atención Rural. Bogotá, Colombia: SENA.

[SIB] Sistema de Información en Biodiversidad de Colombia. 2016. Servicios. [consultado 2016 ago 12]. http://www.sibcolombia.net/servicios/.

[SIC] Superintendencia de Industria y Comercio. 2016. Patentes y nuevas creaciones. [consultado 2016 may 25]. http://www.sic.gov.co/patentes.

Simon GA. 2009. Concepto y gobernanza internacional de la seguridad alimentaria: de dónde venimos y hacia dónde vamos. Rev Esp Estud Agrosoc Pesq. [consultado 2016 abr 30];224(4):19-45. http://ageconsearch.umn.edu/ bitstream/185957/2/pdf_REEAP_r224_19_45.pdf.

Smith M, Pointing J, Maxwell S. 1992. Household food security. Concepts and definitions. An annotated bibliography. En: Maxwell S, Frankenberger TR, editores. Household food security. Concepts, indicators, measurements. Roma, Italia: Unicef, IFAD. pp. 1-72; [consultado 2016 may 3]. https://www.ifad.org/documents/10180/4b29b799-49a9-4740-bfab-4bbd24059b56.

Sourisseau JM, Kahane R, Fabre P, Hubert B, editores. 2015. Actas de los encuentros internacionales. Agriculturas familiares e investigación. Montpellier, Francia: Agropolis International.

Stads GJ, Pérez S, Londoño A, Beintema N. 2016. Ficha técnica-Indicadores de I+D agropecuario. Bogotá, Colombia: ASTI, Corpoica.

Tami-Barrera LM, Garrido MF, Uribe HV, Rincón R. 2013. Análisis de las reformas a los sistemas de extensión/transferencia de tecnología agropecuaria. Bogotá, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Trigo EJ, Pomareda C, Villarreal F. 2012. Los INIA en ALC. Desafíos para la innovación agraria. s. l.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; [consultado 2014 sept 5]. http://www.iica.int/foragro/ Lima2012/Referencias %20y %20estudios %20previos/ Los_INIA_en_ALC.pdf.

Triomphe B, Andersson JA, Scopel E, Juma M. 2015. Las agriculturas familiares ante los desafíos de la intensificación agroecológica. En: Sourisseau JM, Kahane R, Fabre P, Hubert B, editores. Proceedings of international encounters on family farming and research. Montpellier, Francia: Agropolis international. pp. 231-239.

Trindade FJ. 2012. Is there a slowdown in agricultural productivity growth in South America? Conferencia presentada en International Association of Agricultural Economists. Foz do Iguaçu, Brazil. [consultado 2016 feb 5]. http://econpapers.repec.org/paper/agsiaae12/126915.htm.

[UPOV] Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. 2016. About UPOV y UPOV System. [consultado 2016 jul 9]. http://www.upov.int.

[UPRA] Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. 2014. Componente estratégico nacional del ordenamiento productivo agropecuario. Estrategia para el agro y el desarrollo rural del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá: MADR; [consultado 2016 mar 5] http://www.upra.gov.co/documents/ 10184/13821/COMPONENTE+ESTRAT %C3 %89GICO+ORDENAMIENTO+PRODUCTIVO/f272ba75-e827-4754-9904-0eef70876dfc.

Valencia RA, Lobo M, Ligarreto GA. 2010. Estado del arte de los recursos genéticos vegetales en Colombia. Sistema de Bancos de Germoplasma. Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria. 11(1), 85-94.

[WTO] World Trade Organization. 2014. Annual Report 2014. Ginebra, Suiza: WTO; [consultado 2016 sep 16]. https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/anrep_e/anrep14_e.pdf

6. Anexos

Nota: Para consultar cada anexo siga el hipervínculo o consulte la Plataforma Siembra (www.siembra.gov.co), Pectia, Documentos estratégicos.

Anexo 1. Diseño metodológico de construcción del Pectia

Anexo 2. Guía para la revisión de la Agenda Dinámica Nacional de I+D+i del sector agropecuario por cadenas productivas

Anexo 3. Diagnóstico e identificación de limitantes y oportunidades de la ciencia, la tecnología y la innovación en el sector agropecuario colombiano

Anexo 4. Mega tendencias vinculadas a algunos aspectos del desarrollo agrícola

Anexo 5. Pectia por cadena productiva

Anexo 6. Pectia por departamento

Anexo 7. Revisión de la Agenda Dinámica Nacional de I+D+i: resultados por región

Anexo 8. Propuesta para el seguimiento y evaluación del Pectia

Anexo 9. Matriz de estrategias y líneas de acción

7. Glosario

Agenda Nacional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i): instrumento de planificación y gestión del conocimiento que posibilita la concertación y articulación de actores para la identificación de demandas, capacidades y prioridades de I+D+i de las cadenas productivas, en el ámbito nacional y regional (Corpoica 2016).

Cambio técnico: todo cambio o reemplazo de productos, procesos, diseños y técnicas; introducción de nuevos métodos de producción o nuevos productos a fin de elevar la productividad/mejora en los conocimientos sobre los métodos de producción o de nuevos productos que afectan la productividad y pueden mejorar la competitividad de los sistemas productivos agropecuarios y agroindustriales (Corpoica 2016).

Capacidades del SNCTA: capacidades científicas y tecnológicas, entendidas estas últimas como la aptitud del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT) para asimilar, transformar, desarrollar, usar, generar y distribuir conocimientos (Lucio et al. 2012).

Demanda tecnológica: conjunto de factores, de naturaleza tecnológica, que limitan el desempeño y restringen el alcance de mejores niveles de eficiencia a partir del uso y la explotación de la variable tecnológica (Lima et al. 2001). Una demanda tecnológica refleja la necesidad de una solución (el cambio en la tecnología), con enrutamiento interior y exterior (Ruffoni et al. 1999).

Desarrollo rural: proceso de mejoramiento y transformación de las condiciones de bienestar de la población rural (Piñeiro 2005), de la contribución que el medio rural hace de forma más general al bienestar de la población en su conjunto, ya sea urbana, ya sea rural (Ceña 1993), a partir de la sostenibilidad, no solo de recursos naturales, sino también económica, política, social y cultural (Pérez y Farah 2002).

Factores habilitantes: conjunto de mecanismos, instrumentos e instituciones y recursos que permiten el adecuado funcionamiento, promoción y desarrollo de actividades de ciencia, tecnología e innovación.

Gestión del conocimiento (GC): capacidad de generar, transmitir y consolidar conocimientos que influyen en los procesos de ciencia, tecnología e innovación y, por tanto, en la capacidad del entorno de generar una posición diferenciada (Corpoica 2015b).

Gobernanza: ejercicio de autoridad política, económica y administrativa en la gestión de los asuntos de un país en todos los niveles. La gobernanza es un concepto neutral que comprende complejos mecanismos, procesos e instituciones a través de los cuales los ciudadanos y los grupos articulan sus intereses, ejercen sus derechos y obligaciones legales, y solucionan sus diferencias (Palmer et al. 2009).

Innovación: introducción de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores, que permite el mejor uso de los recursos de los que se dispone y, por tanto, contribuye a la creación de ventajas para hacer frente a los diferentes retos que reciben constantemente las organizaciones, empresas, personas, etc. (OCDE 2005). En el ámbito agropecuario, generalmente, las innovaciones son de proceso, relacionadas con técnicas o prácticas de producción, como la adopción de materiales genéticos mejorados, tecnologías de irrigación, manejo de suelos, uso de máquinas y herramientas agrícolas, entre otras. Además, se considerarán innovaciones agropecuarias las relativas al ámbito organizacional, de comercialización, de transformación y prácticas administrativas.

Recursos biológicos: son los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, poblaciones, y cualquier tipo de componente biótico de los ecosistemas de valor o utilidad real o potencial para la humanidad (ONU 1992).

Recurso genético: corresponde a "el material genético de valor real o potencial". Determinar qué instrumento es aplicable y qué tipo de acceso se puede conceder por cada recurso constituye un gran desafío (IUCN 2016).

Sector agropecuario: contempla las actividades de producción primaria en los ámbitos agrícola, pecuaria, forestal, pesquero y acuícola, así como las actividades de adecuación y transformación de los productos primarios en el contexto agroindustrial (borrador proyecto de ley de 2016 Por medio del cual se crea el sistema nacional de innovación agropecuaria y se dictan otras disposiciones).

Sector agroindustrial: serie de actividades de producción primaria y transformación, mediante las cuales se obtienen materias primas, productos intermedios derivados y de valor agregado de los subsectores agrícola, pecuario, forestal, pesquero y acuícola (Corpoica 2016).

Megatendencia: cambios mayores en el ámbito social, tecnológico, ambiental o político, que se desarrollan de manera lenta, emergen en un instante e influencian un amplio rango de actividades, procesos y percepciones, en entornos gubernamentales, sociales y tecnológicos (Naisbitt 1984).

Redes: conjunto de actores (pueden ser personas u organizaciones) con un tipo particular de relaciones, inexistentes o existentes, que interactúan bajo un mecanismo de intercambio de conocimientos, con el fin de compartir información, conceptos, aplicaciones, metodologías, experiencias y prácticas de trabajo (Corpoica 2016).

Sistema de Innovación: conjunto de organizaciones o personas y los vínculos e interacciones entre ellos, dedicados a la generación, la transformación, la transmisión, el almacenamiento, la recuperación, la integración, la difusión y la utilización de los conocimientos y la

información, con el objetivo de trabajar en colaboración para respaldar la toma de decisiones, la resolución de problemas y la innovación en la agricultura (EU SCAR 2012).

Sistema Nacional de Innovación Agropecuario: conjunto de organizaciones o actores y las conexiones e interacciones entre ellos, comprometidos en la generación, transformación, almacenamiento, integración, difusión y utilización de conocimiento e información, con el propósito de trabajar sinérgicamente para soportar la toma de decisiones, resolución de problemas e innovación en la agricultura (Röling y Engel 1991). Esto, sumado a la capacidad de desarrollar ideas prácticas, transferir conocimiento y soportar la innovación desde una política que involucre a los actores, no solo desde el foco tradicional de la I+D, sino desde redes locales de innovación e innovación social (Rajalahti et al. 2008). Para el caso colombiano, la Ley 607 de 2000 lo denomina Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Agroindustrial.

Sistema Territorial de Innovación: la definición de un sistema territorial incluye, además de las dinámicas de los sistemas agrarios, las interrelaciones entre las áreas rurales y urbanas, así como la existencia de polos de atracción vinculados al mercado, la producción y la tecnología, los nuevos sistemas de información y aquellos cambios resultantes en las dimensiones sociales, económicas, ambientales y culturales. Los sistemas territoriales se encuentran abiertos a influencias provenientes de los contextos nacionales y supranacionales como de las relaciones interterritoriales (FAO s. f.). La aplicación de la ciencia, la tecnología y la información adicionan valor a los recursos existentes y conducen a productos, procesos y estrategias novedosos, que, una vez interiorizados, contribuyen a mejorar las condiciones sociales, económicas y la sostenibilidad ambiental de un territorio.

8. Abreviaturas

ACT	Actividades de ciencia y tecnología
ACTi	Actividades de ciencia, tecnología e innovación
ASTI	*Agricultural science and technology indicators* (indicadores de ciencia y tecnología agropecuarios)
ATA	Asistencia técnica agropecuaria
Aunap	Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca
Bancoldex	Banco de Comercio Exterior de Colombia
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
CCI	Corporación Colombia Internacional
CENI	Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Agropecuario
Cenired	Corporación Red Especializada de Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Agropecuario
Cepal	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIB	Centro de Investigaciones Biológicas
CIPI	Comisión Intersectorial de Propiedad Intelectual
CMDR	Consejos Municipales de Desarrollo Rural
CNBT	Consejo Nacional de Beneficios Tributarios en Ciencia, Tecnología e Innovación
Codecti	Consejo Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación

Colciencias	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
Conif	Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal
Conpes	Consejo Nacional de Política Económica y Social
Corpoica	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
CPGA	Centros Provinciales de Gestión Agroempresarial
CRC	Comisión Regional de Competitividad
Creced	Centros Regionales de Extensión, Educación y Difusión Agropecuaria
CTi	Ciencia, tecnología e innovación
CyT	Ciencia y tecnología
CUEE	Comité Universidad, Empresa, Estado
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EDIT	Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENA	Encuesta Nacional Agropecuaria
Epsagro	Empresas Prestadoras de Servicios de Asistencia Técnica Agropecuaria
EVA	Evaluaciones Agropecuarias Municipales
FCTi	Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación
Finagro	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
GC	Gestión del conocimiento

I+D	Investigación y desarrollo
I+D+i	Investigación, desarrollo tecnológico e innovación
IAT	Incentivo a la Productividad para el Fortalecimiento de la Asistencia Técnica
IATE	Incentivo a la Asistencia Técnica Especial
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
IFPRI	International Food Policy Research Institute (Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias)
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
Incoder	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural
Incora	Instituto Colombiano de Reforma Agraria
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MGA	Metodología general ajustada
MEN	Ministerio de Educación Nacional
MCIT	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
MTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
OCAD	Órgano Colegiado de Administración y Decisión del SGR
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OCyT	Observatorio de Ciencia y Tecnología
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
ONG	Organización no gubernamental

PGAT	Plan General de Asistencia Técnica Agropecuaria Municipal
PGN	Presupuesto General de la Nación
PEDCTi	Planes estratégicos departamentales de ciencia, tecnología e innovación
PI	Propiedad intelectual
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PTA	Proyecto de Apoyo a la Transición de la Agricultura
RUAT	Registro de Usuarios de Asistencia Técnica Agropecuaria
SAC	Sociedad de Agricultores de Colombia
Secag	Secretaría de Agricultura
Secopi	Servicio Compartido de Propiedad Intelectual
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SSATA	Sistema de Extensión y Transferencia de Tecnología
SGR	Sistema General de Regalías
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio
SIGP	Sistema integrado de gestión de proyectos
Sigob	Sistema de Seguimiento a Metas del Gobierno
SNCCTi	Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación
SNCTA	Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial
SNCTi	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
SNIA	Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria

SSATA	Subsistema de Asistencia Técnica Agropecuaria
STI	Sistemas territoriales de innovación
SUIFP	Sistema Unificado de Inversión y Finanzas Públicas
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
Umata	Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria
USPTO	Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos

Anexo 9. Matriz de estrategias y líneas de acción

Seguimiento y ejecución al Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (Pectia) 2017 - 2027									
Tipo de factor	Factor	Objetivo estratégico abordado	Objetivos específicos del factor	Estrategias	Prioridad	Riesgos	Líneas de acción	Meta	Indicador
Específico	Agenda Dinámica Nacional de I+D+i	1 y 3	Lograr la generación, acumulación, socialización y aplicación del conocimiento para el cambio técnico de alto efecto en la competitividad, productividad y sostenibilidad de la industria agraria colombiana.	Ejecutar y gestionar la Agenda dinámica nacional de I+D+i logrando una adecuada provisión de recursos para su financiamiento, la coordinación de los actores a nivel nacional y territorial involucrados, y el seguimiento y evaluación.	Prioridad 1	1. No todas las instituciones que proveen recursos públicos para financiar proyectos de CTI agro, adopten la Agenda de I+D+i como marco para su orientación -- 2. Falta de suficiencia y de coordinación entre las diferentes fuentes de financiamiento público de la CTI agro -- 3. Falta de una adecuada concertación en torno a la matriz de estrategias y acciones entre los ejecutores del Plan y de acuerdos para el seguimiento y evaluación de compromisos e intervenciones.	Puesta en marcha y gestión de la agenda de I+D+i en el ámbito nacional y territorial en coordinación con los actores de las cadenas a través de acciones y proyectos específicos que resuelvan las demandas y problemas emergentes.	Agenda dinamizada por cadena productiva y región	Número de cadenas con Agenda en marcha a nivel nacional y territorial
							Formulación, diseño y puesta en marcha de programas o proyectos de CTI, que den respuesta a las prioridades afines señaladas en los ámbitos de cadenas, regiones y áreas temáticas, que puedan ser presentados a diferentes fuentes de financiamiento.	Programas y proyectos formulados, diseñados y puestos en marcha	Número de programas y proyectos formulados, diseñados y puestos en marcha
							Promover la conformación de redes y alianzas entre los actores del sistema para adelantar programas y proyectos de CTi.	Redes y alianzas conformadas	Número de alianzas, Número de redes conformadas y en funcionamiento (medidos con indicadores específicos de relacionamiento, cohesión, etc.)
							Seguimiento y evaluación a los programas y proyectos ejecutados en el marco de la Agenda de I+D+i.	Indicadores de seguimiento y evaluación usados en los procesos de toma de decisiones y formulación de programas y proyectos.	Indicadores de resultado e impacto de los programas y proyectos (oferta tecnológica generada por demanda, resultado de la investigación por demanda, impacto generado en aumentos de productividad, competitividad, indicadores de medición del tiempo y el costo de los procesos de CTi, indicadores de tipo de beneficiarios atendidos, etc.)
				Poner en marcha un programa de I+D+i para la agricultura familiar	Prioridad 2	1. Falta de interés de las instituciones de investigación en proponer proyectos que respondan a las líneas de investigación propuestas para la Agenda de I+D+i -- 2. Falta de acuerdos en torno a la participación de la agricultura familiar en la gobernanza de la Agenda de I+D+i	Poner en marcha una línea de investigación para entender mejor la coexistencia de las diferentes formas de agricultura	Tener un diagnóstico sobre las distintas formas de integración de la agricultura familiar al mercado de bienes y de factores	Número de proyectos de investigación en marcha
							Poner en marcha una línea de investigación para medir y evaluar el desempeño de la agricultura familiar	Diseño y puesta en marcha de una batería de indicadores para medir dicho desempeño	Batería de indicadores aplicada
							Poner en marcha una línea de investigación y desarrollo tecnológico para generar conocimiento sobre nuevas prácticas de agricultura sostenible (agroecología)	Oferta tecnológica disponible para la intensificación de la agricultura vía conocimiento agroecológico	Número de ofertas tecnológicas generadas
							Apoyar a la agricultura familiar para su participación en los procesos de CTi	Participación efectiva de la agricultura familiar en procesos de CTi	Número de proyectos con dicha participación (actos administrativos que legitimen dicha participación)

Específicc	Seguridad alimentaria	1 y 2	Mejorar la calidad e inocuidad de los productos alimenticios agropecuarios y agroindustriales	Poner en marcha programas y proyectos de CTi para mejorar la calidad y la inocuidad de los alimentos	Prioridad 1	1. Falta de apoyo y coordinación por parte del ICA y el INVIMA para el desarrollo de las acciones vinculadas a esta estrategia	Realizar procesos de generación, acumulación, socialización y aplicación de conocimiento tecnológico que permita mejores prácticas de producción, manejo poscosecha, transformación de productos, diseño de empaques, fortificación, preservación de nutrientes y diversificación de funcionalidades de productos agroalimentarios, para su consumo en fresco o procesado	Nuevas prácticas y tecnologías adoptadas para mejorar la calidad y la inocuidad de los alimentos	Tipo de prácticas y tecnologías nuevas adoptadas por productos específicos y por territorios
							Desarrollar estudios sobre tendencias del mercado, hábitos y preferencias alimenticias del consumidor, estrategias productivas, herramientas de promoción y políticas, para satisfacer la demanda de nichos especializados, orientar las actividades de I+D+i y el desarrollar e implementar estrategias de educación nutricional y sanitaria	Definición de los puntos críticos en materia de calidad e inocuidad en las cadenas productivas para un mejor acceso a los mercados	Número de estudios y proyectos de investigación en marcha para resolver estos puntos críticos
Específicc	Sostenibilidad ambiental, variabilidad y cambio climático	3	Generar, acumular, socializar y adoptar conocimiento para el cambio técnico necesario en procesos de adaptación y mitigación a las causas y efectos de la variabilidad y el cambio climático	Poner en marcha proyectos que permitan mejorar el seguimiento y la comprensión de la variabilidad y el cambio climático y producir soluciones tecnológicas para la adaptación y la mitigación de sus efectos	Prioridad 1	1. El país no cuenta con los recursos humanos necesarios para la comprensión del fenómeno y desarrollar un conocimiento para su mitigación y adaptación -- 2. Falta de prioridad al tema desde las fuentes de financiamiento para la I+D+i -- 3. Inadecuada red de información a nivel nacional y regional para el seguimiento del fenómeno	Establecer la instancia interinstitucional e intersectorial entre los actores del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria y el Sistema Nacional Ambiental, para una adecuada toma de decisiones y formulación de políticas en el territorio con relación a la sostenibilidad ambiental, la variabilidad y el cambio climático.	Instancias territoriales organizadas para la toma de decisiones en sostenibilidad ambiental, variabilidad y cambio climático.	Número de instancias conformadas, planes de trabajo definidos, acciones conjuntas formalizadas
							Diseño e implementación del Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas (SAAT) de acuerdo a la heterogeneidad territorial en el marco de la variabilidad y cambio climático de los agroecosistemas.	Sistema de alertas agroclimáticas tempranas funcionando en los territorios	Tipo de información e indicadores generados por territorio para la toma de decisiones relacionadas con eventos de cambio climático
							Poner en marcha proyectos de I+D+i para una mejor comprensión de las causas del cambio climático y sus efectos en sistemas productivos específicos	Conocer las causas y los efectos del cambio climático de la mayor parte de las actividades productivas de la agricultura colombiana	Indicadores cualitativos o cuantitativos del efecto del cambio climático en usos del suelo, pisos térmicos, dinámica de plagas y enfermedades, dinámica de la biodiversidad, vinculados a sistemas productivos específicos
							Poner en marcha proyectos de I+D+i para el cambio técnico necesario para la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático (incluye tecnologías para la disminución de gases de efecto invernadero y contaminantes así como los procesos de transformación en la obtención de biocombustibles y bioenergías)	Disminuir los efectos de la variabilidad y cambio climático en la productividad de la agricultura colombiana	Indicadores cualitativos y cuantitativos de tecnologías generadas para la adaptación y mitigación de la variabilidad y el cambio climático y sus efectos sobre los sistemas productivos

Específicc	Tecnologías de la información y las comunicacione:	4	Desarrollar soluciones en TIC que contribuyan a conectar los actores del sistema y a tener mejor información para sus decisiones, a su formación y a facilitar procesos de I+D+i que respondan a las demandas del sector.	Fortalecer, desarrollar e implementar tecnologías de la información y las comunicaciones para la gestión de conocimiento y el fortalecimiento de capacidades del sistema nacional de innovación agropecuaria.	Prioridad 1	1. Inadecuado desarrollo de la conexión a internet de las zonas rurales -- 2. Inadecuada coordinación con MTIC -- 3. Inadecuada oferta de tecnologías para apoyar la actividad productiva agropecuaria y los procesos de investigación agrícola -- 4. Falta de capacidad en la demanda potencial para adoptar y hacer uso de las TIC en sus procesos productivos y de I+D	Mejorar el acceso y uso de las TIC para el cambio técnico en el sector agropecuario, ampliando la cobertura y calidad de los servicios de internet y desarrollando soluciones tecnológicas especializadas y soluciones móviles.	Cobertura de internet del 100% de las cabeceras municipales en el 2026	Número de municipios con cobertura
							Desarrollar e implementar formación virtual para los diferentes temas involucrados en el cambio técnico de la agricultura	Mejorar las capacidades de los actores del sistema.	Áreas de formación, currículos de formación, herramientas TIC generadas y cantidad de personas formadas
							Fortalecer y adaptar infraestructura tecnológica para el registro, monitoreo y transmisión de datos e información multivariable en tiempo real (agrobiodiversidad, cambio climático, producción, plagas-enfermedades, genética vegetal y animal, etc.), desde las unidades productivas a través de soluciones bigdata y cloud computing.	Incrementar en un 30% la infraestructura tecnológica para gestión de la información en tiempo real.	% de infraestructura incrementado
							Diseño e integración de soluciones tecnológicas en software para la gestión de mercados agrícolas a nivel interno, para cadenas productivas priorizadas a través de estrategias de e-marketing, e-commerce, e-business, trazabilidad de productos y cadenas de suministro inteligentes que integren operadores logísticos regulados y acompañamiento gubernamental	Soluciones tecnológicas para la gestión de conocimiento integral de procesos productivos y de comercialización	Número de soluciones tecnológicas y sus resultados (cualitativo)
							Establecer un programa de Inteligencia competitiva y Vigilancia Tecnológica con enfoque de innovación abierta y uso de TIC en el contexto territorial y sectorial que permita soportar los procesos de I+D+i hacia soluciones que respondan a las demandas de los productores	Un programa de inteligencia competitiva y vigilancia tecnológica.	Número de ejercicios de inteligencia competitiva y vigilancia tecnológica y sus resultados (cualitativo)
							Construir la línea de base de la oferta y demanda de información estratégica sectorial desde la institucionalidad adscrita y vinculada, para la priorización y articulación de requerimientos de los diferentes actores del SNCTA.	línea de base de la oferta y demanda de información estratégicas para la toma de decisiones	Una línea de base

Específicc	Acceso a recursos genéticos y propiedad intelectua	4	Mejorar la capacidad de los actores del SNCTA en materia de acceso a los recursos de la biodiversidad y propiedad intelectual para efectos de la investigación con fines agropecuarios y agroindustriales.	Fortalecer y coordinar marcos políticos y normativos flexibles, que dinamicen y regulen los procesos de acceso a recursos biológicos y genéticos y de protección de la propiedad intelectual, para impulsar el desarrollo tecnológico y la innovación del sector.	Prioridad 1	1. Persistencia de marcos legales inadecuados para el acceso oportuno de la investigación a los recursos biológicos y genéticos	Optimizar los trámites y tiempos de respuesta para la obtención de contratos de acceso a recursos genéticos y sus productos derivados y la protección del conocimiento tradicional asociado a estos.	Un sistema de trámites ágiles y simplificados para otorgar contratos de acceso a recursos genéticos	Número de requisitos. Número de pasos y tiempo para otorgar un contrato.
							Revisar y ajustar la reglamentación de carácter nacional y supranacional con el fin de garantizar el ordenamiento científico y comercial en materia de estudio, conservación, utilización y acceso de los recursos de la biodiversidad con fines de uso	Un marco normativo ajustado, aprobado y socializado	Número de marcos normativos reglamentarios. Número de socializaciones.
							Promover una reglamentación que desarrolle la colecta de los recursos biológicos para investigación con fines comerciales.	Un marco normativo aprobado y socializado	Número de marcos normativos reglamentarios. Número de socializaciones.
							Promover la adopción de instrumentos jurídicos, técnicos y financieros tendientes a garantizar la sostenibilidad, manejo y uso de los bancos nacionales de germoplasma y las colecciones biológicas, con fines de investigación o comercial.	Incrementar el número de bancos nacionales de germoplasma y colecciones biológicas con instrumentos implementados	Número de bancos nacionales de germoplasma y colecciones biológicas con instrumentos implementados
							Articular a las entidades gubernamentales que interactúan con el sector agropecuario en los procesos de bioprospección, para optimizar los requisitos, trámites y tiempos de respuesta.	Procesos de bioprospección unificados y socializados por el Sistema Administrativo Nacional de Propiedad Intelectual	Un protocolo de procesos de bioprospección. Número de socializaciones.
				Ampliar el conocimiento y la capacidad para aplicar y aprovechar los marcos normativos que consagran los derechos y deberes en materia de acceso a recursos genéticos y propiedad intelectual (PI), por parte de los actores del SNCTA. (Prioridad 2)	Prioridad 2	1. Falta de una adecuada coordinación institucional y disponibilidad de recursos financieros y humanos para llevar a cabo la estrategia	Capacitación de profesionales vinculados a entidades de investigación, desarrollo tecnológico y del sector productivo, académico y gubernamental, en los procesos de protección de la PI y el acceso a recursos genéticos (análisis de libertad de operación.	Incrementar el número de profesionales capacitados.	Número de actores participantes. Número de capacitaciones.
							Fomentar (mediante mecanismos de financiamiento adecuados e incentivos, entre otros) el escalamiento y comercialización de productos tecnológicos protegidos y no protegidos.	Aumentar el índice de innovaciones y desarrollos tecnológicos, protegidos y no protegidos, comercializados.	Número de innovaciones y desarrollos tecnológicos, protegidos y no protegidos, comercializados/millón de habitantes
							Definir incentivos que estimulen la cultura, el uso y la protección de la propiedad intelectual, al interior de las instituciones de educación superior, centros de investigación y demás entidades.	Para concretar con los actores	Para concretar con los actores
							Fortalecer el Servicio Compartido de PI (Secopi) Agro, vinculando actores relevantes, como las entidades internacionales de cooperación y los centros de investigación y desarrollo tecnológico.	Aumentar el número de alianzas, convenios, cooperación internacional por parte de SECOPI-AGRO	Número de actores vinculados Número de convenios nacionales/internacionales
							Reforzar la capacidad del ICA para cumplir con las funciones de registro, certificación, vigilancia y control de la comercialización de insumos y materiales genéticos.	Para concretar con el ICA	Para concretar con el ICA

Específicc	Gestión de conocimiento y asistenda técnica	4	Ampliar la participación de los distintos actores de las cadenas de valor en los procesos de gestión de conocimiento y de toma de decisiones involucrados en la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación	Definir la metodología y el vínculo con las instancias de decisión en materia de I+D+i y demás actores del SNCTA, para el desarrollo de sistemas territoriales de innovación.	Prioridad 1	1. Falta de una estrategia para migrar de procesos de AT lineal a procesos de gestión de conocimiento sistémicos	Construir la metodología guía para la conformación y funcionamiento de sistemas territoriales de innovación (gobernanza de los STI).	Metodología de conformación de Sistemas Territoriales de Innovación	Metodología construida
							Construir y acordar con los actores territoriales estrategias, planes de trabajo y esquemas de financiamiento para la puesta en marcha de los STI, a partir de la línea de base de alianzas interinstitucionales e intersectoriales existentes en los territorios.	Acuerdos a nivel territorial para la puesta en marcha de los STI en todos los departamentos del país	Número de acuerdos formalizados
							Conformación y puesta en marcha de los STI.	SNCTA funcionando sobre la base de STI en el país	Número de STI en funcionamiento
				Diseñar, estructurar e implementar políticas públicas que orienten la extensión y asistencia técnica agropecuaria como soporte efectivo a los procesos de innovación, con un enfoque integral y diferencial, articulando el trabajo colaborativo con los diferentes actores de los STI	Prioridad 2	1. Falta de una política y un marco normativo que facilite la ejecución de dichas estrategias	Definir la reglamentación, instrumentalización y financiamiento del servicio de extensión y AT para pequeños productores obligatoria y universal.	Servicio de AT reglamentado, instrumentalizado y financiado	Actos administrativos de reglamentación y valor de los recursos públicos invertidos
							Poner en marcha programas territoriales de capacitación a los asistentes técnicos en materia de metodologías de STI y de AT y extensión, y programas de actualización tecnológica, vinculando universidades y empresas, bajo un modelo inclusivo interinstitucional e intersectorial.	Totalidad del contingente de asistentes técnicos capacitados	Número de asistentes técnicos capacitados
							Poner en marcha progresivamente el servicio de extensión y AT en el marco de los planes de trabajo de los STI	Servicio de AT a pequeños productores funcionando en el marco de STI	Número de asistentes técnicos vinculados a cada STI
							Poner en marcha un programa de investigación para la medición del cambio técnico y la adopción de tecnología	Esquemas desarrollados para la medición del cambio técnico y la adopción de tecnología.	Programa de investigación en marcha

	Gobernanza	1, 2, 3 y 4		Definir el SNCTA como parte del SNCCTI y crear los mecanismos, instrumentos e instancias para su gobernanza	Prioridad 1	1. Falta de un marco debidamente coordinado de mecanismos y reglas de juego que permitan a los actores del sistema cumplir con sus compromisos asumidos en el PECTIA, tramitar sus iniciativas y solucionar sus controversias.	Ajustar o reglamentar el marco normativo que crea el SNCTA, en armonía con el SNCCTI	Marco normativo ajustado o reglamentado	Un instrumento de política pública para el SNCTA
							Definir las instancias de coordinación del SNCTA a nivel nacional, territorial y sus vínculos con otras instancias a nivel nacional e intersectorial.	Instancias y mecanismos de coordinación, nacionales y regionales, implementados y en funcionamiento.	Número de instancias y mecanismos de coordinación implementados
							Definir y poner en marcha las instancias y mecanismos para la gerencia y financiación del PECTIA como marco orientador del SNCTA	Instancias de gerencia y mecanismos de financiamiento definidos y formalizados.	Número de instancias y mecanismos formalizados
							Consolidar el rol y fortalecer la participación de los actores de las cadenas y sistemas productivos agropecuarios a nivel territorial, para contribuir a su integración al SNCTA y al logro de los objetivos del PECTIA	Cadenas y sistemas productivos agropecuarios a nivel territorial, contribuyendo a la integración del SNCTA y al logro de los objetivos del PECTIA	Número de cadenas y sistemas productivos involucrados en estrategias (planes, proyectos, programas, etc.) coordinadas con los entes territoriales y nacionales del SNCTA
							Definir un marco regulatorio que involucre a los fondos parafiscales y al Sistema General de Regalías en el financiamiento del PECTIA.	Instrumentos regulatorios formalizados y adoptados	Valor de los recursos ejecutados en el marco del PECTIA
							Alinear los planes de acción de las distintas instituciones vinculadas al desarrollo rural con los objetivos, estrategias y acciones del PECTIA, con el fin de focalizar sus acciones y evitar duplicación de esfuerzos.	Planes de acción de desarrollo rural alineados con los objetivos, estrategias y acciones del PECTIA	Entidades con planes de acción alineados con el PECTIA

Habilitante	Inversión y financiamientc	1, 2, 3 y 4		Lograr acuerdos de carácter político y administrativo para financiar adecuadamente el PECTIA, con el objetivo de mantener el valor de la inversión pública en ACTI en niveles cercanos a 2 % del PIBA.	Prioridad 1	1. Falta de voluntad política y de disponibilidad de recursos para un adecuado financiamiento del PECTIA -- 2. Falta de reglas de juego e incentivos a la inversión privada en I+D+i sectorial	Acuerdos políticos a nivel de la definición del PGN y de la orientación de los recursos del SGR (aumentar a un nivel del 50% el destino de los recursos del FCTI para el sector agropecuario) y de los fondos parafiscales, para lograr el objetivo de inversión pública del Plan	Inversión pública en ACTI agropecuaria a niveles cercanos al 2 % del PIBA	Valor de la inversión pública en ACTI agropecuaria como proporción del PIBA
							Revisar, ajustar y coordinar la oferta de instrumentos con la que cuenta la política de innovación del país para lograr un mejor acceso de los actores del SNCTA a dicha oferta, frente a las necesidades estratégicas del sector.	145 instrumentos revisados y número de instrumentos ajustados según su pertinencia para el sector.	Número de instrumentos revisados y ajustados, y valor de los recursos utilizados en el sector por instrumento
							Incrementar de manera progresiva los recursos de inversión en CTI agropecuaria provenientes del sector privado, hasta aumentar su participación al menos al nivel de la inversión pública.	50% de la inversión en ACTI agropecuaria estará representada por fuentes privadas	Valor de inversión privada en ACTI agropecuaria y % del total respecto al PIBA
							Ajustar el Incentivo a la Capitalización Rural - ICR como un instrumento para mejorar los niveles de inversión privada en materia de innovación.	Aumentar los recursos del ICR dirigidos a innovación	Valor de los recursos colocados a través de ICR para innovación
							Incrementar los recursos de inversión internacional en CTI agropecuaria vía la cooperación internacional e inversión privada.	Aumentar la inversión de fuentes internacionales en ACTi agropecuaria	Valor de inversión internacional en ACTI agropecuaria y % del total respecto al PIBA
							Diseñar líneas de financiamiento apropiadas para el desarrollo de empresas de base tecnológica y escalamiento de productos y temas de innovación empresarial.	Financiamiento adecuado para escalamiento de productos e innovación empresarial	Nuevas líneas de financiamiento creadas

Habilitante	Planeación, seguimiento y evaluación	1, 2, 3 y 4		Mejorar la capacidad de planeación, seguimiento y evaluación del SNCTA, a partir de un proceso basado en resultados e indicadores del orden nacional y territorial. (Prioridad 1)		1. Falta de acuerdos específicos con los ejecutores del PECTIA en materia de sus compromisos, metas y metodologías, indicadores y procesos para el seguimiento y evaluación del Plan y del SNCTA	Adoptar el Pectia y la Agenda I+D+i como marco para concertar las prioridades, orientar la inversión y la toma de decisiones de CTi agropecuaria.	90 % de los instrumentos públicos para la financiación de programas y proyectos de CTI agroindustrial adoptan el PECTIA o la Agenda Dinámica Nacional de I+D+I como condición para definir las prioridades y líneas financiables.	Porcentaje de instrumentos públicos para la financiación de programas y proyectos de CTI agroindustrial que adoptan el PECTIA o la Agenda Dinámica Nacional de I+D+I como condición para definir las prioridades y líneas financiables.
							Diseñar los indicadores y definir los procesos para la provisión de la información necesaria (por ejemplo, la encuesta de CTi del sector agropecuario) que permitan el seguimiento y la evaluación ex ante, in cursu y ex post del SNCTA y el Pectia, en armonía con los sistemas de medición e información existentes en el país.	Línea base levantada (1). Ficha técnica de los indicadores (1). Manual de procesos, instrumentos y mecanismos normalizados y aprobados (1)	Línea base levantada (1). Ficha técnica de los indicadores (1). Manual de procesos, instrumentos y mecanismos normalizados y aprobados (1)
							Generar capacidades a nivel local y nacional en los procesos que se definan para el seguimiento y evaluación del SNCTA y el PECTIA.	Al menos 3200 personas capacitadas (Para discusión con los actores)	Personas capacitadas (10 personas X dpto X año)
							Promover el uso intensivo de las TIC mediante el desarrollo, implementación y acceso a un sistema de información que fortalezca la interoperabilidad de las fuentes de datos para el seguimiento y la evaluación.	Sistema de información desarrollado e implementado a nivel nacional y regional.	Un sistema desarrollado e implementado
							Fortalecer la Plataforma Siembra como punto focal del sistema de seguimiento y evaluación del SNCTA y el PECTIA	Proyecto de inversión nacional incluido en el BPIN para fortalecimiento de la Plataforma Siembra	Un proyecto de inversión aprobado
							Establecer acuerdos con los financiadores de CTi para condicionar el acceso a recursos públicos al suministro de información, permitiendo alimentar cabalmente el sistema de seguimiento y evaluación.	Decreto expedido.	Un decreto expedido.
							Consolidar la Encuesta Nacional de CTi Agropecuaria anual a fin de garantizar información específica y continua para el seguimiento y la evaluación del SNIA y el Pectia.	Encuesta nacional de CTI agropecuaria anual	Encuesta nacional del CTI agropecuaria aplicada anualmente

	Formación de capacidades: recursos humano e infraestructura	1, 2, 3 y 4	Fortalecer la capacidad del país en CTI mediante la formación de talento humano calificado, el mejoramiento de la infraestructura científica y el desarrollo de la gestión de conocimiento en redes.	Ajustar, crear y articular incentivos orientados al fortalecimiento de las capacidades en capital humano e infraestructura del sistema nacional de innovación agropecuaria.	Prioridad 1	1. Falta de coordinación entre el sistema educativo y el de formación para el trabajo y los mecanismos de gobernanza del PECTIA	Desarrollar conjuntamente entre Colciencias y MADR instrumentos apropiados para acceder becas, pasantías de investigación, movilización de investigadores tanto nacionales como internacionales y apoyo a la investigación.	Nuevos instrumentos de incentivos creados	Número de instrumentos
							Identificar otros mecanismos de financiación que permitan complementar las apuestas del Gobierno nacional en materia de apoyo a la formación superior, como financiación del sector privado, regalías, vinculación de actividades de formación a proyectos de investigación, entre otros.	Portafolio de instrumentos complementarios de financiación	Número de instrumentos
							Mejorar el acceso de la población rural a la educación superior, fortaleciendo programas como jóvenes rurales, becas a los mejores ICFES y líneas de financiación diferenciadas a través del ICETEX y los fondos regionales , con tasas de interés y condiciones de pago preferenciales.	Líneas de financiados preferenciales a la población rural	Número de líneas de crédito
							Desarrollar incentivos para fortalecer los programas de formación y participar en las iniciativas llevadas por el MEN que permitan el aumento de la calidad y pertinencia de los programas de formación en todos los niveles.	Nuevos instrumentos de incentivos creados	Número de instrumentos
							Incrementar la vinculación de capital humano altamente calificado en el sector público, privado, IES y centros de investigación, para lo cual se plantea simplificar los trámites de convalidación de títulos extranjeros, desarrollo de estímulos tributarios, e instrumentos de apoyo para la I+D+I.	Un esquema de incentivos para la vinculación de personal calificado del sector	Número de esquemas de incentivos
							Ajustar mecanismos de condonación de deudas para los doctores y magíster formados y apoyados con recursos de la Nación a su participación y vinculación en la academia, instituciones de investigación y sector privado.	Un esquema de condonación para magíster y doctores que se reintegren al país	Número de condonaciones

Habilitante				Aumentar la capacidad del país en materia de talento humano para la CTI sectorial, teniendo en cuenta las necesidades de conocimiento derivadas de la agenda nacional de I+D+I, el avance de la ciencia y de la innovación a nivel internacional, las necesidades de formación para el trabajo interdisciplinario y las perspectivas de género.	Prioridad 2	1. Falta de coordinación entre el sistema educativo y el de formación para el trabajo y los mecanismos de gobernanza del PECTIA	Formación alto nivel : Aumentar la formación de doctores y magísteres a nivel nacional e internacional, con énfasis en programas prioritarios para el sector definidos en la agenda dinámica nacional de I+D+i teniendo en cuenta perspectivas de género.	400 PhD formados en 2026 en áreas del sector 800 Magister en 2026 en áreas del sector	Número de doctores formados Número de magíster formados
							Formación alto nivel : Aumentar el numero de tesis alineadas con las áreas prioritarias al sector, de los procesos de formación de maestría y doctorados, para lo cual se deben definir mecanismos de apoyo a las investigaciones en el marco de las becas otorgadas en el país.	100% de las tesis de beneficiados por becas de Magíster y Doctorado afines al sector	Número de tesis alineadas a las áreas prioritarias del sector
							Formación alto nivel : Fomentar la especialización del recurso humano en programas de formación cortos ofrecidos por diferentes institutos nacionales e internacionales afines al sector.	200 becas a cursos cortos para profesionales del sector	Número de profesionales becados
							Formación alto nivel : Identificar personal líder en campos estratégicos en investigación para el sector que se encuentren en fase de jubilación para definir un esquema de formación y mentoria focalizado a su relevo generacional.	40 lideres identificados y un esquema de relevo generacional	Número de líderes identificados
							Formación alto nivel : Diseñar una herramienta de “market place” para el sector, que permita documentar tanto la oferta como la demanda de becas nacionales e internacionales en áreas estratégicas para el sector.	1 Market Place desarrollado	Número de market place desarrollados
							Crear una instancia de coordinación entre el SNCTA y el Sistema Nacional de Educación en cabeza del MEN, que posibilite la generación de acuerdos intersectoriales necesarios a la orientación de los instrumentos, currículos, incentivos y estrategias necesarias al desarrollo rural y agropecuario.	1 instancia de coordinación MADR-MEN	Número de instancias de coordinación

Habilitante						Definir conjuntamente entre el MADR y el MEN un esquema de seguimiento a los lineamientos para la acción del sector educativo en las zonas rurales planteado por el MEN (cobertura, calidad, infraestructura)	1 esquema de seguimiento y evaluación a los lineamientos para la acción del sector educativo en el sector rural	Números de esquemas
						Fortalecer los programas de formación superior afines al sector con énfasis en el conocimiento de la realidad agraria del país desde sus diferentes perspectivas y el desarrollo de capacidades para apoyar, en especial, procesos de innovación y de cambio técnico.	100% programas afines al sector con registro calificado CNA (30% con registro de alta calidad)	Número de programas del sector fortalecidos
						Aumentar el manejo de la segunda lengua en el capital humano formado mediante diferentes mecanismos de apoyo y cofinanciación.	al 2026,el 100% de los egresados de programas afines al sector dominan una segunda lengua	Números de graduados afines al sector con dominio segunda lengua
						Aumentar el número de jóvenes rurales formados en sus lugares de origen, a distintos niveles de formación, logrando su vinculación laboral en beneficio de sus propias comunidades, a través de iniciativas como por ejemplo Universidad en el Campo[1] o el Proyecto Utopía[2], entre otras	al 2026,el 40% de los jóvenes rurales que acceden a la educación superior, serán formados en sus regiones de origen	Número de jóvenes rurales formados en regiones de origen
						Establecer una mesa de trabajo MADR y MEN para la definición del Marco Nacional de Cualificaciones para el sector, en un ejercicio piloto	1 ejercicio piloto para la definición del Marco Nacional de Cualificaciones para el sector.	Número de Marcos nacionales de Cualificación
						Establecer vínculos efectivos entre los sistemas de información del MEN, el SENA, Colciencias, Plataforma Siembra, Universidades y demás IES, de tal manera que sea posible el seguimiento, monitoreo de los resultados y la evaluación de efectos e impacto de los procesos de formación de capital humano con el desarrollo agropecuario y rural en el país.	5 convenios de interoperabilidad entre las instituciones	Número de convenios de interoperabilidad

Habilitante				Fortalecer, ampliar, articular y mantener la capacidad en infraestructura del sistema nacional de innovación agropecuaria, para llevar a cabo I+D+i de calidad a nivel local, regional y nacional.	Prioridad 3	1. Falta de una línea de base razonablemente completa sobre la infraestructura científica para la agricultura disponible en el país -- 2. Ausencia de coordinación para poner en marcha una red de laboratorios de apoyo a la I+D+i sectorial -- 3. Ausencia de mecanismos de financiamiento que permitan la actualización de la infraestructura y el conocimiento necesario para mejorar la capacidad	Caracterizar la infraestructura disponible en el país para la realización de I+D en el sector agropecuario en los diferentes departamentos, a través del levantamiento de una línea de base consolidada, y un sistema de información que sirva como herramienta de seguimiento de su estado y gestión en las diferentes organizaciones (CENIs, CDTs, Universidades, etc.)	1 Documento de caracterización Infraestructura I+D+i sectorial con mínimo 40% de la instituciones de I+D afines al sector	Número de instituciones de I+D caracterizadas
							Diseñar un plan de modernización y ampliación de la infraestructura nacional para I+D a partir de la caracterización resultante de la acción anterior. El plan deberá considerar mecanismos para la articulación de fuentes de financiación internacionales, nacionales y regionales, tanto públicas como privadas. Este plan también incluirá lineamientos generales para el uso compartido de infraestructura de alto desempeño para I+D financiada con recursos públicos, ampliando el acceso a diversos actores y logrando economías de escala.	1 Plan de modernización y ampliación de la infraestructura nacional para I+D sectorial	Número de instituciones de I+D contempladas en el plan
							Consolidar una red de laboratorios y equipos de alta tecnología para el sector, tanto regional como nacional.	1 Red Nacional de Laboratorios, equipos y servicios para I+D del sector	Número de laboratorios vinculados a la red.
							Fomentar la creación de unidades empresariales de I+D+I, empresas altamente innovadoras y parques tecnológicos al servicio del sector, que adicional estimule la vinculación de investigadores en el sector productivo y el desarrollo de prácticas profesionales que permitan el fortalecimiento de las competencias de los estudiantes.	5 unidades empresariales de I+D y 3 parques tecnológicos	Número de unidades empresariales Número de parques tecnológicos
				Promover una cultura en CTI basada en la participación en redes de gestión de conocimiento en el ámbito regional, nacional e internacional.	Prioridad 3	1. Bajo compromiso de todas las instituciones del sistema para la promoción de una cultura en CTI basada en la participación en redes -- 2. Bajo desarrollo de redes para la I+D+i sectorial	Desarrollar convocatorias públicas destinadas para el desarrollo de actividades de I+D+I, fortalecimiento de grupos y centros de investigación articuladas con las necesidades de la agenda nacional de I+D+I; que promuevan el trabajo en red, la interdisciplinariedad entre las actores del sector y la articulación con actores internacionales.	100% de las convocatorias públicas orientadas a la Agenda Nacional de I+D+i, y con especificación de trabajo colaborativo	Número de convocatorias públicas
							Desarrollar un programa de fortalecimiento de capacidades de las instituciones regionales, bajo esquemas cooperación.	1 Programa de fortalecimiento para la asociatividad en el ámbito regional	Número de instituciones regionales beneficiadas
							Afianzar programas como Ondas, Jóvenes Investigadores, Semilleros y Nexo Global a nivel regional, garantizando la cobertura a todo el país y pertinencia en las necesidades del sector, con el fin de fortalecer las instituciones regionales.	1 Programas de Ondas, Jóvenes Investigadores, Semilleros y Nexo Global aprobados por departamento	Número de programas aprobados

Objetivos estratégicos:
OBJETIVO 1: Incrementar la productividad y competitividad de los sistemas productivos agropecuarios mediante el cambio técnico, apoyado por actividades de I+D+i, orientadas por las demandas del sector productivo y del mercado.
OBJETIVO 2: Contribuir a mejorar la seguridad alimentaria mediante actividades de I+D+i, enfocadas en la calidad e inocuidad de los productos agropecuarios y agroindustriales.
OBJETIVO 3: Promover el desarrollo de sistemas productivos ambientalmente sostenibles, para la conservación y manejo adecuado de los recursos naturales.
OBJETIVO 4: Fortalecer las capacidades del sistema, algunos marcos normativos, el capital social y el relacionamiento de los actores, para el cambio técnico y la generación de valor a través de la gestión del conocimiento en redes, mejoramiento del talento humano y de la infraestructura científica y mecanismos de gobernanza adecuados, financiación suficiente y evaluación y seguimiento continuo.