Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario

Capacidad científica y tecnológica del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) en Colombia

Carlos Alberto Contreras Pedraza
Claudia Patricia Uribe Galvis

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario

Capacidad científica y tecnológica del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) en Colombia

Carlos Alberto Contreras Pedraza
Claudia Patricia Uribe Galvis

AGROSAVIA
EDITORIAL

Mosquera, Colombia, 2021

Contreras Pedraza, Carlos Alberto
Capacidad científica y tecnológica del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) en Colombia / Carlos Alberto Contreras Pedraza y Claudia Patricia Uribe Galvis – Mosquera (Colombia): AGROSAVIA, 2021.

96 páginas (Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario)
Incluye mapas, gráficos, tablas
ISBN E-book: 978-958-740-471-5

1. Ciencia 2. Tecnología 3. Innovación agrícola 4. Investigación 5. Desarrollo rural. I. Uribe Galvis, Claudia Patricia.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)
Sede Central. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera. Código postal 250047, Colombia.

Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario

Fecha de recepción: 8 de octubre de 2019
Fecha de evaluación: 24 de abril de 2020
Fecha de aceptación: 20 de enero de 2021

Publicado: junio de 2021

Preparación editorial
Editorial AGROSAVIA
editorial@agrosavia.co
Editora: Liliana Gaona García
Corrección de estilo: Nathalie De la Cuadra N.
Diagramación: María Paula Berón R.

DOI: https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7404715

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
http://www.agrosavia.co

Citación sugerida: Contreras Pedraza, C. A., & Uribe Galvis, C. P. (2021). *Capacidad científica y tecnológica del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) en Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7404715

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Los autores 11

Introducción 13

Capítulo I

Políticas e incentivos para la formación de capacidades para el sector agropecuario 19

Antecedentes del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria 19

Marco normativo de la educación en Colombia 20

Iniciativas de fomento a la educación rural y agropecuaria 22

Capítulo II

Educación rural y agropecuaria 31

Caracterización del sector rural colombiano 31

Educación rural 33

Colegios rurales y agropecuarios 36

Principales problemáticas de los colegios rurales y agropecuarios 39

Capítulo III

Formación técnica, tecnológica y para el trabajo en el sector 45

Formación para el trabajo 45

Formación técnica y tecnológica en el sector agropecuario 46

Capítulo IV

Formación en educación superior para el sector 51

Programas de formación superior 2020 51

Matriculados afines al sector en instituciones de educación superior 2014-2018 54

Graduados afines al sector en instituciones de educación superior 2001-2018 56

Ingresos promedio de egresados en los programas afines al sector 59

Capítulo V

Capacidades de investigación, desarrollo e innovación del sector agropecuario 65

Instituciones de investigación, desarrollo e innovación del sector agropecuario 65

Grupos de investigación 66

Personal dedicado a la investigación y al desarrollo en el sector 68

Becas e incentivos para jóvenes investigadores, maestrías y doctorados 77

Centros de investigación, beneficios tributarios y proyectos financiados por Colciencias 80

Disciplinas identificadas para atender la Agenda Nacional de I+D+i 81

Capítulo VI

Conclusiones y retos para la educación rural y agropecuaria del país 85

Referencias 89

Lista de figuras

Figura 1	Distribución por tipología y estado de colegios en Colombia, 2019	36
Figura 2	Distribución por tipología y estado de colegios agropecuarios en Colombia, 2019	38
Figura 3	Distribución programas de formación técnica laboral afines al sector, 2019	46
Figura 4	Distribución programas de formación técnica y tecnológica afines al sector, 2019	47
Figura 5	Programas de formación activos afines al sector ofertados para el sector, 2020	52
Figura 6	Principales instituciones con programas de formación para el sector, 2020	52
Figura 7	Principales núcleos básicos de conocimiento en programas de maestría y doctorado	54
Figura 8	Graduados por departamento, nivel y núcleos básicos de conocimiento afines al sector agropecuario, 2001-2018	58
Figura 9	Distribución geográfica de las instituciones de investigación, desarrollo e innovación afines al sector	66
Figura 10	Grupos de investigación afines al sector agroindustrial por institución y categoría, 2018	67
Figura 11	Evolución de investigadores del sector EJC, 2001-2016	69
Figura 12	Publicaciones por país en las áreas de agricultura y ciencias biológicas, 2006-2018	74
Figura 13	Publicaciones promedio por investigadores EJC del sector por país en las áreas de agricultura y ciencias biológicas, 2006-2018	74

Figura 14 Análisis de las publicaciones de los institutos nacionales de innovación agropecuaria, 2006-2018 75

Figura 15 Análisis de las publicaciones principales de investigación a nivel nacional en el sector agropecuario, 2006-2018 76

Figura 16 Jóvenes investigadores en el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología agropecuaria (PNCyT), 1995-2016 77

Figura 17 Demandas de la Agenda Nacional de I+D+i del sector por área temática. 82

Lista de tablas

Tabla 1	Distribución de colegios rurales por departamento, 2019	37
Tabla 2	Distribución de colegios agropecuarios por departamento, 2019	38
Tabla 3	Modelos educativos flexibles impulsados por el PER	41
Tabla 4	Estudiantes afines al sector matriculados por nivel, 2014-2018	55
Tabla 5	Estudiantes afines al sector matriculados por núcleos básicos de conocimiento, 2014 y 2018	56
Tabla 6	Ingresos promedio graduados del sector (PU, MSc y PhD) por núcleos básicos de conocimientos, 2016	60
Tabla 7	Ingresos promedio graduados del sector por nivel de formación y núcleos básicos de conocimiento, 2016	61
Tabla 8	Ingresos promedio graduados del sector por nivel de formación, núcleos básicos de conocimiento y género, 2016	62
Tabla 9	Recursos humanos por instituto nacional de innovación agropecuaria y formación	70
Tabla 10	Becas, créditos y becas-crédito para maestría y doctorado, 2007-2016	78
Tabla 11	Listados de CDT y centros de investigación reconocidos para el sector	80

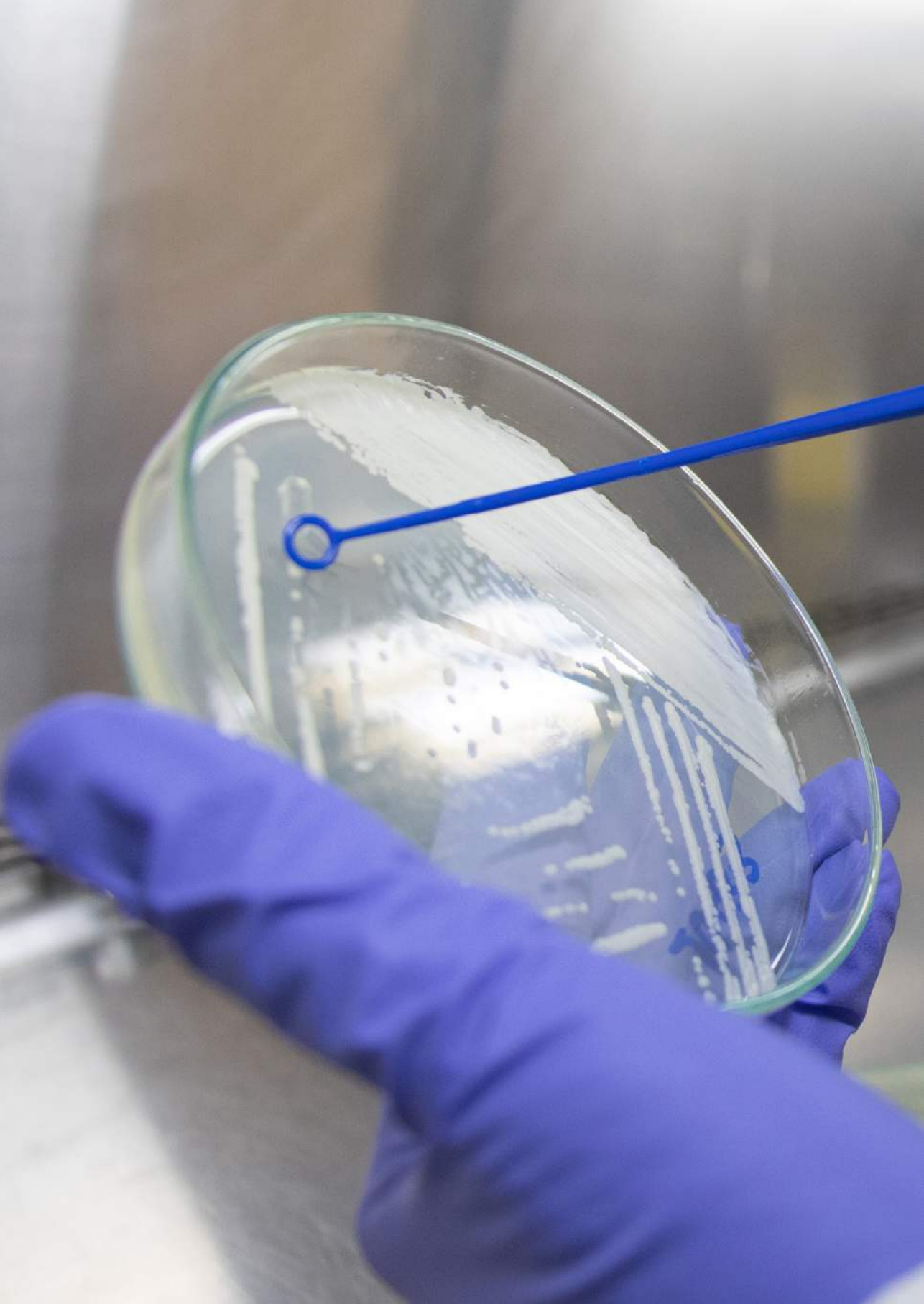
Los autores

Claudia Patricia Uribe Galvis
Correo: curibe@agrosavia.co

Zootecnista de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, con maestría en Desarrollo Rural de la Pontificia Universidad Javeriana. Ha trabajado como especialista del Fondo Concursal del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y como coordinadora del proyecto Transición de la Agricultura. Fue coordinadora del Observatorio Siembra, sistema de información de ciencia, tecnología e innovación. Actualmente es jefe del Departamento de Articulación Institucional de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Carlos Alberto Contreras Pedraza
Correo: calcontreras@agrosavia.co
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7138-2147

Ingeniero Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, con maestría en Ingeniería Agrícola de la misma universidad. Tiene experiencia investigativa en áreas de gestión tecnológica, inteligencia tecnológica, vigilancia tecnológica, competitividad y encadenamiento productivo. Ha participado en la ejecución de proyectos para el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial (Cotecmar), la Universidad Tecnológica de Bolívar, el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT), entre otros. Actualmente se desempeña como investigador máster y coordinador de Inteligencia Científica de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).



Introducción

La ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) proveen desarrollo y crecimiento económico, social, ambiental y cultural. Para utilizar esta vía, se necesita una política de Estado que incremente la capacidad de generar y aplicar conocimiento científico y tecnológico. Las actividades de CTI están soportadas por factores como los servicios científicos y tecnológicos, por la administración y otras actividades de apoyo, y los aspectos relacionados con la formación y capacitación científica y tecnológica para asimilar, transformar, desarrollar, usar, generar y distribuir conocimientos.

La oferta en capital humano altamente calificado es esencial para incentivar los procesos de innovación y de generación de conocimiento en distintos sectores y, por ende, para articular los esfuerzos del Sistema de Educación Superior y del Sistema Nacional de Innovación (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología [OCyT], 2011). Adicional al recurso humano, es necesario fortalecer la infraestructura requerida para la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i), así como las capacidades, organizativas, tecnológicas y estructurales, las cuales, de acuerdo con Bueno et al. (2002), confieren valor a las actividades de I+D+i de la organización. El sector agroindustrial colombiano ha venido desarrollando y apropiando diferentes instrumentos para el direccionamiento estratégico durante las últimas décadas, en los que la CTI ha ocupado un lugar específico en las políticas y acciones llevadas a cabo para tal fin.

En 2017, por medio de la Ley 1876, se creó el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA), con el fin de soportar los procesos de innovación del sector y construir estrategias que fortalezcan las capacidades en CTI del sector. Para esto, es necesario, conocer y analizar la situación actual de la educación en

el sector agropecuario en todos los niveles de formación y con las capacidades en ciencia y tecnología con las que cuenta, con el fin de brindar información actualizada a los tomadores de decisión y luego definir estrategias para el sector. Por esto, el presente documento elaborado por el observatorio del SNIA[1] tiene como objetivo consolidar la información recopilada de las diferentes fuentes oficiales de información, revisión documental y la aplicación de encuestas a las principales instituciones de CTI agropecuarias para conocer la situación actual de las capacidades en CTI del sector.

El documento está divido en seis secciones: en la primera, se muestra un análisis de las diferentes políticas y de los incentivos con los que ha contado el sector agropecuario en Colombia; en la segunda, se analiza la situación de la educación básica y media, haciendo énfasis en el sector rural con enfoque en el agropecuario; en esta sección, se hace una caracterización de las capacidades con las que cuenta el sector rural, en relación con el recurso humano formado, y se presentan las brechas entre el sector rural y urbano en Colombia. En la tercera, se expone el estado de la educación técnica laboral, técnica y tecnológica para el sector, y se identifican las principales instituciones y las áreas en las que se enfocan. En la cuarta, se muestra la información de la educación superior (universitario, especializaciones, maestría y doctorado), en la que se describen programas de formación afines, matriculados y graduados por nivel y área de conocimiento a nivel departamental y por género. En la quinta, se hace un análisis de las capacidades en I+D+i, en el cual se presentan las instituciones de I+D+i identificadas en el país afines al sector, así como grupos de investigación e investigadores, lo que permite tener una referencia para hacer comparaciones con referentes regionales. Esto se complementa con los resultados de la encuesta nacional de CTI agropecuaria[2] y con la información de apoyos y

[1] El observatorio del SNIA fue creado en 2011 por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) con el objetivo de brindar soporte al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA), y mediante la Ley 1876 se formalizó el nombre de Observatorio del SNIA con la entrada en vigor de dicha ley. El observatorio es administrado por el Departamento de Articulación Institucional de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y ha realizado el acompañamiento estratégico al sector para el desarrollo y la implementación de ejercicios piloto, encuestas y metodologías para la gestión de información en CTI y construcción de indicadores, tanto nacionales como regionales, con los que se espera consolidar los procedimientos de monitoreo y evaluación del SNIA. Actualmente son los administradores de la plataforma Siembra.

[2] En su primera versión, la encuesta la llevó a cabo AGROSAVIA con la colaboración del programa Agricultural Science and Technology Indicators (ASTI) del International Food Policy ResearchInstitute (IFPRI), y el OCyT. Así, a partir de la iniciativa de AGROSAVIA y con el ánimo de dar continuidad al ejercicio, entre 2014 y 2017 se implementaron cuatro operativos nacionales, los cuales han ido acopiando y posicionando información pertinente para el direccionamiento del sector.

beneficios otorgados a centros de investigación, información de becas y créditos, referentes internacionales y una síntesis de las necesidades de formación en el país, en función de las áreas temáticas identificadas en el proceso de actualización de la Agenda Nacional de I+D+i agropecuaria. Finalmente, en la sexta sección, se dan las principales conclusiones de la información analizada y los retos importantes identificados para el sector.

Para la construcción del presente documento, se partió de la información recopilada en el accionar del observatorio del SNIA para la consolidación de indicadores de CTI agropecuaria, la revisión y el análisis de diversos documentos sectoriales, y de la consulta y el análisis de las bases de información del Ministerio de Educación Nacional (MEN) y del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias). En la sección de políticas e incentivos para la formación, se revisaron las normas, las leyes, los decretos y los planes de desarrollo de los últimos años, en los que se abordaba el tema de educación en el país. Para esto, se consultaron y descargaron los documentos de las páginas del MEN, del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), del Departamento Nacional de Planeación (DNP), de la Presidencia de la República, entre otros.

En la sección de análisis de la educación rural y agropecuaria, se revisaron las principales fuentes relacionadas con la situación actual de las zonas rurales del país, entre las que se encuentran documentos del MEN, estudios previos, bases de datos del sector educativo como el Sistema Integrado de Matrícula (SIMAT), el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), el Sistema de Información de Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano (SIET), y el Sistema de Información Nacional de Educación Básica y Media (SINEB). También se consultaron las bases del Banco Mundial, del Departamento Nacional de Estadística (DANE) y los resultados del Censo Nacional Agropecuario 2014. Esta revisión fue complementada con el estudio de documentos elaborados para el sector por instituciones como el DNP, la Presidencia de la República, el MEN, entre otros, y la consulta de las principales leyes y decretos que cobijan el sector educativo.

Para las secciones tres y cuatro, se analizaron los datos de egresados en el país de los programas de pregrado y posgrado, y la información de los ingresos promedio de los egresados del sector[3]. Para esto, se consolidó la información que reporta el MEN a partir del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES)[4] y el Observatorio Laboral para la Educación (OLE)[5], de donde se extrajo la información de los graduados para el sector en las instituciones de educación superior (IES), incluido el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA); se analizó únicamente a nivel nacional. Asimismo, se determinaron los programas de formación de pregrado y posgrado ofertados por las IES, que están relacionados con los núcleos básicos de conocimiento (NBC) afines al sector, con corte en diciembre de 2018. Finalmente, se consultaron y analizaron los ingresos promedio de los egresados en los NBC afines. Los NBC que se consideraron surgen de la revisión de los más de 20.000 programas registrados en el país, de los cuales se seleccionaron aquellos con afinidad al sector agropecuario. Así, se identificaron programas de los NBC de agronomía, veterinaria y zootecnia; programas de ingeniería agrícola, agronómica, agroindustrial, ambiental, de alimentos, forestal, pecuaria, sanitaria y afines; programas de áreas trasversales como administración, ciencias sociales, entre otros. Sobre los programas seleccionados se analizaron los datos de graduados y matriculados por nivel de formación, NBC, departamento y género.

Para la quinta sección, correspondiente a las capacidades nacionales de I+D+i, se consultaron diferentes fuentes, de acuerdo con el tipo de información requerida. Para grupos de investigación y personal dedicado a actividades de CTI, se tomaron como fuentes los indicadores reportados por el OCyT, y esto se complementó con una revisión de los datos de la plataforma ScienTI[6] - Colombia y la plataforma Siembra[7]. Así, se consolidó la información para el sector, con información de la ubicación del grupo en cada región del

[3] El nivel académico de pregrado incluye los niveles de formación técnica profesional, tecnológica y universitaria; en posgrado se incluyen los niveles de formación de especialización, maestría y doctorado.

[4] Información relacionada con las instituciones y programas académicos aprobados por el MEN (véase: www.mineducacion.gov.co/snies).

[5] Sistema de información del Observatorio Laboral para la Educación (véase: www.graduadoscolombia.edu.co).

[6] ScienTI es un repositorio diseñado en Brasil en el cual se registra la información de los investigadores, de los grupos de investigación y de las instituciones que hacen parte del SNCTA. La plataforma ScienTI es administrada por Colciencias.

[7] Como caso particular del sector, se ha desarrollado la plataforma Siembra (véase: www.siembra.gov.co), herramienta de gestión de conocimiento y soporte de 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 SNIA.

país, la clasificación de las líneas de investigación, de acuerdo con las áreas temáticas y los productos del sector agropecuario en los que se enfocan las investigaciones, las cadenas productivas en las que trabajan los grupos, entre otros. Para la información de becas y créditos otorgados y apoyos a los centros de desarrollo tecnológico (CDT) y centros de investigación del sector, se tomó la información reportada por parte de Colciencias en sus boletines estadísticos. De la plataforma Siembra se obtuvieron, además de la información de grupos, los datos de instituciones de ciencia y tecnología, la información de capacidades reportada por los actores como parte del proceso de construcción de la Agenda Nacional de I+D+i[8] y la Encuesta CTI-SNIA[9]; del OCyT, la información de becas en el exterior en los programas afines, y del Icetex, la información de becas, programas ofrecidos y políticas y programas para el sector.

En la sección seis, se consolidan las conclusiones del documento y se plantea una serie de retos y desafíos para el sector a partir de la información que fue recopilada, procesada, depurada y analizada para contar con información de CTI sectorizada, la cual en muchos casos estaba agregada o sin contemplar todas las áreas del sector; de esta forma, se busca generar comparaciones e identificar brechas en el sector que permitan la generación de estrategias y acciones encaminadas a solventar las problemáticas identificadas, y aportar a la construcción de una línea base sólida que genere acciones para su monitoreo y evaluación. Todas estas fuentes revelan un importante grado de desarticulación entre los sistemas que utilizan para la construcción y consolidación de la información, lo que representó un importante reto para el equipo, pero al mismo tiempo complejo y difícil para la obtención de información confiable.

[8] La información de la Agenda Nacional de I+D+i, capacidades, entre otros, pueden consultarse en www.siembra.gov.co.

[9] La encuesta nace en 2014 como un mecanismo para dar respuesta a diferentes necesidades de articulación e información, tendiente a la consolidación de un modelo de seguimiento y evaluación eficiente para la gestión del SNIA e impulsar la competitividad del sector.

Capítulo I

Políticas e incentivos para la formación de capacidades para el sector agropecuario

En esta sección, se presentan los antecedentes de la conformación del SNIA en Colombia; posteriormente, se describe en detalle el marco normativo de la educación en todos los niveles de formación y finalmente se muestran las principales iniciativas de fomento y apoyo a la educación rural y agropecuaria que se identificaron en el país.

Antecedentes del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria

La Ley 607 de 2000 es una de las principales leyes en CTI para el sector agropecuario y por la cual se creó el SNCTA, que estuvo soportado por lineamientos de los Planes Nacionales de Desarrollo 2010-2014 y 2014-2018 para el desarrollo y fortalecimiento del sistema; posteriormente, con la expedición de la Ley 1876 de 2017, se creó el SNIA y se dictaron nuevas disposiciones con el fin de soportar los procesos de innovación del sector. Esta ley se generó en el marco de la implementación del punto 1 de la Reforma Rural Integral prevista en el *Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera*, y el cual está orientado hacia el fortalecimiento de modelos productivos basados en la implementación de procesos de innovación agropecuaria y fomento de la agroindustria a gran escala, mediante componentes de investigación, extensión, formación y la protección de la propiedad intelectual de las tecnologías. El SNIA está compuesto por subsistemas, planes estratégicos, instrumentos de planificación y participación, plataformas de gestión, procedimientos para su implementación, así como mecanismos para su financiación, seguimiento y evaluación (Corpoica et al., 2016).

El SNIA está integrado por tres subsistemas: de investigación y desarrollo tecnológico agropecuario, de extensión agropecuaria y de formación y capacitación para la innovación agropecuaria. Este último está definido como el "conjunto de políticas, instrumentos y actores, así como las relaciones que estos promueven, para coordinar la planificación, implementación, financiación y evaluación de las acciones de formación y capacitación que impacten directamente el proceso de I+D+i en el sector agropecuario" (Ley 1876 de 2017). Asimismo, tiene como objetivo velar por la calidad y pertinencia de los programas de formación y capacitación encaminados a crear competencias para la investigación, el desarrollo tecnológico, la extensión agropecuaria y la innovación. Para esto, es necesario contar con un análisis de las capacidades actuales que tiene el sector, razón que motivó el desarrollo del presente documento. A continuación, se expone una síntesis del marco normativo de la educación en Colombia y los principales programas y las estrategias de promoción de la educación que ha tenido el país.

Marco normativo de la educación en Colombia

En el marco de la Constitución Política de Colombia de 1991, la educación es considerada un derecho fundamental para niños, jóvenes y adultos que habitan las zonas urbanas y rurales del país, sin importar su condición de etnia, género, posición socioeconómica, cultura o creencias religiosas. La educación garantiza la inclusión social y productiva a través de la formación de capital humano y capital social; una disminución de la brecha en la educación en el campo mejoraría la calidad de vida del campesino. Para esto, se han formulado diferentes acciones por parte del Gobierno nacional, como las mencionadas en los Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2014-2018 y el PND 2018-2022, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos de aumentar la cobertura y calidad de la educación en el país (DNP, 2015a, 2019).

El Consejo Nacional de Educación Superior (CESU, 2014) plantea que los diferentes niveles y las modalidades de educación en el país tienen un marco normativo complejo e insuficiente, lo que ha llevado a que los procesos, los responsables y los objetivos no estén alineados con un propósito común. Esto se ve reflejado, según el MEN (2015), en la falta de una ley única para el sistema de educación nacional, y en la desarticulación entre entidades del Gobierno e instituciones centrales como: Instituto Colombiano para

la Evaluación de la Educación (Icfes), Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (Colciencias, ahora MinCiencias), SENA, MEN, Ministerio de Trabajo, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT), Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior (Icetex), entre otros. Por otro lado, el SENA no depende del sistema del MEN y solo recientemente se asimila a una IES.

Dentro de las principales leyes que cobijan la educación en Colombia se encuentra la Ley 115 de 1994 que, según el MEN (2015), estableció lineamientos sobre la educación campesina y rural, que corresponden a las condiciones vigentes en la época de su aprobación y que actualmente se encuentran descontextualizadas de la situación actual del sector. Otro de los resultados de esta ley fue la reestructuración de las instituciones educativas, que condujo a la decisión de asociar sedes y constituir otras instituciones; esto llevó a la centralización y de esta manera se perdió el contacto con las zonas rurales. Lo anterior les abrió posibilidades a los jóvenes rurales para continuar en el sistema; sin embargo, hubo pérdida del sentido de pertenencia por parte de las comunidades al ver que la institución pasó a ser sede de un colegio urbano.

Además de estas dificultades, el MEN (2001) identificó una debilidad en la capacidad institucional de los municipios: a pesar de las diferentes estrategias de expansión de la cobertura y la descentralización que se pusieron en marcha en el país —por ejemplo, trasladar la responsabilidad de preparar los planes educativos a los municipios e instituciones educativas—, se evidenció una baja capacidad para asumir esta misión en la mayoría de los casos. Por esta razón, el MEN diseñó el programa de fortalecimiento de la cobertura con calidad para el sector educativo rural (Proyecto de Educación Rural [PER]), el cual se implementó desde 2009 como parte de las acciones que adelanta el MEN para mitigar los problemas que afectan la cobertura y la calidad educativa en zonas rurales. Las acciones se orientan al desarrollo de procesos de formación y acompañamiento a los docentes, que les permitan mejorar la calidad y pertinencia de sus prácticas, y al diseño y a la implementación de estrategias que faciliten el acceso de los jóvenes rurales a la educación (MEN, 2013).

Iniciativas de fomento a la educación rural y agropecuaria

En esta sección, se mostrarán diferentes iniciativas, programas y estrategias enfocadas en la educación rural en Colombia, las cuales han sido desarrolladas por diferentes instituciones. Así, se hace referencia al Plan Nacional Decenal de Educación 2006-2016 (MEN, 2008b), en el cual el Gobierno nacional planteó para la educación de niños y jóvenes rurales siete apuestas: 1) fortalecimiento de la educación para la primera infancia en zonas rurales; 2) fortalecimiento de los procesos lectores y escritores; 3) asignación equitativa de recursos; 4) acceso, pertinencia y permanencia en el sistema educativo; 5) creación de modelos educativos flexibles; 6) fortalecimiento e incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación rural, y 7) profesionalización del docente en los contextos rurales.

También se identificó la iniciativa de Movilización Nacional para el Desarrollo de la Educación Superior, llevada a cabo en 2000 por el MEN y el Icfes. La movilización fue un esfuerzo de gestión participativa, con el fin de recoger diferentes puntos de vista y formular una política de largo plazo para la educación superior (MEN e Icfes, 2001). Esta iniciativa, junto con las políticas educativas del Gobierno nacional, planteó las siguientes estrategias: 1) financiar estudiantes de menores ingresos a partir de créditos educativos del Icetex y subsidios; 2) la desconcentración y la descentralización de la oferta educativa mediante la creación los Centros Regionales de Educación Superior (CERES), el fomento de la educación técnica profesional y tecnológica, la educación virtual (*e-learning*) y la educación superior, y 3) aumento de la cobertura en las IES mediante recursos de apoyo y fomento a la permanencia y la graduación de los estudiantes (MEN, 2010).

Los resultados de estas acciones fueron que entre 2002 y 2010, según el MEN (2010), el Icetex incrementó sus préstamos, pues se registró un crecimiento anual del 18,9 %, y se pasó de $65.218 millones desembolsados en 2002 a $259.269 en 2010. Adicionalmente, se desarrolló el "Proyecto de fortalecimiento a la educación técnica y tecnológica" (Conpes 3360 de 2005), el cual apalancó un crédito con la Corporación Andina de Fomento (CAF) y la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) por 35 millones de dólares. Este proyecto buscaba generar: 1) 30.000 cupos en educación

superior; 2) articular a 80.000 jóvenes de educación media con la educación superior; 3) fomentar 40 alianzas estratégicas regionales para mejorar la calidad de la oferta de programas técnicos profesionales y tecnológicos; 4) mejorar la calidad y pertinencia de la educación en 30 CERES, y 5) apoyar el proceso de descentralización de las IES.

Además, el Gobierno nacional invirtió $27.000 millones entre 2003 y 2010 para la operación y el funcionamiento de los CERES, lo cual fue complementado con aportes de recursos físicos y financieros de los departamentos y los municipios beneficiarios. Por su parte, el sector productivo participó poniendo a disposición laboratorios y espacios para prácticas académicas y dando orientación sobre las necesidades de formación de profesionales en las zonas. A corte de 2010 se constituyeron 164 CERES que, en 2009, tenían 30.380 estudiantes matriculados en 31 departamentos y 535 municipios del país (MEN, 2010).

Junto a estas iniciativas, el MADR desarrolló el Programa para la Formación y Desarrollo del Joven Rural Nacional, en alianza con el Icetex, para incentivar a los jóvenes del sector rural menores de 26 años y que cumplieran los requisitos definidos por el MADR a que adelantaran sus estudios de educación superior o técnica en programas de ciencias agropecuarias, con una financiación hasta en un 100% del valor de la matrícula, del cual el 75% era condonable una vez terminada exitosamente la carrera (MADR, 2013). Este programa se creó desde 2009, y por medio de un convenio entre el MADR y el Icetex, desde 2010 hasta 2015, el Gobierno asignó $58.000 millones, con lo cual benefició a 2.742 jóvenes en carreras técnicas, tecnológicas y profesionales del campo. En 2014, se aprobaron 755 solicitó: 50,5% de mujeres y 49,5% de hombres; las principales carreras a las que se solicitó aplicación fueron Ingeniería Ambiental con el 35,5%, Ingeniería Agronómica con el 8,9% y Tecnología en Producción Animal con el 7,8%.

Respecto al origen de los jóvenes rurales beneficiados, el departamento de Santander es el primero con el 18,3% de los beneficiados en 2014, seguido de Magdalena con el 11% y de Risaralda y Valle del Cauca con el 9,3% cada uno. En el departamento de Santander, el 57% de los beneficiarios son mujeres, en Magdalena el 37,5%, en Risaralda el 32% y en el Valle del Cauca el 45%. Este fondo tuvo su última convocatoria con el Icetex en diciembre de 2016.

Otra de las iniciativas que se han gestado para el sector es el proyecto Campo UNAD, de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), el cual busca incentivar los procesos de construcción de paz y generar aprovechamiento de las tierras en las comunidades de las zonas rurales del país. El proyecto plantea la formación desde la alfabetización desde la primaria hasta el nivel profesional, el desarrollo de propuestas relacionadas con el ambiente social y educativo, y una estrategia productiva. El proyecto espera vincular a más de 16 millones de colombianos durante 50 años en los diferentes programas que tiene la universidad para la formación en el sector (*El Tiempo*, 2016).

Otra de las iniciativas son las Universidades de Paz, que son un programa lanzado en 2016 por el Gobierno nacional, en alianza con siete instituciones públicas acreditadas en alta calidad, entre las que se encuentran la Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Cartagena, Universidad del Valle, Universidad de Caldas, Universidad de Antioquia, Universidad del Cauca y Universidad Tecnológica de Pereira. De acuerdo con Celis (2016), el propósito del Gobierno era beneficiar a 1.000 jóvenes gracias a una inversión de $17.500 millones. El objetivo del programa estaba enfocado en mejorar el acceso a la educación superior de los colombianos que habitan en zonas afectadas por el conflicto armado. El programa proponía que las universidades desplazaran sus docentes a los cascos urbanos de las regiones de Cauca, Valle del Cauca, Risaralda, Putumayo, Antioquia, Caldas y Bolívar durante los dos primeros años del programa académico; además, ofertaba ingenierías, ciencias puras y alimentos, y carreras agropecuarias como agronomía, agroindustrial, agrícola y ambiental. Una vez cumplido el tiempo, el estudiante continuaría su proceso en la sede principal de la respectiva institución a través de una beca administrada por Icetex, con la condición de culminar los estudios.

Otro de los programas es el Fondo de Reparación para el Acceso, Permanencia y Graduación en Educación Superior para la Población Víctima del Conflicto Armado. Este es un fondo administrado por el Icetex, pero que está constituido por el MEN, la Secretaría de Educación de Bogotá y la Alta Consejería para los Derechos de las Víctimas, la Paz y la Reconciliación, y fue lanzado en mayo de 2019. Está dirigido a las víctimas, incluidas en el Registro Único de Víctimas (RUV) o reconocidas como tales en los procesos de Restitución de Tierras o de Justicia y Paz, que quieran realizar estudios

universitarios, tecnológicos o técnico-profesionales; consiste en créditos 100 % condonables (Icetex, 2019). De estos últimos programas no se han reportados resultados de su implementación en las fuentes consultadas.

Adicional a esto, según el MADR (2013), también están los emprendimientos productivos, que son una estrategia del MADR con el MEN, dentro de los cuales se destacan: Jóvenes en educación media, que ofrece la oportunidad de implementar ideas de negocio a través de un proyecto productivo y Jóvenes en educación superior (CERES e institutos técnicos y tecnológicos [ITT]), la cual es estrategia de fomento al desarrollo empresarial a estudiantes o grupos asociativos a estos, a través de las unidades de emprendimiento de las IES y por medio del apoyo a proyectos productivos del sector rural que tengan oferta académica relacionada con el sector agroindustrial o rural. Si bien estas acciones parecen un mecanismo interesante, no se conocen cifras sobre los resultados alcanzados en su implementación.

Con el SENA existe el programa Apoyo al Desarrollo de Emprendimientos Productivos, el cual asesora la elaboración de planes de negocios de las unidades productivas del programa Jóvenes rurales emprendedores, por medio de la convocatoria del Fondo Emprender. Esta estrategia promueve nuevos emprendimientos en jóvenes rurales que tienen entre 16 y 35 años, que pertenecen a niveles 1, 2 y 3 del Sisbén, y poblaciones vulnerables sin límite de edad; así, se gestiona la creación de unidades productivas rurales (Procasur & Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola [FIDA], 2014). De acuerdo con el SENA (s. f.), la metodología de ejecución del programa Jóvenes rurales emprendedores se basa en la formación por proyectos en los que se identifican las demandas y potencialidades planteadas en los planes de desarrollo municipales y regionales, junto con las cadenas productivas con potencial para el desarrollo de la región.

El programa Jóvenes Rurales inició en 2003 con 4.972 cupos en 168 municipios y tuvo una inversión de 5.000 millones de pesos. En diciembre de 2009, se ofertaron 257.069 cupos en 1.099 municipios del territorio nacional y se conformaron 6.683 unidades productivas, con una inversión de 60.000 millones de pesos. Este programa ha financiado con recursos del Fondo Emprender a más de 227 unidades, con un monto superior a los 10.000 millones de pesos (SENA, s. f.).

Otras de las iniciativas identificadas fueron el Proyecto Transición de la Agricultura (PTA) y los proyectos de regalías para el fortalecimiento de las capacidades, ya que estos han canalizado recursos para infraestructura para investigación, formación de recurso humano y adquisición de equipos de investigación. Se han encontrado 76 proyectos de regalías afines al sector, de los cuales 24 plantean formación de 181 personas (103 magísteres, 57 profesionales, 20 doctores y un posdoctor); adicionalmente, se hallaron 21 proyectos de formación en diferentes áreas, incluidas las afines al sector, que plantean la formación de 2.731 personas. En este grupo, no es posible discriminar cuántas personas son para el sector.

El Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación Agropecuaria (Pectia) planteó en 2016 estrategias encaminadas a la mejora de la productividad y competitividad del sector. Para esto, se deben considerar las condiciones de formación en todo nivel y la formación científica y tecnológica del sector, que configuran la base de capital humano requerido para los procesos de CTI. En este sentido, se planteó como tema transversal la formación de capacidades, con el objetivo de definir estrategias para contar con un capital humano capacitado, una infraestructura adecuada y una serie de incentivos y políticas alineadas a las necesidades del sector.

El Plan Decenal 2016-2026: el camino hacia la calidad y la equidad planteó acciones para tener un sistema educativo de calidad y así promover el desarrollo económico y social del país. Este plan se elaboró con la participación de los municipios, las gobernaciones y los entes de orden regional y nacional, y permitió identificar diez retos para el país con sus respectivos lineamientos estratégicos. Los principales retos identificados fueron: 1) construcción de un sistema educativo articulado, participativo y descentralizado; 2) el desarrollo de la población rural a partir de la educación, 3) fomentar la investigación que genere conocimiento en todos los niveles de la educación, entre otros (MEN, 2017b).

En 2017, con base en lo estipulado en el *Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera*, el MEN desarrolló un conjunto de estrategias que responden a los retos de la educación, que quedaron plasmadas en el Plan Especial de Educación Rural (PEER), y que buscan contribuir a la eliminación de las brechas existentes y promover una educación de calidad para todos los niños, adolescentes

jóvenes y adultos del país; asimismo, que responden de manera oportuna y pertinente a sus características individuales, a la región, la cultura y el contexto donde se desarrollan (MEN, 2017a).

Adicionalmente, el Gobierno nacional, por medio de la Ley 1876 de 2017, creó el SNIA como un subsistema del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación. El SNIA está constituido por tres subsistemas, entre los que se encuentra el Subsistema Nacional de Formación y Capacitación para la Innovación Agropecuaria.

En relación con las políticas y los incentivos para el fortalecimiento de las capacidades del Sistema de Competitividad e Innovación (SNCI) en temas de CTI[10], estas son coordinadas principalmente por Colciencias, hoy elevado a la categoría de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, que tiene como función:

> Formular e impulsar las políticas de corto, mediano y largo plazo del Estado en ciencia, tecnología e innovación, para la formación de capacidades humanas y de infraestructura, la inserción y cooperación internacional y la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación para consolidar una sociedad basada en el conocimiento, la innovación y la competitividad. (Ley 1286 de 2009, artículo 7, numeral 1)

El MinCiencias, en los últimos años, ha sufrido una serie de ajustes institucionales, y con el objetivo de ajustar las funciones de las entidades del SNCI en materia de CTI para lograr una mejor especialización de roles, el PND 2018-2022 plantea que la entidad, junto con la Presidencia de la República, el DNP y el Departamento Administrativo de la Función Pública —en coordinación con las entidades de CTI— lideraren el ajuste de la estructura organizacional y de la oferta de instrumentos en CTI de Colciencias, del MinCIT, del MEN, del SENA, de iNNpulsa y demás entidades involucradas.

[10] Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), el cual se integró con el SNCI de acuerdo con el Artículo 186 de la Ley 1753 de 2015, "Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 Todos por un nuevo país".

El PND 2018-2022 (2019), en el tema educativo y con el fin de garantizar una oferta educativa y formativa en educación posmedia con calidad y pertinente, propone:

> […] trabajar de manera articulada con las instancias que hacen parte de la Comisión Intersectorial para la Gestión del Recurso Humano, para consolidar el Sistema Nacional de Cualificaciones-SNC y avanzar en la reglamentación del Marco Nacional de Cualificaciones-MNC, la transformación del sistema de aseguramiento de la calidad de la educación y formación para el trabajo, y el diseño de un esquema de movilidad educativa y formativa articulada con el MNC.

Asimismo, plantea siete objetivos para la educación 1) ofrecer educación inicial de calidad para el desarrollo integral; 2) brindar una educación con calidad y fomento de la permanencia en la educación inicial, preescolar, básica y media; 3) apostar por una educación media con calidad y pertinencia para los jóvenes colombianos; 4) más y mejor educación rural; 5) impulsar una educación superior incluyente y de calidad; 6) eficiencia y desarrollo de capacidades para una gestión moderna del sector educativo, y 7) generar una alianza entre la calidad y la pertinencia de la educación y formación del talento humano.

Dentro de las principales metas del PND se encuentra pasar del 55,20 % al 68 % en cobertura de educación en transición. En nivel medio busca incrementar la cobertura del 42,70 % al 50 %, y en la educación superior se plantea pasar del 52,0 % al 60 %. Asimismo, el Gobierno nacional hará una revisión de fuentes y usos de los recursos de las instituciones de educación superior públicas, con el fin de plantear un esquema de financiación que garantice su sostenibilidad en el mediano y largo plazo, al igual que una reforma integral al Icetex.

En conclusión, se identificó la ausencia de una ley unificada para el sistema de educación Nacional, lo que genera un marco normativo complejo y desarticulado para la educación en el país. Esto quedó incluido en los desafíos del Plan Decenal 2016-2026, sumado a la desarticulación entre algunos entes del Gobierno e instituciones asociadas a la educación; de igual forma, se encontraron varios programas e iniciativas para el sector que se desarrollan de forma desarticulada en algunos casos entre las instituciones que hacen parte del sistema y en varias

ocasiones no tienen continuidad en su ejecución. Por otro lado, los incentivos de becas y apoyos de los diferentes programas se otorgan por demanda y en las carreras que los beneficiaros elijan, sin considerar las necesidades de formación en el país. En términos generales, Colombia cuenta con una serie de instrumentos en educación que deben ser evaluados, con el propósito de robustecerlos o redefinirlos a la luz de lo requerido por el SNIA.

Capítulo II

Educación rural y agropecuaria

En esta sección, se dan a conocer los resultados de la caracterización del sector rural colombiano; posteriormente, el estado actual de la educación rural en Colombia, la información de los colegios rurales y agropecuarios existentes y activos en el país y, finalmente, las principales problemáticas identificadas en estas instituciones.

Caracterización del sector rural colombiano

Colombia concentraba cerca de la mitad de la población en zonas rurales a mediados del siglo xx, situación que ha cambiado considerablemente, ya que en la actualidad se tiene la cuarta parte del total (23,8 %[11] en 2014 del total nacional, DNP, 2014; Banco Mundial, 2016). Esta situación de migración de la población rural hacia las ciudades se debe al ajuste que enfrentó el sector agropecuario por la globalización, al aumento de la pobreza rural y a la intensificación del conflicto armado en estas regiones (Perfetti, 2003). Por su parte, Delgado Barrera (2014) plantea que en Colombia las brechas económicas y sociales entre la población urbana y rural se han acentuado con el tiempo como consecuencia, entre otros factores, del menor crecimiento relativo de la actividad agropecuaria que ha reducido los ingresos rurales y de los efectos del conflicto armado. Adicional a esto, se identifica una alta concentración de las IES (incluidas las de formación técnica y tecnológica) y las instituciones de formación para el trabajo en las grandes ciudades (Uribe et al., 2016), situación que motiva la migración de la población joven en busca de mejores oportunidades.

[11] Trabajos como el del PNUD (2011) y el DNP (2015) plantean que la población rural es superior al 30 %, utilizando otras metodologías de clasificación diferentes a las del DANE.

De acuerdo con el DANE (2015), la población rural está compuesta principalmente por campesinos, entre los que se diferencian pequeños productores, indígenas, afrocolombianos y campesinos sin tierra. Los pequeños productores rurales son estimados de acuerdo con el Censo Nacional Agropecuario 2014 en cerca de 2,8 millones, y a estos hay que sumarles sus familias. La población rural en Colombia basa su sustento en la agricultura, y de esta dependen las tres cuartas partes de su población. Sin embargo, dicha actividad ha disminuido su participación en el producto interno bruto (PIB) nacional, pues según datos del Banco Mundial (2016) pasó del 16,7% en 1990 al 5,9% en 2013; esto debido a factores como los expuestos anteriormente, así como a los cambios durante la apertura económica a comienzos de los noventa, los cuales llevaron a una disminución de la participación del sector agrícola en el PIB nacional y de los ingresos reales de los pobladores del campo, y al aumento del desempleo rural (Perfetti, 2003).

Adicionalmente, el crecimiento del sector agropecuario en los últimos 25 años ha sido inferior al de otros países de la región; según los datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), entre 1990 y 2013 los sectores agropecuarios de Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua y Perú crecieron a una tasa superior al 3%, mientras que en Colombia fue del 2,3%, con lo cual se ubicó por debajo del promedio para América Latina (DNP, 2015a). Entre 2014 y 2015 hubo incrementos en el PIB agropecuario (2,3% y 4,8%, respectivamente) como consecuencia de las diferentes políticas llevadas a cabo para recuperar el sector.

El desarrollo del país ha privilegiado a las zonas urbanas por encima de las rurales, lo que ha generado grandes brechas en indicadores de calidad de vida, con los cuales se identifica que los pobladores rurales han accedido en menor medida a los bienes públicos, tanto sociales como productivos, que puede proporcionar el Estado. Como consecuencia de esto se tiene un índice de pobreza multidimensional: del 45,9% en zona rural y del 18,5% en cabeceras municipales (DNP, 2015a). Adicional a esto, el DNP (2015b) evidencia una baja cobertura en el país en educación básica secundaria (55%) y media (25%), en especial en las zonas de mayor dispersión poblacional, lo que contrasta con las zonas urbanas, donde la cobertura es superior en aproximadamente 20 puntos en cada nivel.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) (2004), esas diferencias se presentan en la mayoría de los países en desarrollo, incluyendo América Latina, debido, entre otros factores, al menor crecimiento relativo de la actividad agropecuaria que ha reducido los ingresos rurales, a las dificultades para el acceso a las escuelas rurales, a las deficiencias en infraestructura y calidad del material educativo en relación con las escuelas urbanas y a una menor capacitación de los docentes de las zonas rurales; además, los currículos sufren de "sesgo urbano" y esto los hace inadecuados para las características y necesidades particulares de los estudiantes rurales, lo cual promueve la deserción. Esta situación ha contribuido significativamente a crear y profundizar las enormes desigualdades que acompañan a las sociedades latinoamericanas (Núñez, 2004), y Colombia no es la excepción. Según el MEN (2015), en el país las brechas económicas y sociales entre la población urbana y rural se han acentuado con el tiempo. Para Delgado Barrera (2014), sumado a los factores mencionados, están los efectos del conflicto armado principalmente. Estos factores tienen como consecuencia que en la educación formal las tasas de inserción y permanencia de esta población son inferiores a los de las áreas urbanas, lo que contribuye a perpetuar sus condiciones de pobreza y exclusión, pues de cada 100 estudiantes que ingresan al sistema en la zona rural, 52 ya han desertado a los 18 años.

Educación rural

El sector agropecuario requiere la formación de capacidades de la población rural, no solo con los niveles básicos, sino también tecnológicos agropecuarios desde la secundaria, para contar con mano de obra calificada en el sector rural y así mejorar las condiciones de acceso a la educación superior. Esto permite mejor la productividad de las actividades agropecuarias y, por consiguiente, la calidad de los pobladores rurales. Esta formación de capacidades permite una adopción más eficiente de tecnologías para el desarrollo de las actividades del sector. Por lo anterior, es necesario el fomento de la educación a través de estrategias que permitan contribuir a la superación de las brechas existentes en las áreas rurales y las cabeceras municipales, en términos de acceso, permanencia, cobertura y calidad, y a las diferentes oportunidades de generación de empleo orientadas al mejoramiento de las condiciones de vida de la población joven rural del país. Es por esto que el Gobierno nacional, en cabeza del MADR y

el MEN, ha desarrollado estrategias que permiten el fortalecimiento de las capacidades que contemplan educación y desarrollo del sector rural a través de propuestas que involucran a los jóvenes rurales del país (MEN, 2008a).

Según los trabajos de Barro (1991), Mankiw et al. (1992) y Gennaioli et al. (2013), citados por García Jaramillo et al. (2014), la educación, las ventajas geográficas, la riqueza natural y la madurez institucional de los territorios constituyen uno de los factores más importantes para el progreso económico regional y nacional. En Colombia, la educación se estructura en formal, no formal e informal, entendiendo la educación formal como "aquella que se imparte en establecimientos educativos aprobados, con una secuencia regular de ciclos lectivos y sujeción a pautas curriculares, progresivas y conducentes a grados y títulos" (Ley 115 de 1994, articulo 10). Este tipo de formación está regulado por el MEN mediante el sistema educativo colombiano, el cual está conformado por la educación inicial, la educación preescolar, la educación básica (primaria cinco grados y secundaria cuatro grados), la educación media (dos grados y culmina con el título de bachiller) y la educación superior (MEN, 2016).

En lo que respecta al entorno educativo en la zona rural, de acuerdo con el MEN (2015a), se encontró que el sistema educativo nacional no tiene la capacidad de garantizar la educación a toda la población rural. Asimismo, otros factores como la falta de infraestructura educativa, la deserción, el orden público, entre otros, ha afectado a estudiantes, profesores y directivos en el desempeño de sus actividades. Adicionalmente, en los aspectos curriculares, las instituciones educativas en el marco de la Ley 115 de 1994 desarrollaron sus contenidos bajo la autonomía pedagógica dentro de los lineamientos establecidos por el MEN; esto condujo al desarrollo de programas para el sector rural con el mismo esquema desarrollado para las zonas urbanas, pero desconociendo las particularidades de lo rural. Como resultado se tuvo la proliferación de programas de educación flexible, con diferentes estándares de calidad y sin lineamientos directos desde el MEN (DNP, 2015c).

El índice de analfabetismo de la población rural mayor de 15 años es del 12,4 % (DANE, 2014), lo que contrasta con las zonas urbanas, donde la tasa es del 5,2 %. Esto muestra una brecha social notoria en el país que puede explicarse por unas bajas tasas de cobertura de la educación en las zonas rurales del país, las cuales según el DNP (2015b) son para básica secundaria del 55 % de la población

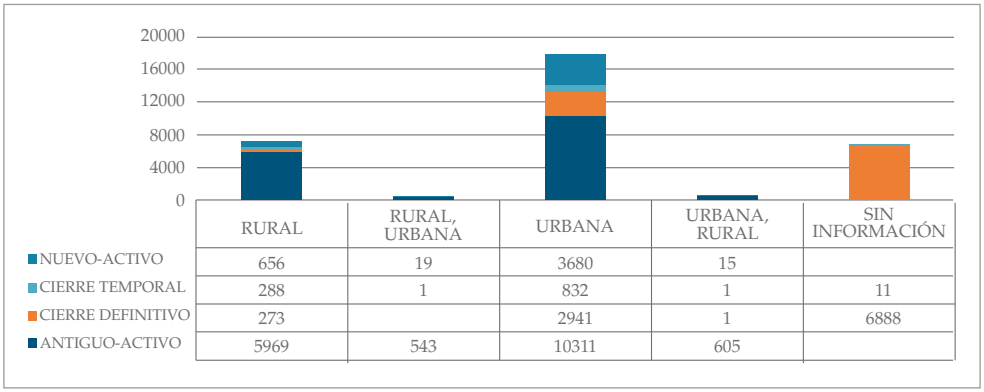
rural y en educación media del 25%. Estas tasas pueden ser menores en las zonas de mayor dispersión poblacional; por su parte, en las zonas urbanas la cobertura es superior en un 20%, aproximadamente, en básica secundaria y en educación media.

Otro de los indicadores que evidencian la brecha del sector rural que presenta el DANE (2014) es la tasa de culminación de estudios; en este punto, se encontró que el 96% de los jóvenes urbanos culminan la básica primaria frente al 88% de jóvenes rurales. En el nivel básico (noveno grado), el 74% de los jóvenes urbanos terminan su formación, mientras que en el área rural solo el 50% la finaliza. El análisis de los años de escolaridad en los jóvenes entre 15 y 24 años muestra que en los centros poblados y zonas rurales dispersas los jóvenes tienen en promedio 8,1 años de escolaridad, y en las áreas urbanas el promedio de años es de 10,2. En los mayores de 35 años de zonas rurales, se observa que tienen en promedio 4,1 años de escolaridad, lo cual evidencia que un número significativo de personas de las zonas rurales no alcanzan la formación; por su parte, en áreas urbanas, el promedio de estas personas es de 8,5 años (DANE, 2014).

El analfabetismo es considerado una problemática porque constituye uno de los indicadores del desarrollo y la calidad de vida de un país (Aguirre Tobón, 2005). Esto explica por qué las regiones más afectadas por el analfabetismo están expuestas al desempleo, a la falta de oportunidades y a la pobreza. En Colombia, de acuerdo con los datos del Censo Nacional Agropecuario (DANE, 2015), los departamentos de la región Caribe registran las mayores tasas de analfabetismo; La Guajira, con 56,5%, es el departamento con la mayor tasa, seguido por el Atlántico con 39,4%, Sucre con el 39,1% y Cesar con un 38,3%. Esta situación confirma el rezago que históricamente ha tenido la región Caribe con el centro del país, el cual se atribuye al poco interés por parte de los dirigentes nacionales y de la región de darle solución a temas como la educación y la infraestructura. Por su parte, los departamentos de Caquetá, Cundinamarca, Bogotá D. C. y San Andrés son los de menores tasa, con el 14,0%, 13,3%, 8,5% y 2,2%, respectivamente.

Colegios rurales y agropecuarios[12]

En Colombia, de acuerdo con las estadísticas reportadas por el MEN (2020a), existen 33.034 colegios registrados, de los cuales el 65,9 % (21.798) se encuentra en funcionamiento. En la categoría de colegios rurales, hay 8.371 instituciones registradas, que equivalen al 25,3 % del total nacional y de las cuales el 93 % están activas (figura 1).



	RURAL	RURAL, URBANA	URBANA	URBANA, RURAL	SIN INFORMACIÓN
NUEVO-ACTIVO	656	19	3680	15	
CIERRE TEMPORAL	288	1	832	1	11
CIERRE DEFINITIVO	273		2941	1	6888
ANTIGUO-ACTIVO	5969	543	10311	605	

Figura 1. Distribución por tipología y estado de colegios en Colombia, 2019.
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del MEN (2020a)

El departamento de Nariño es el que mayor cantidad de colegios rurales activos registra con 2.009 instituciones, lo que equivale a una participación del 25,7 % del total nacional (tabla 1). Después de Nariño están los departamentos de Antioquia, Cauca y Cundinamarca, con el 8,6 %, 6,9 % y 5,8 %, respectivamente, lo que evidencia una brecha considerable entre Nariño y el resto del país.

[12] Los colegios en Colombia se clasifican por su ubicación: rural y urbano, y por su enfoque de formación: académico, técnico, comercial, agropecuario, entre otros. Esta sección aborda los colegios rurales y los agropecuarios.

Tabla 1. Distribución de colegios rurales por departamento, 2019

Departamento	Colegios rurales	Porcentaje
Nariño	2.009	25,73
Antioquia	675	8,65
Cauca	537	6,88
Cundinamarca	455	5,83
Córdoba	396	5,07
Santander	362	4,64
Boyacá	293	3,75
Valle del Cauca	262	3,36
Sucre	249	3,19
Bolívar	231	2,96
Tolima	221	2,83
Resto del país	2117	27,1
Total	7807	100,0

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del MEN (2020a)

En relación con la tasa de colegios por cada 100.000 habitantes rurales, Nariño cuenta con un promedio de 180,3 colegios por cada 100.000 habitantes rurales, seguido de Antioquia con 87, Santander con 77,2, Boyacá con 73,8 y Cundinamarca con 59,6. Esta situación podría obedecer a las diferentes estrategias llevadas a cabo por dichos departamentos para mejorar la cobertura. Vale la pena resaltar la brecha de estos departamentos con el resto del país, considerando que Cauca —el sexto en lista— tiene una tasa de 29. Los departamentos con menos tasa son San Andrés, Vaupés, Guaviare, Arauca y Vichada, con tasas inferiores a 5, lo que confirma que desde la educación básica la concentración de las instituciones del país se da hacia el centro de este.

De los colegios agropecuarios se identificaron 1.207 activos, que representan el 96% del total de colegios agropecuarios registrados; de los colegios activos el 84,4% es de carácter rural (figura 2). En el total nacional, solo el 3,8% de los colegios reconocidos en el país están activos y cuentan con énfasis agropecuario; esto indica una baja tasa, si se considera que Colombia es un país rural, donde la agricultura es la principal fuente de sustento de la población. Por lo anterior, instituciones como el MADR y el MEN deberían aunar esfuerzos para desarrollar estrategias conjuntas para la consolidación de este tipo de colegios en el país.

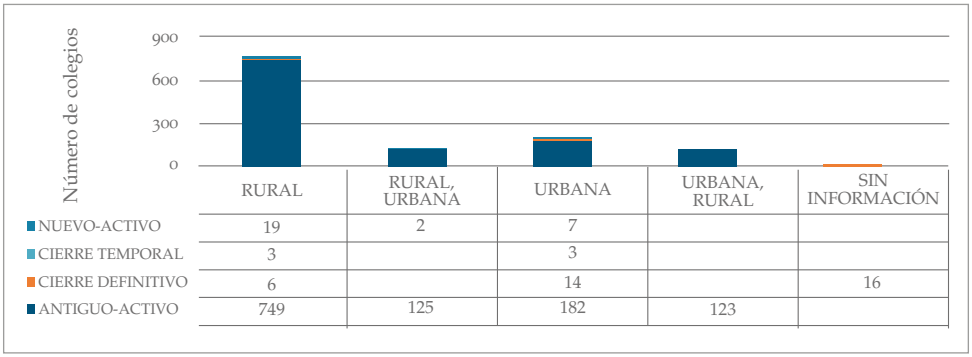


Figura 2. Distribución por tipología y estado de colegios agropecuarios en Colombia, 2019.
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del MEN (2020a)

Cauca y Valle, con 116 y 107 instituciones, respectivamente, son los departamentos con mayor cantidad de colegios agropecuarios registrados en 2019, con una participación del 18,4 % del total nacional (tabla 2). Después de estos se encuentran los departamentos de Magdalena (7,3 %), Boyacá (6,3 %), Nariño (6,2 %), Bolívar (6,1 %), Antioquia (5,8 %) y Santander (5,2 %). En contraste, los departamentos de la región del Amazonas y la Orinoquia presentan cantidades bajas, y San Andrés y Providencia no reporta ninguno. La cantidad de colegios agropecuarios depende de las dinámicas propias de cada departamento; sin embargo, no existen estudios que profundicen en el análisis de dichos colegios en el país. De esta manera, lo que se expone hasta el momento es uno de los primeros acercamientos para entender las dinámicas de estas instituciones.

Tabla 2. Distribución de colegios agropecuarios por departamento, 2019

Departamento	Colegio agropecuario	Participación total colegio agropecuario
Valle del Cauca	116	9,61 %
Cauca	107	8,86 %
Magdalena	89	7,37 %
Boyacá	77	6,38 %
Nariño	75	6,21 %

(Continúa)

(Continuación tabla 2)

Departamento	Colegio agropecuario	Participación total colegio agropecuario
Bolívar	74	6,13 %
Antioquia	70	5,80 %
Resto del país	599	49,63 %
Total	1209	100,00 %

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del MEN (2020a)

Principales problemáticas de los colegios rurales y agropecuarios

Los colegios en las zonas rurales del país tienen problemas de calidad, infraestructura, falta de personal calificado, cobertura y deserción de sus estudiantes, entre otros. Un estudio de García Jaramillo et al. (2014) abordó el tema de la calidad docente de estas instituciones, y se encontró que el 41 % de los docentes rurales de primaria en 2011 no contaban con un título universitario, incluso varios docentes solo tenían el título de bachillerato como máximo nivel, según los datos de la Resolución 166[13]. En el nivel de educación media, el 22 % de los docentes que se rigen mediante la Ley 2277 y el 10 % de los que se rigen por la Ley 1278 no contaban con título universitario. Estos resultados representan una brecha en relación con otros países: en Singapur, Finlandia, Canadá y Corea del Sur, por ejemplo, los docentes tienen como mínimo un nivel profesional con al menos cuatro años de formación, mientras que en Colombia aproximadamente el 35 % de los docentes en primaria y el 25 % de los docentes en nivel de educación básica tienen menos de cuatro años de formación superior (García Jaramillo et al., 2014).

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

Sumado a lo anterior, los docentes rurales han sido formados en su mayoría con enfoques tradicionales, y esto los lleva a desconocer la aplicación de modelos educativos flexibles e innovadores, que les permitan emplear en las zonas rurales procesos educativos que revelen las esencias y los comportamientos a partir de los cuales se pueden reconstruir saberes distintos a los implementados por el enfoque tradicional. Esto significa acercar la escuela a la realidad rural, para que se facilite el tránsito a la cultura intelectual de quienes en su medio cotidiano se mueven en un mundo de relaciones locales, concretas, simples y empíricas (Pérez Esclarín, 2000).

En cuanto a la infraestructura de los colegios, el MEN (2015) reporta que las regiones rurales tienen rezago con respecto a este tema en los colegios de zona urbana, debido a que en las zonas rurales los colegios funcionan en malas condiciones, por insuficiencia y mal estado de las instalaciones, falta de acceso a agua potable, carencia de baterías sanitarias y otros servicios, falta de habitaciones para los docentes, entre otros.

En relación con lo pedagógico, el Programa de fortalecimiento de la cobertura con calidad para el sector educativo rural (PER), planteado desde 2006 por el MEN para mitigar los problemas que afectaban la calidad y cobertura educativa en zonas rurales, fomentó el desarrollo de alternativas flexibles para atender a la población rural. Durante su formulación y ejecución se identificaron y promovieron alternativas de educación adecuada a las particularidades necesarias para responder a las demandas educativas de los niños y jóvenes rurales, acción que denominaron modelos educativos flexibles (MEF) (MEN, 2015).

Los MEF (tabla 3) han facilitado el acceso y la permanencia de la población infantil y juvenil en el sistema de educación; sin embargo, los resultados de calidad de los MEF están por debajo de los que reporta la educación tradicional urbana. Esta situación llevó al DNP (2015) a plantear la necesidad de homogenizar y definir estándares mínimos de calidad en los MEF.

Tabla 3. Modelos educativos flexibles impulsados por el PER

Modelo	Población objetivo	Material educativo
Aceleración aprendizaje	Niños de básica primaria en extra-edad	Módulos educativos, capacitación al docente, biblioteca
Escuela Nueva	Educación básica primaria con multigrados	Módulos educativos, bibliotecas básicas, capacitación docente
Posprimaria	Básica secundaria articulada con el entorno rural y flexible	Módulos educativos, casetes de audio, laboratorios, bibliotecas específicas, capacitación docente
Telesecundaria (México)	Básica secundaria articulada, que permita aumentar cobertura	Módulos educativos, TV y VHS, videos, bibliotecas específicas, capacitación docente
Servicio de Educación Rural (SER)	Personas >13 años sin ninguna educación	Módulos educativos, capacitación al docente
Preescolar (escolarizado o no escolarizado)	Niños menores de seis años	Módulos educativos, capacitación al docente
Sistema de Aprendizaje Tutorial (SAT)	Jóvenes y adultos trabajadores que buscan terminar educación básica y media	Módulos educativos, capacitación de tutores
Programa de Educación Continuada - CAFAM	Personas >13 años sin ninguna educación	Módulos educativos, pruebas que permiten determinar el nivel de escolaridad, juegos, evaluaciones, capacitación
Etnoeducación	Estudiantes de grupos étnicos permitiendo interculturalidad en la educación	Módulos educativos, capacitación de tutores

Fuente: MEN (2015)

En la zona rural, los niños y jóvenes adquieren habilidades prácticas y conocimientos mediante la observación y la experimentación (Monsalve Upegui et al., 2008). Lo recomendado es que el aprender haciendo se incorpore en la práctica escolar, lo cual se ha visto reflejado en los proyectos pedagógicos como componente del plan de estudios de algunas instituciones. Según el Decreto 1860 de 1994 es:

> […] una actividad que de manera planificada ejercita al educando en la solución de problemas cotidianos, seleccionados por tener relación directa con el entorno social, cultural, científico y tecnológico del alumno. Cumple la función de correlacionar, integrar y hacer activos los conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores logrados en el desarrollo de diversas áreas, así como de la experiencia acumulada.

Otra de las iniciativas llevadas a cabo fueron los proyectos productivos, los cuales son ambientes privilegiados para el aprendizaje integrado de contenidos curriculares en torno a actividades productivas específicas que demandan la solución de problemas prácticos. Estos proyectos se han desarrollado a partir del concepto de *huerta escolar*, que fue componente pedagógico de Escuela Nueva, reconocido como el modelo flexible más reconocido; no obstante, su implementación solo se ha dado en algunas regiones y en el nivel de primaria (DNP, 2015). El DNP también plantea que los modelos flexibles tienen la ventaja de ser pedagogías proactivas que fomentan el apoyo mutuo entre estudiantes y que se basan en el "aprender haciendo" y "aprender a aprender".

La Escuela Nueva integra estrategias curriculares que se centran en aprender haciendo, en la articulación entre teoría y práctica, en el trabajo individual y grupal, en el juego y el estudio, la dirección y la autonomía (Torres, 1992), con estrategias administrativas, comunitarias y de capacitación para los docentes. Este modelo

> […] logró poner en práctica principios válidos de la teoría moderna de aprendizaje a nivel de escuela y de clase, demostrando que las prácticas pedagógicas tradicionales, transmisivas y pasivas, podían cambiarse masivamente hacia un nuevo paradigma pedagógico, basado en el aprendizaje cooperativo, personalizado y comprensivo. (Colbert, 1999)

DESCARTE
CUBÍCULO ANIMAL
1-10µl

Nikon
SMZ 745

Capítulo III

Formación técnica, tecnológica y para el trabajo en el sector

Las actividades del sector agropecuario requieren un recurso humano con formación técnica y profesional especializada para aumentar la productividad y mejorar las condiciones socioeconómicas, ambientales y culturales del sector. Sin embargo, la cobertura en las zonas rurales es mínima, debido a una baja oferta educativa y dispersión de la población; esto hace que en las zonas rurales un bajo porcentaje de la población mayor de 17 años obtenga un título en educación superior. Según datos del MEN (2015), en 2013 solo el 5,1 % de los jóvenes rurales obtenían un título, mientras que en la zona urbana el porcentaje alcanzó el 29,7 % de esta población. En esta sección, se presentan los resultados del análisis de la formación para el trabajo relacionada con el sector agropecuario en Colombia, seguida del análisis de la formación técnica y tecnológica para el sector.

Formación para el trabajo

En 2018, se registraron 367 programas de formación para el trabajo que responden a los temas del sector agropecuario, con 5.564 estudiantes certificados entre 2010 y 2018. Los programas se distribuyen así: agrícola (33 %), agropecuarios (30 %), veterinaria y afines con (27 %), agroindustria (5 %), forestal (3 %) y acuicultura (1 %). El departamento de Antioquia es el de mayor concentración (144 programas), seguido de Valle del Cauca (47), Cundinamarca (32), Bolívar (11) y Córdoba (11) (figura 3). Estos programas abordan unos cuantos productos del sector, pero existe una carencia de programas técnicos laborales específicos para las cadenas productivas del sector agropecuario. Las principales instituciones con programas

técnico-laborales son la Fundación Tecnológica Rural (Coredi) con 27, el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid con 25, el Instituto Metropolitano de Educación (CIME) con 20, el Centro de Sistemas de Antioquia (CENSA) con 13 y la institución universitaria Tecnológico de Antioquia con 9. Todas estas instituciones se encuentran ubicadas en el departamento de Antioquia.

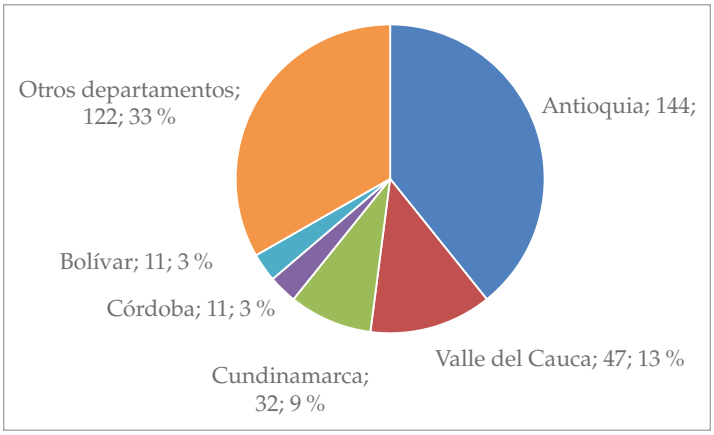
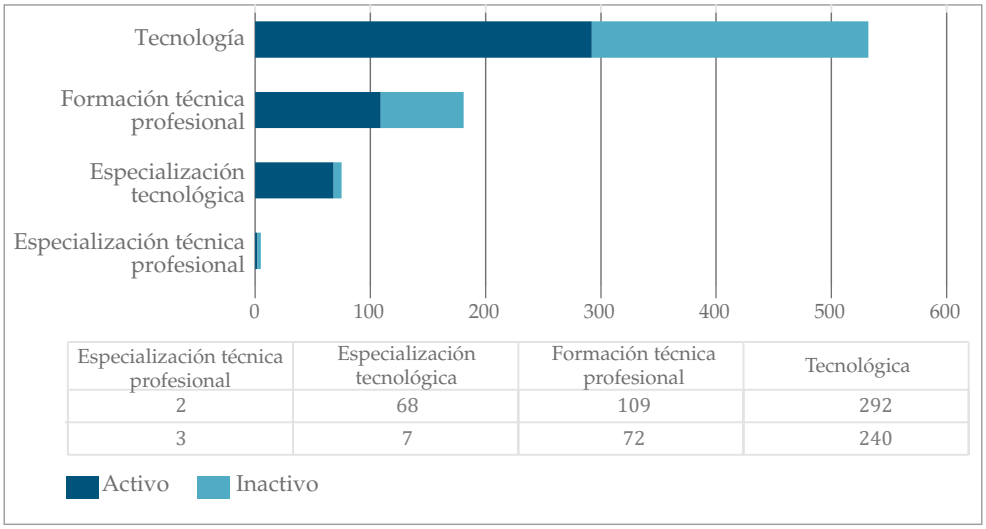


Figura 3. Distribución programas de formación técnica laboral afines al sector, 2019.
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del MEN (2020b)

Formación técnica y tecnológica en el sector agropecuario

Para 2019, se identifican en el país 181 programas de formación técnica profesional, 532 tecnólogos, 5 de especialización técnica y 75 de especialización tecnológica, para un total de 793, de los cuales el 59,4 % (471) se encontraban activos a diciembre de 2019 (figura 4). Los programas activos se concentran en los departamentos de Antioquia (50), Caldas (48), Santander (46) y Valle del Cauca (46). En los últimos años, se han desarrollado especializaciones técnicas y tecnológicas, y en 2018 se identificaron 80 programas en este nivel, de los cuales 70 están activos y se ubican principalmente en Santander y en Valle del Cauca.



Especialización técnica profesional	Especialización tecnológica	Formación técnica profesional	Tecnológica
2	68	109	292
3	7	72	240

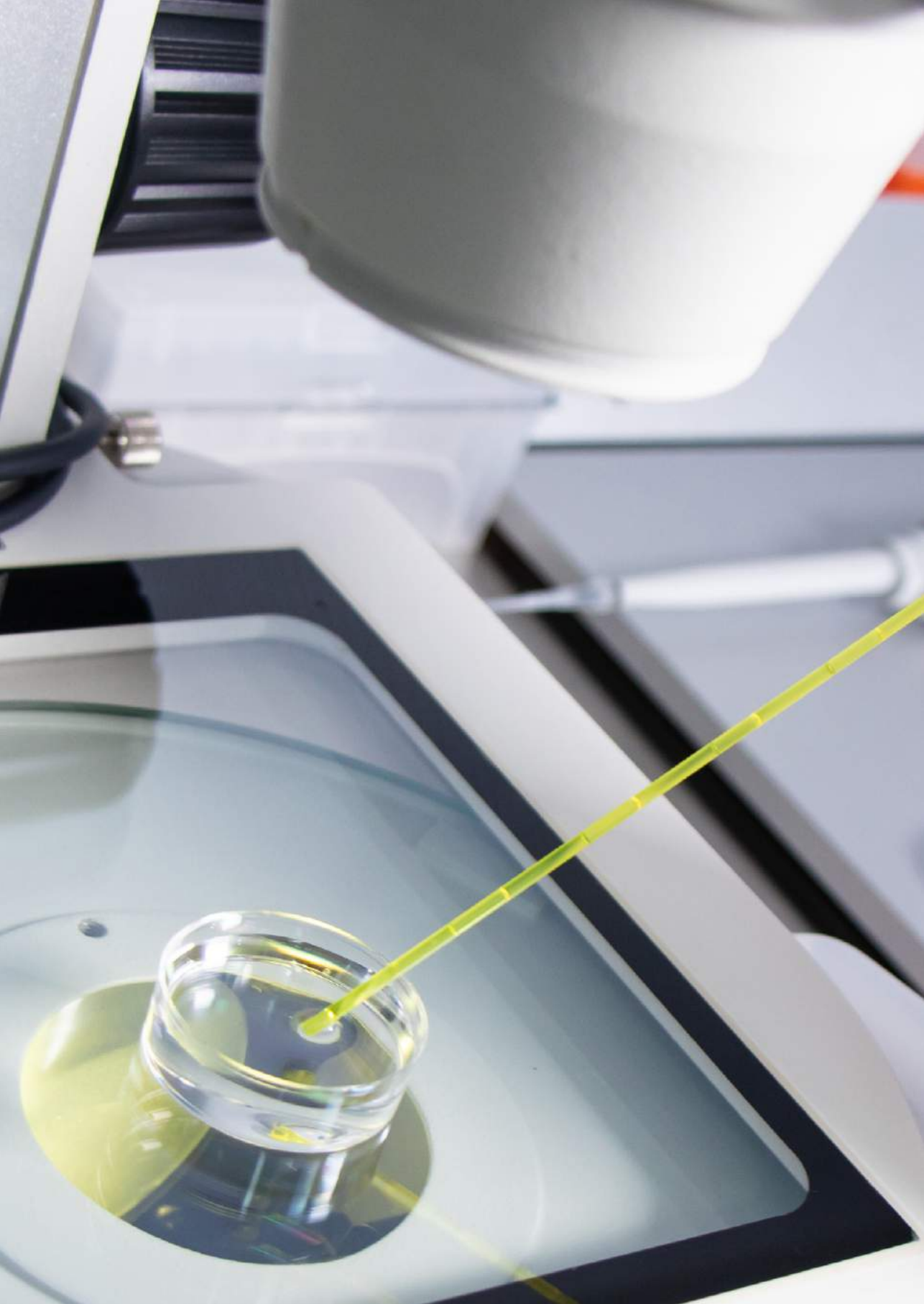
Figura 4. Distribución programas de formación técnica y tecnológica afines al sector, 2019.
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de MEN (2020b)

Con 165 programas activos, el SENA es la institución que lidera la oferta en el país, seguido del Colegio Integrado Nacional Oriente de Caldas con 30, la Universidad de Antioquia con 20, la Corporación Universitaria Minuto de Dios con 17 y el Instituto de Educación Técnica Profesional de Roldanillo con 14. Cabe resaltar que el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y la Corporación Universitaria de Santa Rosa de Cabal (Unisarc) son dos instituciones que registran más de 30 programas, pero la mayoría se encuentra inactiva.

Durante el periodo 2001-2017 se graduaron 69.277 estudiantes en los cuatro niveles: tecnológico con 64.158 (92,6 %), técnico profesional con 5.025 (7,3 %) y especialización técnica y tecnológica con 94 (0,1 %). La institución con mayor cantidad de graduados fue el SENA con 45.594 (65,8 %), seguida de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) con 1.990 (2,87 %). Cabe resaltar que el SENA es una de las instituciones con mayor presencia nacional, gracias a la creación, en los años sesenta, de los centros agropecuarios. Existen 32 centros agropecuarios y agroindustriales distribuidos en todo el país, y atienden principalmente a las comunidades rurales con metodologías de formación flexibles enfocadas en fortalecer el componente tecnológico, entre otros (Corpoica et al., 2016).

El SENA (s. f.) atiende las necesidades de capacitación del sector rural en 1.112 municipios del país, y llega con programas como Jóvenes rurales emprendedores a las veredas más remotas, o con la estrategia de las aulas móviles, para llevar la tecnología y el conocimiento a lugares de difícil acceso. Además de la formación y capacitación, apoya a los emprendedores rurales con el acompañamiento a las unidades productivas para la búsqueda de fuentes de financiación, con recursos del Fondo Emprender o con otras fuentes de financiación. El programa de atención por excelencia a la comunidad rural es el de Jóvenes rurales emprendedores, que en 2014 tuvo 218.469 beneficiarios en 1.011 municipios atendidos. Actualmente, se denomina programa Sena Emprende Rural (SER) y en el periodo 2010-2017 formó a 1.872.451 aprendices, creó 42.372 unidades productivas, 1.274 empresas rurales y atendió a 306.335 jóvenes rurales (SENA, 2017).

En cuanto a las aulas móviles, estas permiten llevar tecnología a comunidades apartadas, apoyan los procesos de formación y facilitan el desarrollo de las competencias laborales de los aprendices. El SENA tiene 39 de estas aulas enfocadas en el sector agropecuario en 26 regionales, lo que equivale al 33,3 % del total de aulas disponibles (SENA, 2020). Los principales temas que abordan las aulas son agricultura de precisión, gestión agroempresarial, desarrollo agroindustrial, nutrición animal, lácteos, frutas y verduras, sector pecuario, cárnico y producción bovina, entre otros.



Capítulo IV

Formación en educación superior para el sector

En la sección anterior, se hizo especial énfasis en los programas técnicos y tecnólogos dada su relevancia para el sector agropecuario; sin embargo, estos niveles también hacen parte de los programas de educación superior en el país, por lo que se consideran en el análisis general de programas, matriculados y graduados para tener una comparación completa de la educación superior en el sector versus el consolidado nacional.

Programas de formación superior 2020

Se identificaron a nivel nacional 25.718 programas de formación registrados en el SNIES-MEN en todos los niveles de formación, de los cuales el 52,8 % está activo. Para el sector agropecuario, se encontraron 1.745 programas en 2020 (6,78 % del total nacional), de los cuales hay activos 966 programas distribuidos en ocho niveles de formación. Respecto a la participación en el total nacional, los programas activos del sector agropecuario representan el 7,1 % (figura 5). El 50,1 % de los programas ofertados activos corresponde a los niveles tecnológicos, técnico profesional y especializaciones técnicas y tecnológicas; el 21,7 %, al nivel profesional, y el 28,2 %, a los niveles de maestría y doctorado. En estos últimos, la oferta identificada es baja, con solo el 3,8 % del total de programas hallados para el sector. Para este caso, lo NBC como ingeniería agrícola, forestal y afines registran un programa ofertado; con esto, se ve la necesidad de definir estrategias como la formación de alto nivel en otros países en áreas estratégicas para responder a las necesidades de CTI del sector.

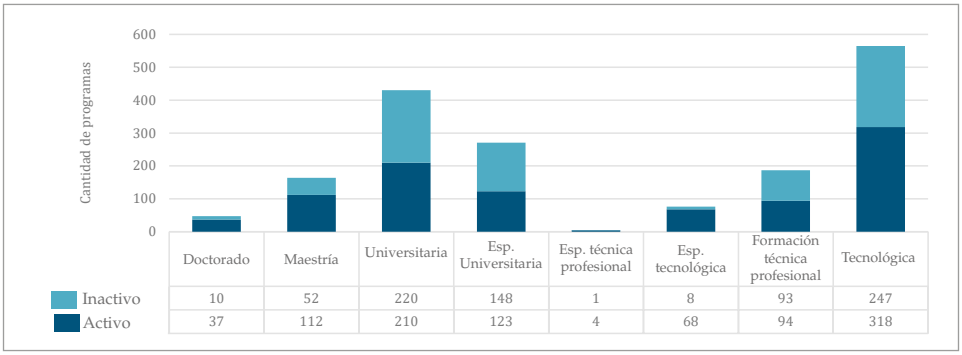


Figura 5. Programas de formación activos afines al sector ofertados para el sector, 2020.
Fuente: Elaboración propia, partir de información del SNIES[14]
Nota: fecha de consulta y actualización 2 de marzo de 2020. Incluye la información de los programas del SENA.

El SENA es la principal institución con programas de formación para el sector con 192 en niveles técnicos y tecnólogos, le sigue la Universidad de Antioquia con 97 programas y la Universidad Nacional de Colombia con 81 programas, principalmente en los niveles de pregrado, especialización, maestría y doctorado. Otras instituciones con programas para el sector son el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, la Universidad del Tolima, la Corporación Universitaria de Santa Rosa de Cabal, la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, entre otras (figura 6).

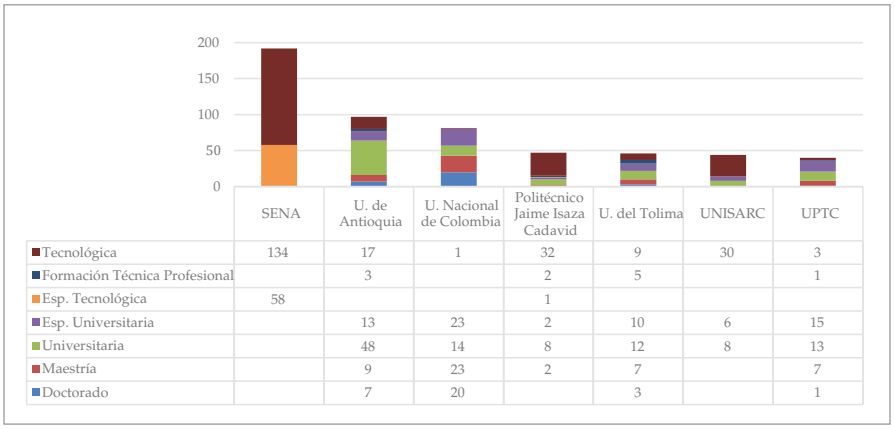


Figura 6. Principales instituciones con programas de formación para el sector, 2020.
Fuente: Elaboración propia, a partir de información del SNIES[15]
Nota: fecha de consulta y actualización 2 de marzo de 2020. Incluye la información de los programas del SENA.

[14] Véase: http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212400.html
[15] Véase: http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212400.html

En relación con los NBC abordados por las principales instituciones, la Universidad de Antioquia concentra sus planes de formación principalmente en los NBC de biología, microbiología y afines con el 24,7 % del total ofrecido por la institución para el sector, seguido de ingeniería agronómica, pecuaria y afines con el 16,5 %, agronomía con el 13,4 % e ingeniería agroindustrial, alimentos y afines con el 13,4 %. Por su parte, la Universidad Nacional de Colombia tiene distribuidos sus programas en biología, microbiología y afines, con el 25,9 %, agronomía con el 24,7 %, e ingeniería agrícola, forestal y afines con el 12,3 % e ingeniería agroindustrial, alimentos y afines con el 12,3 %. El SENA, por su parte, está enfocado en programas de los NBC de agronomía con el 42,7 %, medicina veterinaria y zootecnia con el 26,1 % e ingeniería agronómica, pecuaria y afines con el 15,1 %. Se destaca una amplia concentración de los programas en Bogotá, Medellín, Bucaramanga y Manizales. Esto influye en la migración de los jóvenes de los territorios rurales hacia estas ciudades, lo que causa un fenómeno de despoblación del campo debido a que un gran número de sus habitantes no retorna a sus sitios de origen (Uribe et al., 2016).

En lo que respecta a los programas de maestría y doctorado, los cuales son reconocidos por la formación de investigadores, en el sector se identificaron 47 programas activos de doctorado y 164 de maestría (figura 7). El NBC de biología es el que más programas reporta con el 31,7 %, seguido de agronomía con el 23,2 % y el de ingeniería agroindustrial con el 11,4 %.

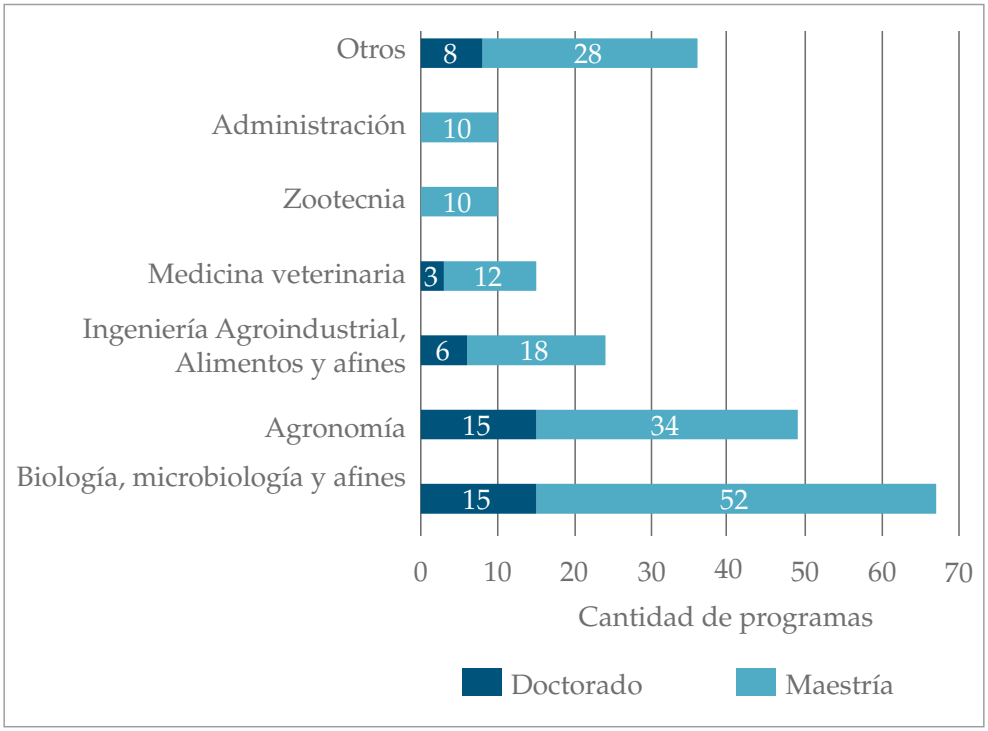


Figura 7. Principales núcleos básicos de conocimiento en programas de maestría y doctorado.
Fuente: Elaboración propia, a partir de información del SNIES
Nota: fecha de consulta y actualización 2 de marzo de 2020.

Matriculados afines al sector en instituciones de educación superior 2014-2018

El MEN reporta que el segundo semestre de 2014 hubo un registro de 4.397.684 estudiantes matriculados de todos los niveles de formación. En este reporte, los programas afines al sector registraban 204.089 estudiantes matriculados, lo que equivale a una participación del 4,6 % del total nacional. Los hombres tenían una participación del 51,2 % y las mujeres el 48,8 % de matriculados en programas afines al sector. Se resalta que en los niveles de maestría y doctorado las mujeres tienen una mayor participación con el 52,7 % frente al 47,3 % de los hombres. Para 2018[16], se reportaron 4.692.703 estudiantes matriculados (tabla 4), de los cuales el 4,4 % (209.504) se inscribió a programas afines al sector. Los hombres tuvieron una participación del 49,8 % y las

[16] A la fecha de consulta del 2 de marzo de 2020 el SNIES solo reportaba la información de matriculados y graduados hasta 2018.

mujeres del 50,2 %, lo que evidencia un leve incremento en la participación de los hombres. Es importante mencionar que se mantiene la tendencia en los niveles de maestría y doctorado, con una mayor participación de las mujeres con el 51,7 % frente al 48,3 % de los hombres.

Para los programas del sector, se estimó un crecimiento del 2,7 % de los matriculados en 2018 respecto a 2014; por su parte, los programas de formación en otros sectores reportaron un crecimiento del 9,5 % en el mismo periodo. Este crecimiento es el resultado de las políticas y los programas llevados a cabo por el Gobierno nacional, que se describieron en secciones anteriores.

Tabla 4. Estudiantes afines al sector matriculados por nivel, 2014-2018

Nivel de formación	Matriculados 2014	Matriculados 2018
Doctorado	1.237	1.200
Maestría	3.633	4.836
Especialización universitaria	1.326	1.550
Universitaria	119.887	134.312
Tecnológica	74.172	60.052
Formación técnica profesional	3.834	6.618
Total	204.089	209.504

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del SNIES

Nota: fecha de consulta y actualización 2 de marzo de 2019. Existen registros para especialización técnico profesional y tecnológica (936 en 2018), los cuales no se incluyeron en la tabla por ser nuevos y no presentar matriculados en 2014.

La tasa de crecimiento del nivel de maestría pasó de 3.633 estudiantes matriculados en 2014 a 4.836 estudiantes en 2018; en el nivel de doctorado, se observa una disminución pues se pasó de 1.237 matriculados a 1.200 en 2018. Los NBC con mayores estudiantes matriculados en 2018 son agronomía con el 19,1 %, seguido de medicina veterinaria con el 15,2 % y biología con el 13,3 % (tabla 5). En el nivel de doctorado, el principal NBC es biología, microbiología y afines con el 52,9 % de estudiantes, seguido de agronomía con 27,8 % y química con el 5,9 %.

Tabla 5. Estudiantes afines al sector matriculados por núcleos básicos de conocimiento, 2014 y 2018

Núcleo básico de conocimiento	Participación 2014	Participación 2018
Agronomía	18,61 %	19,05 %
Medicina veterinaria	12,06 %	15,22 %
Biología, microbiología y afines	11,74 %	13,34 %
Ingeniería agroindustrial, alimentos y afines	10,37 %	13,14 %
Ingeniería ambiental, sanitaria y afines	13,89 %	8,48 %
Zootecnia	10,76 %	10,02 %
Ingeniería agronómica, pecuaria y afines	7,82 %	8,14 %
Ingeniería agrícola, forestal y afines	6,90 %	6,99 %
Administración	5,07 %	2,75 %
Otros NBC	2,79 %	2,88 %

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del SNIES
Nota: fecha de consulta y actualización 3 de marzo de 2020.

Graduados afines al sector en instituciones de educación superior 2001-2018

Durante el periodo 2001-2018 se graduaron en programas de educación superior en Colombia 4.772.882 estudiantes en todos los niveles de formación, de los cuales el 55,2 % son mujeres y 44,8 % son hombres. Por niveles de formación, 259.567 personas (5,4 %) se graduaron de técnicos profesionales, 1.052.413 (22,0 %) de tecnólogos, 6.133 (0,1 %) de especialistas técnicos y tecnólogos, 2.433.656 (51,0 %) de profesionales universitarios, 854.392 (17,9 %) de especialistas universitarios, 156.893 (3,3 %) de magísteres y 4.924 (0,10 %) de doctores. Se identifica un aumento constante en todos los niveles de formación en el periodo 2001-2018: en maestrías se pasó de 1.811 egresados en 2001 a 27.151 en 2018, y en doctorados, de 33 a 803, en el mismo periodo; esto como resultado en los últimos años de los programas de apoyo a la educación de alto nivel llevados a cabo por diferentes instituciones del Gobierno y de otros organismos de cooperación.

Para el sector agropecuario, se identificaron 198.898 graduados en el periodo de análisis, lo que equivale a una participación del 4,2 % del total nacional. De los graduados del sector, el 51,1 % son hombres y 48,9 %, mujeres. En los niveles de maestría, las mujeres tienen una mayor participación con el 55,3 % frente a un 44,7 % de los hombres, mientras que en doctorado la participación de mujeres es del 48,6 % y de hombres del 51,4 %. El total de graduados en el sector pasó de 4.799 en 2001 a 17.116 en 2018, y su participación con respecto al total nacional pasó del 3,4 % en 2001 al 3,6 % en 2018. Con esto se evidencia un leve aumento, aunque la participación de los graduados del sector en el periodo de análisis sigue siendo bajo: del 4,9 % para los programas de pregrado y del 1,5 % para los de posgrado.

En lo que respecta a la distribución de graduados por nivel de formación, el 53,3 % corresponde a profesionales universitarios, el 35,9 % al nivel tecnológico, el 3,6 % a maestría y el 0,4 % a doctorado (figura 8). Estos resultados evidencian la necesidad de contar con mayor cantidad de graduados en maestría y doctorado, pues son los niveles que mejoran capacidades en actividades de CTI. Sin embargo, es de resaltar que para el nivel de doctorado se registraban a 2018 1.200 estudiantes matriculados versus los 771 graduados entre 2001-2018, lo que significa que en unos años la capacidad del sector incrementaría en más del 150 %. Por su parte, el nivel de maestría registró 4.836 estudiantes matriculados y 7.167 graduados, lo que representa un incremento del 148 %.

En lo relacionado con la cantidad de graduados por NBC, se observa que agronomía es el de mayor cantidad (21,4 %), seguido de biología y afines (13,5 %), ingeniería agroindustrial, alimentos y afines (11,2 %), medicina veterinaria (10,7 %) y zootecnia (10,0 %). Se resalta el crecimiento de graduados en algunos NBC como el de ingeniería ambiental, que pasó de 18 graduados en 2001 a 2.324 en 2018, y el de agronomía, que pasó de 607 en 2001 a 4.305 en 2018. A nivel de maestría y doctorado, las principales áreas en estos son biología con 427 y 3.361 graduados, respectivamente, agronomía con 270 en doctorado y 1.213 en maestría, y economía con 760 en maestría. Los graduados de maestría y doctorado en estos NBC tienen una participación del 77 % del total de graduados afines al sector en estos niveles.

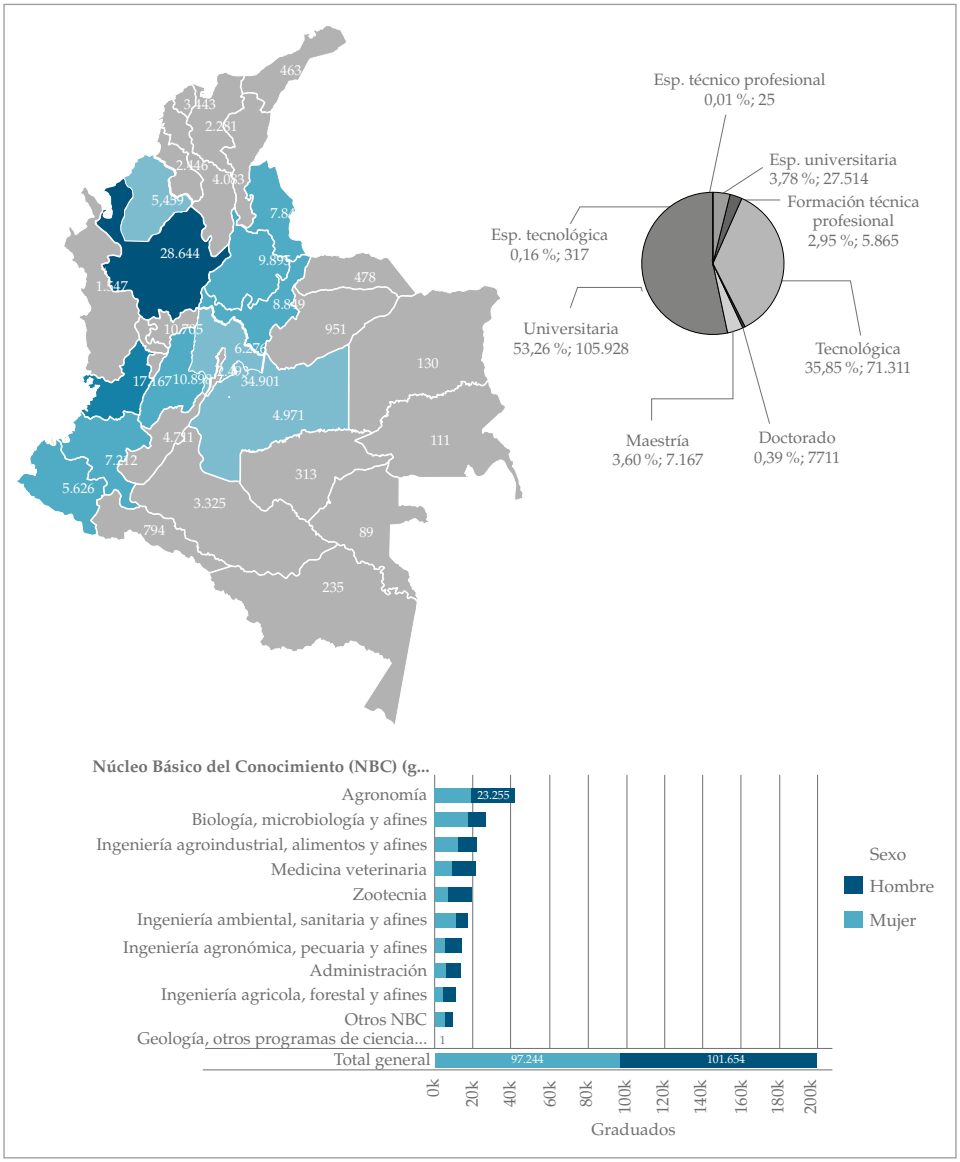


Figura 8. Graduados por departamento, nivel y núcleos básicos de conocimiento afines al sector agropecuario, 2001-2018.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de MEN-SNIES

Nota: fecha de consulta y actualización 3 de marzo de 2020. Software de análisis Tableau.

Como se observa en la figura 8, los departamentos que registran la mayor cantidad de graduados afines al sector son Bogotá (17,5 %), Antioquia (14,4 %) y Valle del Cauca (8,6 %). Se destaca que del total de graduados en doctorado y maestría, el 90,1 % y el 57,1 %, respectivamente, están concentrados en Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca, lo que representa un gran desafío para el país para atender las necesidades en investigación y desarrollo en el sector agropecuario en las demás regiones del país, dada esta concentración del recurso humano.

Ingresos promedio de egresados en los programas afines al sector

Para complementar el análisis de la formación en educación superior del sector, se analizó el ingreso promedio de los egresados en los programas afines y se compararon con los NBC y con el promedio nacional. Para esto, se consultaron las bases del Observatorio Laboral para la Educación (OLE) del MEN, de donde se extrajo la información para los principales NBC del sector, y se hizo un análisis de los ingresos. La tabla 6 muestra el ingreso promedio en general de todos los graduados entre 2007 y 2016 de los niveles profesional, maestría y doctorado que cotizaron al sistema nacional de seguridad social en 2016. Se observa que en el país la tasa de profesionales que cotizan es del 78,9 %, y la tasa de cotizantes de los NBC del sector es del 71 %; los NBC que resaltan son agronomía y zootecnia, que están por debajo del 70 % de cotizantes, lo que evidencia que más del 30 % de los profesionales de estas áreas están en la informalidad laboral, aspecto que representa grandes desafíos para el Estado. En cuanto al ingreso promedio, este se estima en $2.330.0.61, mientras que el promedio de todos los NBC analizados del sector es de $1.781.248, lo que equivale a una brecha salarial del 23,6 %, en la cual los NBC de agronomía y zootecnia vuelven a resaltar por tener una mayor brecha respecto a otros NBC.

Tabla 6. Ingresos promedio graduados del sector (PU, MSc y PhD) por núcleos básicos de conocimientos, 2016

Núcleo básico de conocimiento	Graduados 2007-2016	Graduados cotizantes	Tasa cotización seguridad social	Ingreso promedio $ (PU, MSc, PhD)	Diferencia promedio nacional
Agronomía	134.318	83.848	62,4 %	1.494.277	-35,9 %
Medicina veterinaria	95.396	67.889	71,2 %	1.784.119	-23,4 %
Zootecnia	86.358	58.438	67,7 %	1.578.521	-32,3 %
Ingeniería agrícola, forestal y afines	46.051	34.664	75,3 %	1.842.838	-20,9 %
Ingeniería agroindustrial, alimentos y afines	110.463	85.834	77,7 %	1.831.846	-21,4 %
Ingeniería agronómica, pecuaria y afines	65.874	50.358	76,4 %	1.883.373	-19,2 %
Biología, microbiología y afines	140.355	100.669	71,7 %	2.020.581	-13,3 %
Total NBC sector	678.815	481.700	71,0 %	1.781.248	-23,6 %
Total país	17.424.480	13.748.575	78,9 %	2.330.061	0

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de MEN-SNIES-OLE

Nota: fecha de consulta y actualización 15 de julio de 2019. Información de los graduados entre 2007-2016 que reportan seguridad social.

Para profundizar el análisis, se realizaron los cálculos por NBC y nivel de formación (tabla 7), y se calculó que los profesionales universitarios del país tienen un ingreso promedio de $2.042.295. Por su parte, el promedio de los profesionales de los NBC del sector es de $1.786.945, lo que equivale a una brecha del 12 %. En este nivel, resaltan las diferencias de los NBC de zootecnia (22 %) y medicina veterinaria (17 %). Para el nivel de maestría, el ingreso promedio en el país fue de $4.397.326 y para los NBC del sector, de $3.310.602, lo que representa una brecha del 25 %. Para el nivel de doctorado, el ingreso promedio nacional fue de $6.432.543 y para los NBC del sector fue de $6.351.256. En este punto cabe resaltar que los PhD en medicina veterinaria están en un 13 % por encima del promedio nacional.

Tabla 7. Ingresos promedio graduados del sector por nivel de formación y núcleos básicos de conocimiento, 2016

Núcleo básico de conocimiento	PU	Dif.	MSc	Dif.	PhD	Dif.
Agronomía	1.799.989	-12 %	3.549.824	-19 %	6.462.097	0,5 %
Medicina veterinaria	1.698.637	-17 %	3.467.483	-21 %	7.280.840	13,2 %
Zootecnia	1.597.123	-22 %	3.365.432	-23 %	NA	NA
Ingeniería agrícola, forestal y afines	1.960.936	-4 %	3.422.571	-22 %	NA	NA
Ingeniería agroindustrial, alimentos y afines	1.834.113	-10 %	3.334.818	-24 %	NA	NA
Ingeniería agronómica, pecuaria y afines	1.936.363	-5 %	NA	NA	NA	NA
Biología, microbiología y afines	1.770.558	-13 %	3.217.150	-27 %	6.230.774	-3,1 %
Total NBC sector	1.786.945	-13 %	3.310.603	-25 %	6.351.257	-1,3 %
Total país	2.042.295	0 %	4.397.326	0 %	6.432.543	0,0 %

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de MEN-SNIES-OLE

Nota: fecha de consulta y actualización 15 de julio de 2019. Información de los graduados entre 2007-2016 que reportan seguridad social.

Finalmente, se realizó el análisis de los ingresos por género, nivel y NBC, y se encontró una brecha salarial entre hombres y mujeres en todos los niveles de formación, ya que las mujeres están recibiendo menos ingresos teniendo la misma formación que los hombres. En el nivel profesional universitario la brecha es del 16,2 % en el país, y los NBC del sector se encuentran por debajo del 12 % (ver tabla 8); los NBC con mayor brecha salarial son agronomía y medicina veterinaria. En el nivel de maestría, la brecha del país es del 20,3 % y los NBC con mayor brecha son ingeniería agrícola, agronomía y zootecnia, resalta que el NBC de medicina veterinaria presenta una diferencia a favor de las mujeres de un 5,1 %. Para el nivel de doctorado, la brecha del país es del 11 %; sin embrago, llama la atención que para el NBC de agronomía esa brecha es del 23,3 %.

Tabla 8. Ingresos promedio graduados del sector por nivel de formación, núcleos básicos de conocimiento y género, 2016

Núcleo básico de conocimiento	PU			MSc			PhD		
	H	M	Dif.	H	M	Dif.	H	M	Dif.
Agronomía	2.038.432	1.802.677	**-11,6 %**	4.200.831	3.403.414	**-19,0 %**	7.848.318	6.021.688	**-23,3 %**
Medicina veterinaria	1.862.857	1.650.734	**-11,4 %**	3.600.672	3.783.151	**5,1 %**	7.590.857	6.919.707	**-8,8 %**
Zootecnia	1.809.710	1.669.321	**-7,8 %**	4.128.564	3.483.424	**-15,6 %**	NA	NA	**NA**
Ingeniería agrícola, forestal y afines	2.203.328	1.988.925	**-9,7 %**	3.690.267	2.722.941	**-26,2 %**	NA	NA	**NA**
Ingeniería agroindustrial, alimentos y afines	2.129.374	1.937.552	**-9,0 %**	3.532.706	3.368.439	**-4,6 %**	NA	NA	**NA**
Ingeniería agronómica, pecuaria y afines	2.172.086	1.978.151	**-8,9 %**	NA	NA	**NA**	NA	NA	**NA**
Biología, microbiología y afines	2.013.040	1.947.845	**-3,2 %**	3.912.788	3.365.697	**-14,0 %**	7.104.155	6.323.195	**-11,0 %**
Total país	2.430.607	2.036.689	**-16,2 %**	5.266.321	4.195.386	**-20,3 %**	7.502.434	6.675.095	**-11,0 %**

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de MEN-SNIES-OLE

Nota: fecha de consulta y actualización 15 de julio de 2019. Información de los graduados entre 2007-2016 que reportan seguridad social.

18
19

Capítulo V

Capacidades de investigación, desarrollo e innovación del sector agropecuario

En esta sección, se presentan las instituciones de I+D+i identificadas en el país y la información de grupos de investigación e investigadores afines al sector, la cual se comparó con referentes regionales. Luego, se muestra la información de becas e incentivos a jóvenes investigadores que se otorgaron en el país, así como los apoyos y beneficios otorgados a centros de investigación. Finalmente, se exponen las principales necesidades de formación en el país, en función de las áreas temáticas identificadas en el proceso de actualización de la Agenda Nacional de I+D+i.

Instituciones de investigación, desarrollo e innovación del sector agropecuario

Las universidades y los centros de investigación componen las principales instituciones de I+D+i en el sector. AGROSAVIA es la principal institución pública de investigación en el sector y está adscrita al MADR. Esta institución cuenta con el observatorio del SNIA, el cual, a través de la consolidación de la plataforma Siembra, ha identificado 176 instituciones en 2019, ubicadas en diferentes departamentos (figura 9). Existen regiones que no reportan instituciones, como los departamentos de San Andrés y Providencia, Amazonas, Guainía y Vichada. Esta concentración de organizaciones es consecuente con la centralización de la oferta educativa, lo cual plantea grandes desafíos para Colombia en cuanto a mejorar la cobertura en educación y CTI de todas las regiones del país.

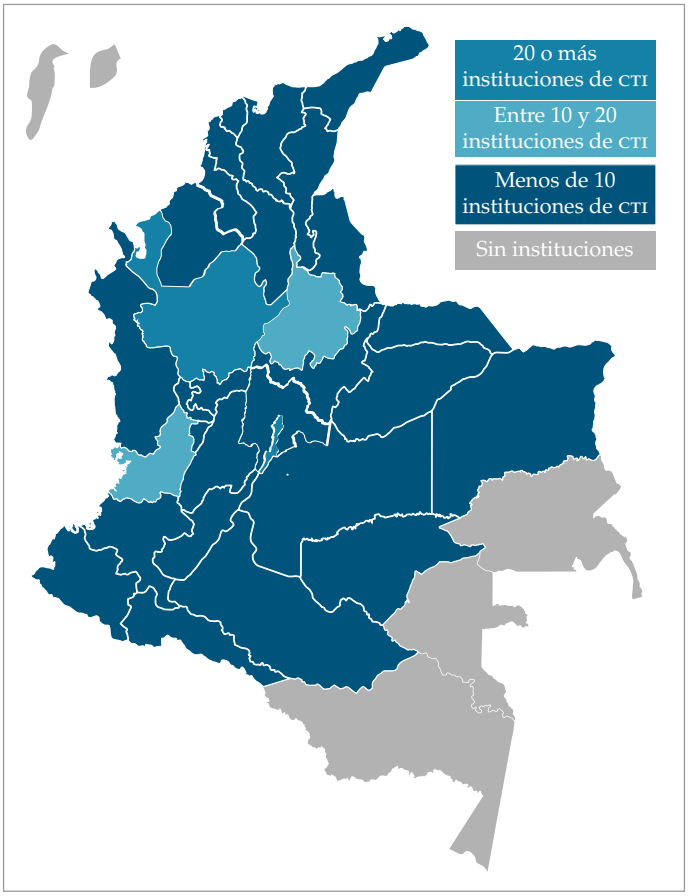


Figura 9. Distribución geográfica de las instituciones de investigación, desarrollo e innovación afines al sector.

Fuente: Elaboración propia, a partir de información del programa Siembra (s. f.)

Grupos de investigación

MinCiencias (Colciencias, 2019) reporta que en Colombia, de acuerdo con los resultados de la convocatoria 833 de 2018, se reconocieron 5.772 grupos de investigación; de estos, 717 están en categoría A1, 1.023 en categoría A, 1.285 en categoría B, 2.328 en categoría C y 419 son reconocidos. El 37,6 % de los grupos reconocidos pertenece a ciencias humanas, sociales y a educación como programas principales; el 16,3 %, a ciencia, tecnología e innovación en salud; el 11,1 %, a ciencias básicas; el 8,9 % a ciencia, tecnología e innovación en ingeniería, y el 5,6 %, a las ciencias agrícolas, lo que muestra una baja participación de los grupos del sector agropecuario en el total nacional.

El programa de ciencias agrícolas reconoció 309 grupos asociados como programa principal y 155 como secundario; sin embargo, luego de revisar otros programas de ciencia y tecnología de Colciencias para identificar grupos con afinidad al sector, se encontraron 878 grupos.

En relación con las áreas adscritas de los grupos identificados y reconocidos para el sector, el 31 % reportó ciencias biológicas; el 21 %, agricultura, silvicultura y pesca; el 9,7 %, ciencias veterinarias, y el 9,3 %, otras ingenierías. De los 665 grupos de investigación reconocidos en 2018 afines al sector, el 12,1 % está en categoría A1 (figura 10); asimismo, 126 pertenecen a la Universidad Nacional de Colombia, lo que equivale al 18,9 % del total de grupos, seguido de la Universidad de Antioquia con 35 (5,3 %) y la Universidad de Nariño y la Universidad de Córdoba con 18 grupos cada una. Los grupos están concentrados en Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca, donde se cuenta con buena capacidad en infraestructura, con graduados y programas de formación.

Respecto a las cadenas que abordan los grupos, 291 trabajan temas trasversales como suelos, aguas, manejo ambiental, biotecnología, entre otros. Para la cadena cárnica bovina, se identificaron 222; para frutales, 220; para hortalizas, 192; para láctea, 191; para acuicultura, 174; para alimentos balanceados (maíz, soya) 141; para café, 122; para plantas aromáticas y medicinales, 104, y papa, 104. Estas son las cadenas más representativas.

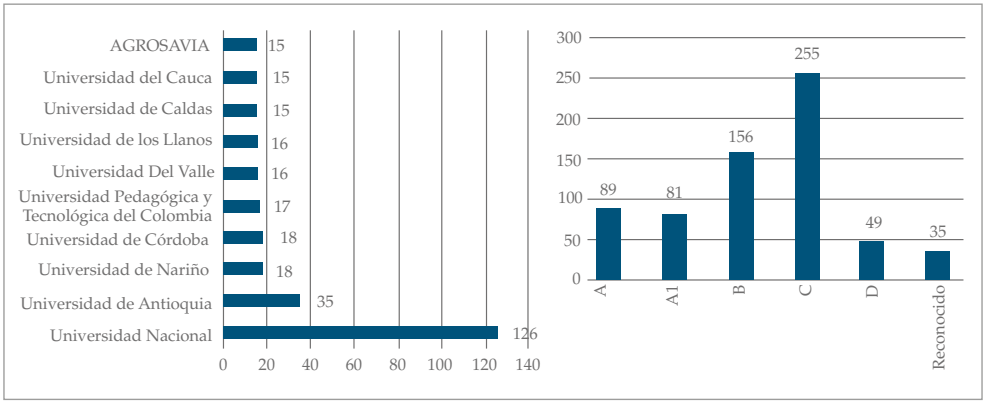


Figura 10. Grupos de investigación afines al sector agroindustrial por institución y categoría, 2018

Fuente: Elaboración propia, a partir de la consulta en las plataformas Scienti y Siembra (s. f.)

Personal dedicado a la investigación y al desarrollo en el sector

Para 2017, se identificaron en el país 1.515[17] investigadores de jornada completa (EJC) para el sector. Se evidencia que desde el 2001 hay una tasa promedio de crecimiento anual del 2,9 %. Entre el periodo 2001 y 2009 hubo un crecimiento constante, jalonado principalmente por las políticas y los incentivos como el Programa de Transición de la Agricultura, los del Gobierno nacional con becas y créditos educativos, entre otros. En 2010-2012, se presentó una caída en la cantidad de investigadores, influenciada por la finalización del PTA y la transición del nuevo Gobierno; sin embargo, AGROSAVIA, como entinad estatal de investigación agropecuaria[18], en 2013 reportó 322 investigadores EJC[19], lo que muestra un crecimiento entre 2006-2013 del 17,9 %, dado principalmente por el apoyo del Gobierno, que ha fortalecido la institución. En 2017, AGROSAVIA aportó el 24 % de los investigadores EJC del sector.

En relación con el número de investigadores por millón de habitantes, se observa que el país reportó en 2001 un promedio de 24,2 investigadores EJC por cada millón de habitantes. Este indicador cayó a 21,3 en 2011, y en 2017 se registraron 31 investigadores por millón de habitantes, lo cual evidencia que en el país la cantidad de investigadores no ha crecido en proporción a la población. La mayor concentración en cuanto al enfoque de investigación es en cultivos, con el 60 %, siendo frutales el de mayor porcentaje con el 17 % del total de investigadores EJC, seguido de café con el 15 % y palma con el 14 %. El tema de recursos naturales concentra el 122 % de los investigadores, mientras que la ganadería reúne un 10 % (figura 11).

[17] Resultados preliminares de la Encuesta Nacional CTI agropecuaria de AGROSAVIA.

[18] La Ley 1731 de 2014 adopta medidas, especialmente en materia de financiamiento, tendientes a impulsar la reactivación del sector agropecuario, pesquero, acuícola, forestal y agroindustrial, y a fortalecer a AGROSAVIA.

[19] La equivalencia a jornada completa se calcula sumando las horas dedicadas a investigación por cada investigador en un año dividido en 1.920 horas, lo que corresponde a la cantidad de horas al año que una persona dedicaría trabajando a tiempo completo en actividades de I+D.

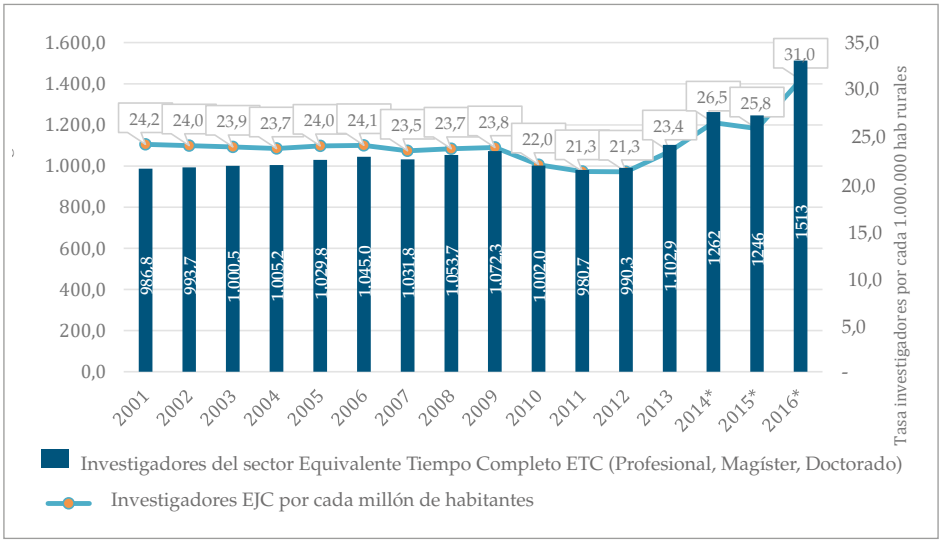


Figura 11. Evolución de investigadores del sector EJC, 2001-2016.

Fuente: Elaboración propia, a partir de la base de datos de Agricultural Science and Technology Indicators (ASTI); International Food Policy ResearchInstitute (IFPRI, 2020); DANE (2017)

Nota: resultados preliminares de la Encuesta Nacional CTI Agropecuaria de AGROSAVIA-OCyT.

Para analizar las capacidades nacionales en comparación con otros referentes, se tomó como base el trabajo de Stads et al. (2016), el cual analizó las fichas técnicas por países elaboradas por el programa Indicadores de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (ASTI), bajo el liderazgo del Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI), utilizando los datos obtenidos a partir de encuestas aplicadas en 27 países de Latinoamérica y el Caribe, y fuentes secundarias adicionales[20].

El gasto en I+D agropecuario de Brasil en 2013 fue de 2.704 millones de dólares, siendo el país más importante en la región en inversión en I+D agropecuario, seguido de Argentina y México con más de 700 millones de dólares, Colombia con 254 millones de dólares y Chile con 186 millones de dólares (tabla 9). Brasil participa en 2013 con más de la mitad del gasto total de la región y el resto de los países de la zona cuentan con una investigación agropecuaria más pequeña, lo cual se refleja en sus bajos porcentajes de gasto en investigación agropecuaria a nivel regional.

[20] En Colombia, los responsables de la encuesta fueron el Departamento de Articulación Institucional de AGROSAVIA, específicamente los colaboradores Claudia Uribe, Angélica Londoño y Carlos Contreras, junto con el OCyT.

Tabla 9. Recursos humanos por instituto nacional de innovación agropecuaria y formación

País	Gasto total (millones de dólares PPA a 2011) 2012/2013	Participación	Número total de investigadores (ETC)	Participación	Gasto en I+D+I por cada investigador EJC (millones de dólares PPA a 2011)
Argentina	732	14,3 %	5.825	28,3 %	0,13
Bolivia	59	1,1 %	190	0,9 %	0,31
Brasil	2704	52,7 %	5.869	28,5 %	0,46
Chile	186	3,6 %	716	3,5 %	0,26
Colombia	254	4,9 %	1103	5,4 %	0,23
Costa Rica	37	0,7 %	242	1,2 %	0,15
República Dominicana	20	0,4 %	200	1,0 %	0,10
Ecuador	27	0,5 %	149	0,7 %	0,18
Guatemala	16	0,3 %	142	0,7 %	0,11
Honduras	8	0,2 %	88	0,4 %	0,09
México	710	13,8 %	3.967	19,3 %	0,18
Nicaragua	17	0,3 %	131	0,6 %	0,13
Panamá	15	0,3 %	133	0,6 %	0,11
Paraguay	27	0,5 %	210	1,0 %	0,13
Perú	83	1,6 %	339	1,6 %	0,24
Uruguay	77	1,5 %	372	1,8 %	0,21
Venezuela	86	1,7 %	503	2,4 %	0,17
Caribe anglófono	37	0,7 %	189	0,9 %	0,20
Total	5134	100,0 %	20.580	100,0 %	0,25

PPA: paridad del poder adquisitivo.
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Stads et al. (2016)

Según Stads et al. (2016), el gasto en I+D agropecuario de la región aumentó en un 2,7 % anual durante el periodo 2009-2013; Argentina, Colombia, Paraguay y Venezuela presentaron los mayores crecimientos, mientras que en Perú disminuyó en los últimos años. Para el caso de Colombia, se evidenció que la iniciativa del Gobierno de la Agenda Nacional de I+D+i en 2011 ayudó en el aumento de la inversión en I+D agropecuario, sumado a la reforma del sistema nacional de regalías.

En relación con los investigadores agropecuarios en EJC durante el periodo 2012-2013, la región contó con 20.580 investigadores: Brasil con 5.869, Argentina con 5.825 y México con 3.967, lo que equivale a una, participaron del 76 % del total regional. Colombia y Chile representaron el 5 % y el 3 %, respectivamente; por su parte, los demás países de la región participaron con el 15 % del total. El número de investigadores agropecuarios en la región aumentó en un 2,6 % al año durante 2009-2012/2013, y países como Argentina, República Dominicana, Honduras y Paraguay reportaron la mayor tasa; México tuvo una disminución de investigadores en entidades gubernamentales por motivos de jubilación, lo cual fue compensado con un incremento en el número de investigadores en el sector de la educación superior; esta misma tendencia se evidencia en Brasil (Stads et al., 2016).

En lo que respecta al nivel educativo de los investigadores, en 2013 aproximadamente el 75 % de los investigadores afines al sector agropecuario de Brasil y el 50 % de los investigadores de México tenían nivel de formación de doctorado, lo que equivale al 72 % de los investigadores con nivel de doctorado en la región. Desde 2006 hasta 2013, el número de investigadores calificados a nivel de doctorado contratados en la Empresa Brasilera de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa) aumentó un 36 %, mientras que los investigadores de nivel profesional y maestría disminuyeron en más del 50 %.

Se resalta que la mayoría de los países más pequeños de la región carecen de programas de doctorado en ciencias agropecuarias y veterinarias a nivel local, lo que incide en las capacidades de dichos países; a esto se suma el hecho de que los procesos de formación doctoral son dispendiosos y costosos, y a menudo tardan décadas. En Argentina, Colombia y Perú, se han establecido programas nacionales para atraer investigadores altamente calificados que se encuentren trabajando en el exterior. AGROSAVIA, por ejemplo, ha implementado por medio del programa Es tiempo de volver (de Colciencias) la repatriación de 28 doctores entre 2014 y 2015.

Otro de los aspectos analizados en el estudio fue el promedio de edad de los investigadores: 40 % de los investigadores agropecuarios de la región tenía más de 55 años en 2013, y a la fecha de la presente publicación (2020) tendrían más de 60 años, lo que significa que muchos están en fase de jubilación. Lo anterior evidencia un panorama retador para la región, dado que en países como Guatemala, Panamá y Perú, más del 70 % de los investigadores agropecuarios calificados a nivel de PhD en 2020 tienen más de 55 años, y en México, por ejemplo, se perdió un número considerable de investigadores altamente experimentados con título de doctorado después de planes de jubilación voluntaria. Esta situación plantea la necesidad urgente de crear estrategias de sucesión en varios países de la región. Para el caso de Colombia, el estudio resaltó que es el país que contrata al grupo más joven de investigadores agropecuarios entre los países de la región, debido principalmente al importante papel que juegan las universidades y los gremios en la investigación agropecuaria, y al incremento de la contratación de investigadores jóvenes por parte de centros de investigación, jalonado principalmente por AGROSAVIA. Esto se logra gracias al apoyo del Gobierno y a programas en el país como Es Tiempo de Volver, el cual permitió la vinculación de 29 investigadores PhD menores de 40 años que se encontraban fuera del país entre 2014 y 2015.

En lo que respecta al enfoque de la investigación en la región, en 2013 más del 50 % de los investigadores analizados realizó investigaciones sobre cultivos y el 17 %, en ganadería. Los investigadores en los países del trópico de la región se enfocan en los cultivos de banano, café y azúcar, mientras que en los países del sur se concentran en los cultivos de trigo, soya y uva.

Finalmente, se hizo una estimación promedio del gasto en I+D+i agropecuaria en millones de dólares gastados por investigadores EJC y se identificó que el promedio de la región es de 0,25 millones de dólares gastados por investigador en 2013. Si se excluye a Brasil, que reporta un valor de 0,46 millones de dólares, el promedio de la región cae a 0,17 millones de dólares. En este indicador, Colombia se sitúa en la quinta posición en la región, con un gasto promedio de 0,23 millones de dólares por investigador, lo que deja al país por detrás de Brasil, Bolivia, Chile y Perú.

Para complementar el análisis con los referentes, se estudió la producción científica de países de la región en el área de ciencias agropecuarias y se

construyeron indicadores a partir de la información reportada por la plataforma Scopus[21] en relación con la cantidad de registros y de autores, tanto del país como de las principales instituciones analizadas. Se observó a Colombia frente a Argentina, Brasil, Chile, Perú y México en temas de productividad científica en Scopus de 2006-2018, para el área temática de agricultura y ciencias biológicas. Asimismo, se analizaron los institutos nacionales de innovación agropecuaria de la región (INIA), AGROSAVIA, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina, Embrapa de Brasil, el INIA de Chile y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). También se consideraron dentro de los referentes nacionales a AGROSAVIA, la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de Antioquia, Universidad del Valle, el Centro Internacional de Agricultura Tropical, la Universidad de los Andes, la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite y el Centro Nacional de Investigaciones de Café.

Para obtener el dato de la cantidad de investigadores, se utilizó la información reportada por los Agricultural Science and Technology Indicators (ASTI), que dispone de información de la mayoría de los países hasta 2013. De igual forma, mediante el uso de regresión lineal en las series históricas de cada uno de los países, se estimó la cantidad de investigadores en EJC para 2014-2018, y los investigadores EJC por INIA; esto se utilizó para estimar la producción promedio por investigador, tanto por país como por INIAS, y las principales instituciones de investigación de Colombia.

El primer indicador que se utilizó fue la cantidad de publicaciones en el área de agricultura y ciencias biológicas en el periodo 2016-2018. En la figura 12, se observa que Brasil es el país de la región con mayor cantidad de registros, con un total de 146.000 en el periodo de análisis, seguido de México y Argentina con 40.000 y 34.000, respectivamente; estos tres países participaron con el 86 % de las publicaciones analizadas entre los seis países, mientras que Colombia tiene participación del 5,1 %. En relación con la tasa promedio de crecimiento de las publicaciones, Colombia presenta la mayor tasa en el periodo analizado, con el 13 %; sin embargo, en los últimos dos años ha evidenciado un decrecimiento promedio del 5 %; Brasil muestra una tasa de crecimiento anual del 9 % y en los últimos dos años, del 4 % promedio.

[21] Véase: www.scopus.com

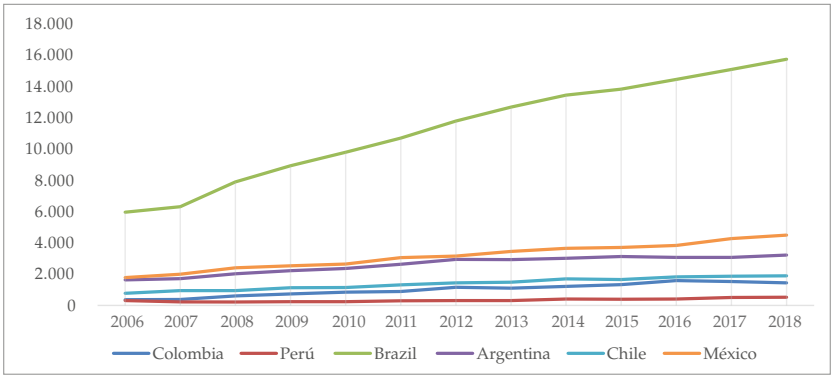


Figura 12. Publicaciones por país en las áreas de agricultura y ciencias biológicas, 2006-2018.
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus
Nota: fecha de consulta 30 de enero de 2019. Scopus, software de procesamiento Microsoft Excel®.

En la figura 13, se presenta el promedio de publicaciones por investigadores EJC del sector en cada uno de los países analizados. Chile y Brasil son los de mayor tasa de producción por investigador, con registros superiores a dos publicaciones por año en promedio. Es de resaltar el caso de Chile como líder regional, con promedio por investigadores de 2,6 en 2018, con lo que supera a Brasil. Colombia y Perú evidencian promedios similares, y en 2016 se dio el registro más alto para Colombia, con 1,5; sin embargo, la brecha de los países analizados respecto a Chile y Brasil es de aproximadamente 1,2 artículos por autor y por año.

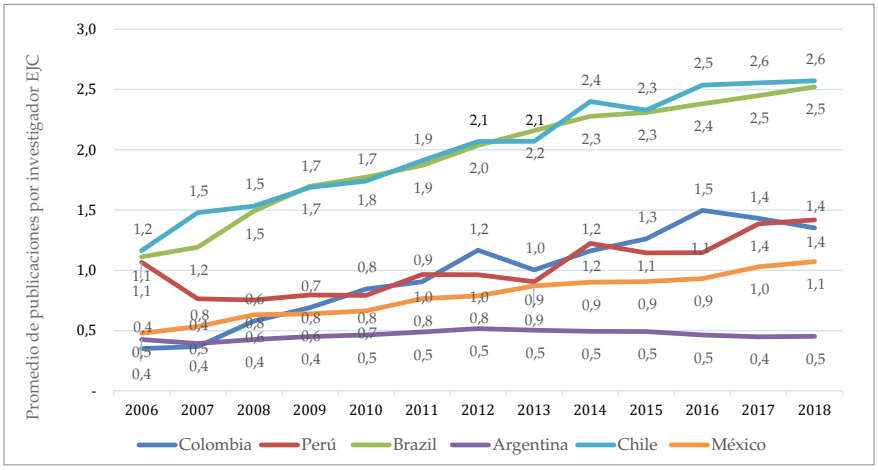


Figura 13. Publicaciones promedio por investigadores EJC del sector por país en las áreas de agricultura y ciencias biológicas, 2006-2018.
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus
Nota: fecha de consulta 30 de enero de 2019. Scopus, software de procesamiento Microsoft Excel®.

Luego del análisis por país, se procedió a analizar la productividad científica de los INIA de cada país, con excepción de Perú. Se identificaron las publicaciones totales en el área de agricultura para el periodo de análisis y se estimaron los promedios de publicación por autores de dichas instituciones. Embrapa reportó en el periodo de análisis 20.978 publicaciones, de las cuales el 73,3 % corresponde al área de ciencias agropecuarias; asimismo, se registraron 6.451 autores con afiliación a Embrapa, que tienen un promedio de 3,3 publicaciones por autor, siendo este el mejor registro de los INIA analizados (figura 14).

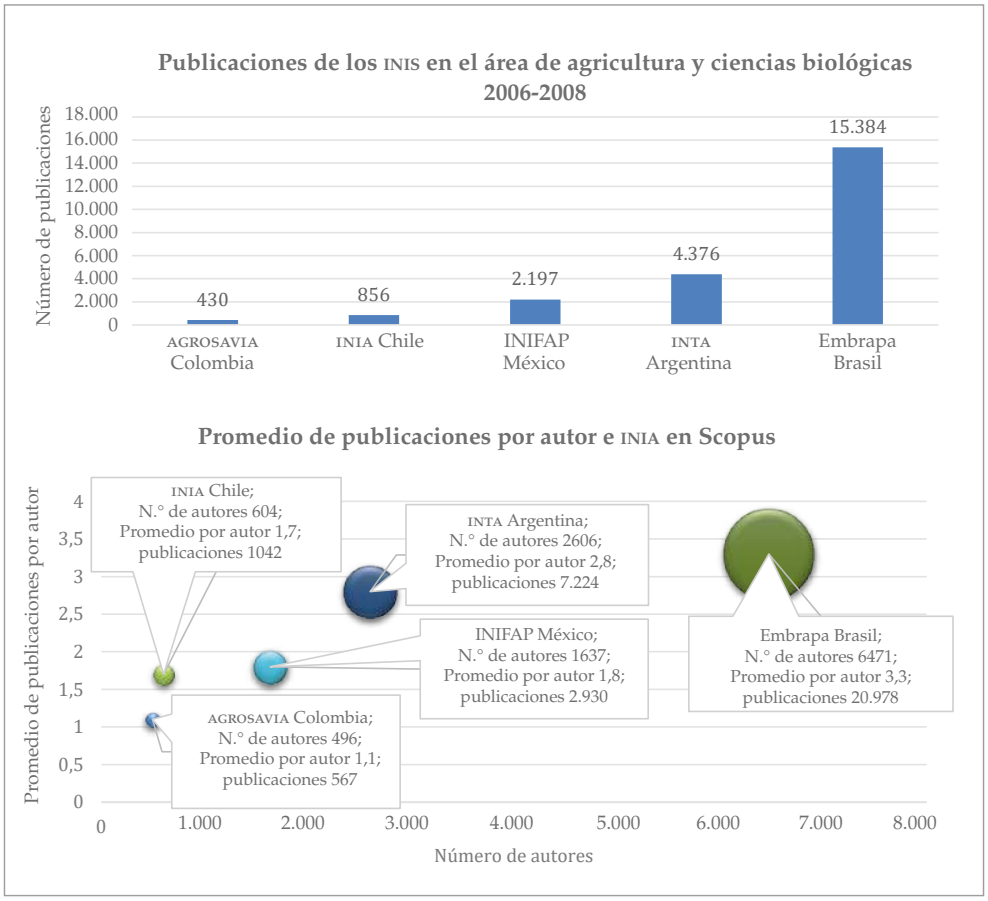


Figura 14. Análisis de las publicaciones de los institutos nacionales de innovación agropecuaria, 2006-2018.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus

Nota: fecha de consulta 30 de enero de 2020. Software de procesamiento Microsoft Excel®.

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina registró 7.224 publicaciones, de las cuales el 60,6 % son del área de ciencias agropecuarias, y un promedio de publicación por autor de 2,8. Para el caso de AGROSAVIA, el INIA de Colombia muestra una brecha considerable con los demás INIA en todas las variables (total publicaciones, cantidad de autores y promedio publicaciones por autor), lo que representa grandes retos para alcanzar los promedios regionales.

La figura 15 muestra el resultado del análisis comparativo entre las principales instituciones que realizan investigación en el sector agropecuario en Colombia. La Universidad Nacional de Colombia es la de mayor cantidad de publicaciones en Scopus, seguida del Centro Internacional de Agricultura Tripical, el cual reporta mayor promedio de publicaciones por autor, con 3. AGROSAVIA cuenta con menor cantidad de publicaciones que las universidades; sin embargo, sobresalen de los centros nacionales de investigación como la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite y Centro Nacional de Investigaciones de Café.

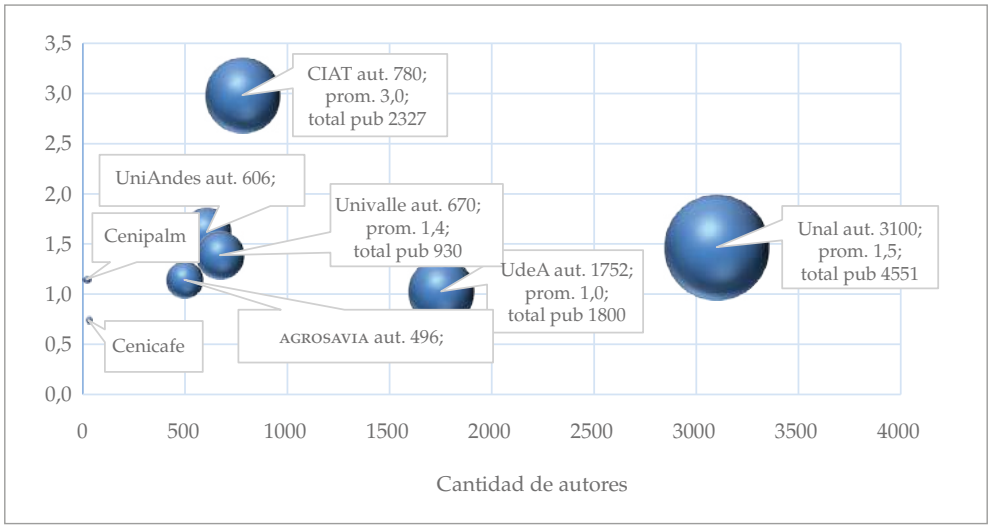


Figura 15. Análisis de las publicaciones principales de investigación a nivel nacional en el sector agropecuario, 2006-2018.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus

Nota: fecha de consulta 30 de enero de 2020. Software de procesamiento Microsoft Excel®.

Becas e incentivos para jóvenes investigadores, maestrías y doctorados

Se realizó el análisis de las becas y los créditos otorgados por Colciencias, el Icetex y otras instituciones que dan apoyo a la formación de recurso humano. Uno de los incentivos identificados es el Programa Jóvenes Investigadores de Colciencias, el cual busca que profesionales jóvenes establezcan vínculos y se involucren en las actividades de grupos y centros de investigación y desarrollo tecnológico. En la figura 16, se presenta el número de beneficiarios del sector agropecuario del programa de jóvenes investigadores entre 1995 y 2016; así, han sido beneficiados 1.055 jóvenes investigadores, con una participación del 11,8 % del total de beneficios otorgados en este mismo lapso.

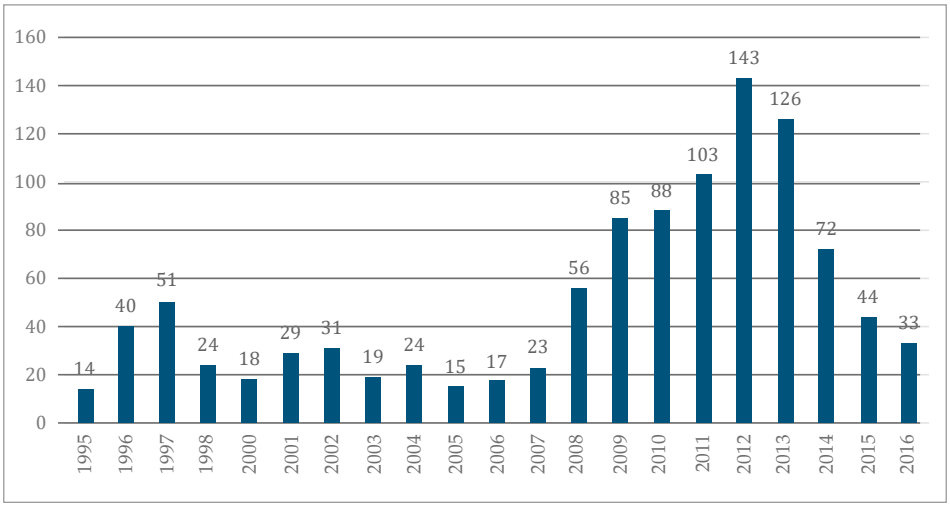


Figura 16. Jóvenes investigadores en el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología agropecuaria (PNCyT), 1995-2016.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Colciencias (2018) y del OCyT (2018)

El otro incentivo identificado son las becas y los créditos otorgados por diferentes instituciones y programas en el país para la formación en maestría y doctorado. Al respecto, en la tabla 10 se observa un crecimiento importante desde 2007; en 2013 hubo una desaceleración en las becas por reajustes a los programas vigentes y la estructuración de nuevos mecanismos de apoyo, lo cual se ve reflejado en 2014 con un total de 7.956 beneficiarios de becas de maestría y doctorado, equivalente a un crecimiento de más del 150 % respecto al año anterior. Por nivel de formación y área de conocimiento, el

área de ciencias agrícolas ha sido beneficiada con 507 (5,9 %) de los 8.569 incentivos otorgados entre 2007 y 2016 para formar doctores, y con 1.637 (5,1 %) de los 32.401 incentivos otorgados para maestría.

Tabla 10. Becas, créditos y becas-crédito para maestría y doctorado, 2007-2016

Año	Doctorado			Maestría		
	Total doctorado	Sector agropecuario	Participación	Total maestría	Sector agropecuario	
2007	239	4	1,7 %	445	6	1,3 %
2008	356	11	3,1 %	1.467	21	1,4 %
2009	479	31	6,5 %	1.031	19	1,8 %
2010	731	19	2,6 %	2.941	40	1,4 %
2011	836	56	6,7 %	3.239	10	0,3 %
2012	1.159	59	5,1 %	3.826	102	2,7 %
2013	977	74	7,6 %	2.130	112	5,3 %
2014	1.703	102	6,0 %	6.253	951	15,2 %
2015	1.217	99	8,1 %	5.770	184	3,2 %
2016	872	52	6,0 %	5.299	192	3,6 %
Total	8.569	507		32.401	1637	

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de OCyT (2018)

Nota: se contemplan datos de becas del Banco de la República, Colciencias, Colfuturo, Comisión Fulbright Colombia, DNP, Ecopetrol, Fundación Mazda, Icetex y Fundación Carolina.

Una gran cantidad de los incentivos para la formación de capacidades en Colombia son administrados por Colciencias, institución que participó con el 74,8 % de los incentivos otorgados para la formación doctoral en el periodo de análisis y con el 19,7 % para maestrías. Por su parte, Colfuturo tuvo una participación del 9,5 % en doctorado y del 22,1 % en maestría, y el Icetex del 9,8 % en doctorado y del 55,5 % en maestría. Estas tres instituciones han brindado en el periodo de análisis más del 96 % de los incentivos del país; sin embargo, como se mencionó anteriormente, no hay una articulación entre las instituciones que brindan los incentivos y tampoco existen directrices por parte del Gobierno para la asignación de los beneficios a las áreas del conocimiento que requiere el país. El área de estudio seleccionada, en la mayoría de los casos, depende del interés del candidato. Otro de los resultados del análisis es que un alto porcentaje de los beneficiaros escoge los

países de lengua castellana para el desarrollo de sus estudios, debido a que una gran cantidad de profesionales colombianos no domina una segunda lengua como el inglés, lo que limita el acceso a incentivos.

Por otra parte, el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 (DNP, 2019) plantea en temas de incentivos que el Gobierno nacional: 1) destine recursos para inversión en las instituciones públicas de educación superior y para el financiamiento de sus gastos de funcionamiento; 2) financie el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, a través de Colciencias; 3) implemente una reforma integral al Icetex en los temas de gobernanza, estructura y características de su portafolio de servicios y fuentes de financiación; 4) impulse el desarrollo de nuevos instrumentos de amortización, y 5) implemente incentivos para fomentar la permanencia, la graduación y la excelencia de la educación. Con estos incentivos, el Gobierno nacional espera tener 85.000 estudiantes matriculados en los niveles de maestría y doctorado para el periodo 2018-2020.

Adicional a esto, en temas de CTI, el PND 2018-2020 plantea dentro de las estrategias más relevantes que Colciencias, en trabajo conjunto con otras instituciones del Gobierno, lidere la gestión para la declaración de importancia estratégica del programa de formación y vinculación doctoral que garantice la financiación sostenida en el largo plazo. Asimismo, se propone que Colciencias, el MEN y el Icetex alineen la oferta de instrumentos para la financiación de formación de doctorado y maestrías con las apuestas de largo plazo y áreas prioritarias definidas por el Gobierno nacional; de igual forma, que implementen incentivos e instrumentos orientados a que los resultados de investigación de la formación doctoral permitan abordar los problemas específicos y que atiendan las necesidades de las regiones en concordancia con sus áreas prioritarias (DNP, 2019).

El PND 2018-2022 también plantea analizar el Programa Crédito Beca, con el fin de que esté alineado con las apuestas de largo plazo del Gobierno nacional y que incluya incentivos para reducir la brecha de género en CTI. Otra propuesta es diseñar incentivos para que los investigadores se vinculen al sector productivo, así como priorizar la asignación del cupo de beneficios tributarios en CTI a proyectos que hayan garantizado la vinculación de doctores (DNP, 2019).

Como metas relevantes del cuatrienio se definieron las siguientes: que el porcentaje de investigadores vinculados al sector empresarial sea el 2%, crear 3.680 nuevas becas y nuevos créditos beca para la formación de doctores, 800 nuevas estancias posdoctorales y tener 2.440 jóvenes investigadores e innovadores apoyados por Colciencias y aliados.

Centros de investigación, beneficios tributarios y proyectos financiados por Colciencias

Como complemento a la formación de capacidades en recurso humano, en Colombia se apoya a los centros de desarrollo tecnológico (CDT) y centros de investigación con recursos para su fortalecimiento, los cuales se destinan a infraestructura, laboratorios, equipo, entre otros. De acuerdo con Colciencias (2018), en el país se reconocieron entre 2015 y 2016 44 centros de investigación y 24 CDT. En el sector, hay cuatro centros de investigación agropecuaria y dos de biotecnología, y ocho CDT del programa de ciencias agropecuarias y uno de biotecnologia (tabla 11).

Tabla 11. Listados de CDT y centros de investigación reconocidos para el sector

Centros de desarrollo tecnológico reconocidos	Centros de investigación
Corporación Colombia Internacional (CCI)	Corporación Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia (Ceniacua)
Teamfoods Colombia	Corporación para el Desarrollo Participativo y Sostenible de los Pequeños Productores Rurales (PBA)
Fundación Intal - Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria	Instituto de Biotecnología - Universidad Nacional de Colombia
Centro de Bioinformática y Biología Computacional (CBBC)	Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV)
Centro Regional de Productividad e Innovación del Cauca (CREPIC)	Corporación para el Desarrollo de la Biotecnología (BIOTEC)
Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Ccenicaña)	Corporación Corpogen
Corporacion Centro de Desarrollo Tecnologico Piscicola Surcolombiano (Acuapez)	

(Continúa)

(Continuación tabla 11)

Centros de desarrollo tecnológico reconocidos	Centros de investigación
Corporación Centro de Investigación para la Gestión Tecnológica de Passiflora del Departamento del Huila (Cepass Huila)	
Centro de Productividad del Tolima (CPT)	

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Colciencias (2018)

En relación con los incentivos tributarios, en el periodo 2007-2016 se aprobaron en el país 1.732 solicitudes por un monto de 2.802.278 millones de pesos; de estas, el sector agropecuario tuvo acceso al 1,74 % del total de recursos con 123 solicitudes aprobadas (54 por inversión, 17 por donación y 52 por exención de IVA) (OCyT, 2018). Colciencias brindó apoyo para proyectos de investigación en el periodo 2007-2016 y aprobó recursos por 902.618 millones de pesos para 3.597 proyectos. El sector agropecuario participó con el 8,46 % de dichos recursos para 292 proyectos aprobados, con aportes de Colciencias de 76.332 millones de pesos, contrapartida de 79.137 millones de pesos.

Disciplinas identificadas para atender la Agenda Nacional de I+D+i

La Agenda Nacional de I+D+i para el sector identifica las demandas de investigación por cadena productiva, las cuales tienen asociada un área temática. En esta sección, se presenta el análisis de las principales áreas del conocimiento requeridas para la atención de las agendas, las cuales se cruzaron con la oferta de graduados en el país y el énfasis de los investigadores del sector.

La mayor concentración de las demandas de la agenda está en las áreas de conocimiento de manejo de cosecha, poscosecha y transformación, con el 15,8 %; les siguen las de socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial, con el 11,6 %; material de siembra y mejoramiento genético, con el 10,6 %;

manejo del sistema productivo, con el 10,6 % y manejo sanitario y fitosanitario, con el 8,7 % (figura 17). Estas demandas requieren profesionales de las áreas de agronomía, agricultura, ingenierías agrícola, agroindustrial, agronómica, mecánica e industrial. En cuanto a las especialidades, es necesario que el país tenga profesionales en temas de horticultura, ciencia y tecnología de alimentos, mejoramiento genético animal y vejeta, y fitomejoramiento y protección vegetal, así como expertos en poscosecha, cambio climático, manejo de aguas, sistemas de producción animal y vegetal, entre otros.

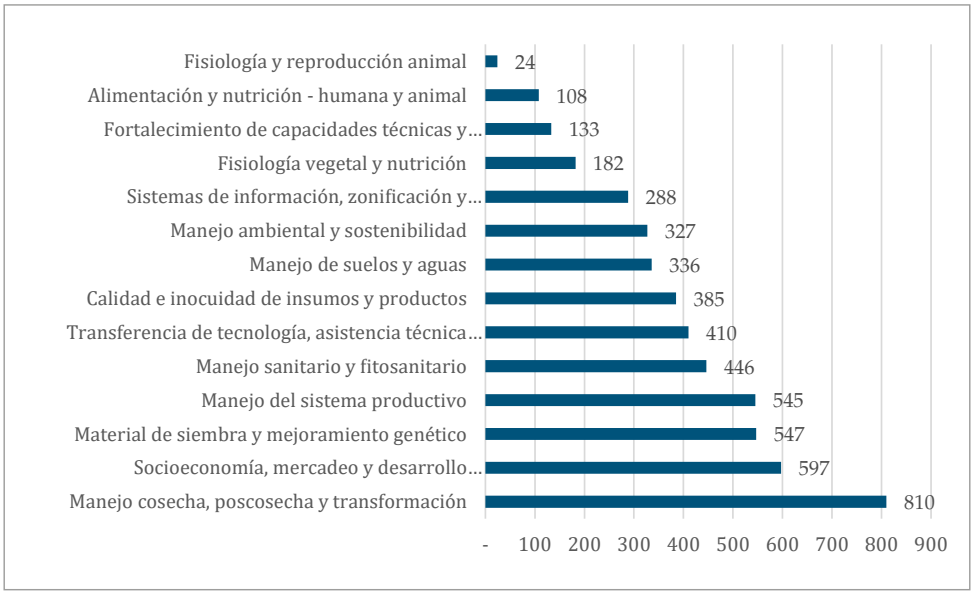


Figura 17. Demandas de la Agenda Nacional de I+D+i del sector por área temática.
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de la plataforma Siembra (s. f.)

En las áreas de formación en alto nivel, se observan, gracias a los resultados de la encuesta ASTI, del Pectia y de otros diagnósticos realizados, que para el sector en el área de cosecha y poscosecha se requieren especialistas para tecnologías en siembra, mecanización agrícola, mecanización del suelo, procesos de poscosecha y agregación de valor, y tecnologías de agricultura de precisión, todo esto con énfasis en pequeños productores. En el área de agronomía, el país requiere mejoradores y fitomejoradores en especies como forrajes, frutales, hortalizas, transitorios, entre otros; asimismo, expertos en manejo de suelos y aguas, manejo de los sistemas productivos, cultivos de ciclo

corto, cultivos de frutas y hortalizas, especialistas en temas de agrometeorología, etcétera, y en las áreas de biotecnología agrícola se necesitan profesionales en bioprospección, producción de bioproductos, bioinsumos, entre otros.

En ciencias animales, se requiere recurso humano calificado en producción animal para bovinos, porcinos, ovinos, avícola; profesionales en fisiología animal y mejoramiento genético, manejo de sistemas de producción apícola, sistemas silvopastoriles sostenibles y reducción de gases de efecto invernadero, investigación en nutrición humana, etcétera; en el área de ciencias sociales, se necesitan sociólogos rurales, profesionales en gestión del conocimiento, transferencia de tecnología, extensionismo rural, posconflicto, investigación participativa, desarrollo rural y socioeconomía con énfasis en economías campesinas, evaluación de impacto, entre otros. Dentro de las áreas emergentes se precisan ingenieros con énfasis en desarrollos de tecnologías para el sector, como las planteadas en la agricultura 4.0, que permitan utilizar las tecnologías de la información para optimizar la toma de decisiones inteligentes, con la aplicación del Big Data al sector agrícola.

Capítulo VI

Conclusiones y retos para la educación rural y agropecuaria del país

Como se evidenció en los acápites anteriores, en Colombia no existe una ley unificada para el sistema de educación nacional en todos los niveles de formación, lo que genera un marco normativo complejo y desarticulado para la educación en el país, sumado al trabajo atomizado entre algunos entes del Gobierno e instituciones asociadas a la educación. También se identificó que existen varios programas e iniciativas en educación y formación para el sector que se desarrollan de forma paralela y desarticulada, en algunos casos, entre las instituciones que hacen parte del sistema y en varias ocasiones no tienen continuidad en su ejecución. Además, los incentivos de becas y apoyos de los diferentes programas se otorgan por demanda de los aspirantes y en las carreras que los beneficiaros elijan, sin considerar las necesidades de formación en el país. Una de las iniciativas para generar esta articulación se plantea con la conformación del SNIA y del Subsistema Nacional de Formación y Capacitación para la Innovación Agropecuaria, el cual debe responder a las necesidades y a los retos identificados para el sector.

Otro de los retos del SNIA es mejorar la articulación del SENA, institución con mayor cantidad de programas de formación y cobertura nacional, y que depende del Ministerio del Trabajo, del MEN y del MADR. Esto tiene como objetivo trabajar de manera articulada en el desarrollo de sus programas de formación pertinentes para el sector, así como el fortalecimiento del productor y de los esquemas asociativos para la producción, comercialización y generación de bienestar social en todas las regiones del país.

Adicionalmente, se identificó dentro del PND 2018-2022 el objetivo de garantizar una oferta educativa pertinente y con calidad, y trabajar de manera articulada con las instancias que identifican las necesidades del recurso humano para

el sector productivo, las que forman capital humano para el trabajo y las IES, y así consolidar el Sistema Nacional de Cualificaciones (SNC) y avanzar en la reglamentación del Marco Nacional de Cualificaciones (MNC), y de esta manera mejorar la pertinencia de la formación en el país.

Otro de los grandes retos del país es reducir las brechas de cobertura y acceso entre la población rural y urbana. A pesar de los esfuerzos del Estado, la oferta de formación sigue concentrándose en las ciudades principales, lo que ha generado que los jóvenes rurales se desplacen de sus zonas de origen a las zonas urbanas; este aspecto hace que muchos de esos jóvenes no retornen al campo. Por lo anterior, las iniciativas que contemplen formación en las zonas rurales y que estén acompañadas de proyectos productivos son una alternativa para dar respuesta a las necesidades de formación del país. Igualmente, se deben fortalecer los programas de educación virtual y a distancia en las zonas rurales, para lo cual el Estado debe garantizar tanto la cobertura de internet, como los dispositivos para que los estudiantes tengan acceso remoto a la educación.

En relación con los graduados, el sector evidencia una tasa promedio de crecimiento anual superior al promedio nacional; no obstante, la proporción de graduados afines al sector respecto al total nacional es menor que el 5%, cifra que se considera baja teniendo en cuenta la importancia del sector agropecuario en el país. Los graduados en los niveles de maestría y doctores son pocos, lo que representa un desafío para el país en cuanto al aumento de la cantidad de graduados y la mejora de las capacidades en actividades de CTI del sector agropecuario. Se espera que en los próximos años crezca considerablemente la cantidad de profesionales en estos niveles, teniendo en cuenta la cantidad de estudiantes matriculados identificados; sin embargo, es necesario que se desarrollen estrategias que garanticen la absorción de este capital humano en las diferentes instituciones del país, tanto públicas como privadas.

También se identificó que los NBC de ingeniería agroindustrial, alimentos y afines, ingeniería agrícola, forestal y afines, ingeniería agronómica, pecuaria y afines, y zootecnia no tienen graduados de doctorado en el periodo de análisis. Por esto es necesario que tanto las IES, como el Gobierno nacional desarrollen estrategias para fortalecer los programas de formación existentes y fomentar la creación de nuevos programas que permitan aumentar la oferta de doctorados en estos NBC.

En los resultados del análisis de vinculación laboral, se evidencia una tasa de informalidad mayor que el 20% en los NBC del sector y una brecha salariar notoria de los egresados afines al sector respecto al promedio nacional, siendo del 12% por debajo en profesionales universitarios, del 25% en los trabajadores del sector con nivel de maestría y del 1,1% para doctorados. Este es un factor que desestimula a la población para formarse en las áreas de interés en el sector agropecuario, ya que los NBC de agronomía y zootecnia presentaron una brecha salarial más notoria que los demás NBC. También se identificó una diferencia en relación con el género, pues las mujeres están recibiendo una menor remuneración que los hombres, a pesar de que tienen el mismo nivel de formación. Esta situación demanda acciones del Gobierno nacional para mejorar la formalidad de vinculación laboral en el sector agropecuario y desarrollar estrategias que fomenten la equidad de género en todos los sectores de la economía nacional.

En lo referente a las instituciones de I+D+i y grupos de investigación, el principal reto es la descentralización, dado que estas se concentran principalmente en Bogotá, Medellín y Cali, incluso cuando existen zonas del país donde no se registra presencia para el sector agropecuario. Adicionalmente, solo el 5,5% de los grupos de investigación reconocidos están asociados al programa de ciencias agropecuarias; sin embargo, también se evidenció un incremento de los investigadores del sector; en este sentido, AGROSAVIA es la principal institución, ya que concentra el 25% de dichos investigadores.

En la región, Colombia participa con el 5% del total de investigadores agropecuarios, después de Brasil, México y Argentina. En el gasto promedio por investigador, Colombia se sitúa en la quinta posición de la región, con un gasto de 0,23 millones de dólares por investigador, detrás de países como Brasil, Bolivia, Chile y Perú. Otro de los retos identificados está relacionado con la edad de los investigadores; de estos, el 40% tenía más de 55 años en 2013, lo que plantea la necesidad urgente de crear estrategias de relevo generacional en varios países de la región. Para el caso de Colombia, se encontró que el país ha contado con varios programas para contratar jóvenes investigadores agropecuarios, debido principalmente al importante papel que han desempeñado las universidades y los gremios en la investigación agropecuaria, y al incremento de la contratación de investigadores jóvenes por parte de centros de investigación, jalonados principalmente por AGROSAVIA, gracias al apoyo del Gobierno y a programas en el país como Es tiempo de volver.

Referencias

Aguirre Tobón, K. (2005). Convergencia en indicadores sociales en Colombia. Una aproximación desde los enfoques tradicional y no paramétrico. *Desarrollo y Sociedad*, (56), 147-176.

Banco Mundial. (2016). *Indicadores del desarrollo mundial: Colombia*. https://data.worldbank.org/country/colombia

Barro, R. J. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. *Quarterly Journal of Economics*, *106*(2), 407-443.

Bueno Campos, E., Morcillo, P., Rodríguez, J., Luque, M. A., Cervera, M., Rodríguez, O., Murcia, C., Camacho, C., Merino, B., Villanueva, J., & Martínez, J. (2002). Indicadores de capital intelectual aplicados a la actividad investigadora y de gestión del conocimiento de las universidades y centros públicos de investigación de la comunidad de Madrid. En A. Modrego (Ed.), *Capital intelectual y producción científica* (pp. 19-70). Dirección General de Investigación; Consejería de Educación; Comunidad de Madrid.

Colbert, V. (1999). Mejorando el acceso y la calidad de la educación para el sector rural pobre. El caso de la Escuela Nueva en Colombia. *Revista Iberoamericana de Educación*, (20), 107-136.

Consejo Nacional de Educación Superior (CESU). (2014). "Acuerdo por lo superior 2034. Propuesta de política pública para la excelencia para la excelencia de la educación superior en Colombia en el escenario de la paz".

Celis, T. (2016). Universidades de Paz tendrán diferentes carreras agropecuarias. *La República*. http://www.agronegocios.co/noticia/universidades-de-paz-tendran-carreras-agro

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (2016). *Pectia. Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector Agropecuario colombiano (2017-2027).* https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12759

Decreto 1860 de 1994. "Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 115 de 1994, en los aspectos pedagógicos y organizativos generales". Ministerio de Educación Nacional. http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1362321

Delgado Barrera, M. (2014). *La educación básica y media en Colombia: retos en equidad y calidad*. Fedesarrollo. https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/190/La%20educaci%C3%B3n%20b%C3%A1sica%20y%20media%20en%20Colombia%20retos%20en%20equidad%20y%20calidad%20-%20KAS.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias). (2015). *Informe resultados Convocatoria Nacional para el Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y para el Reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2014.* Autor.

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias). (2018). *Boletín estadístico. Periodo de análisis 2012-2016.* https://minciencias.gov.co/sites/default/files/boletin-estadistico-2017.pdf

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias). (2019). *Convocatoria Nacional para el Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y para el Reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2018. Publicación de resultados finales de la convocatoria 833*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/listado_resultados_finales_-_833_de_2018_-_grupos_-_consulta.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2014). *Encuesta de Calidad de Vida 2014*. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-2014

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2015). *Censo Nacional Agropecuario 2014.* https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2017). *Proyecciones y retroproyecciones de población nacional para el periodo 1950-2017 y 2018-2070 con base en el CNPV 2018.* https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2011). Crecimiento sostenible y competitividad. En *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014: prosperidad para todos* (pp. 58-258). Autor. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Bases%20PND%202010-2014%20Versi%C3%B3n%205%2014-04-2011%20completo.pdf

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2014). *Definición de categorías de ruralidad*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Econmicos/2015ago6%20Documento%20de%20Ruralidad%20-%20DDRS-MTC.pdf

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2015a). *Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND%202014-2018%20Tomo%201%20internet.pdf

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2015b). *Informe detallado. Misión para la Transformación del Campo.* https://www.dnp.gov.co/programas/agricultura/Paginas/Informes-misi%C3%B3n.aspx

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2019). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018–2022*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/BasesPND2018-2022n.pdf

El Tiempo. (2016, 18 de agosto). UNAD lanza plan para formar en áreas rurales. *El Tiempo*. http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/educacion/unad-lanza-plan-para-formar-en-areas-rurales/16675829

García Jaramillo, S., Maldonado Carrizosa, D., Perry Rubio, G., Rodríguez Orgales, C., & Saavedra Calvo, J. E. (2014). *Tras la excelencia docente. Cómo mejorar la calidad de la educación para todos los colombianos*. Fundación Compartir.

Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior (Icetex). (2014). *Informe de Gestión 2013.* Autor.

Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior (Icetex). (2019). *Fondo en administración Población víctima del conflicto armado en Colombia*. https://portal.icetex.gov.co/Portal/Home/HomeEstudiante/fondos-en-administracion-Listado/poblacion-victima-del-conflicto-armado-en-colombia

International Food Policy ResearchInstitute (IFPRI). (2020). *Agricultural Science and Technology Indicators (ASTI)*. https://asti.cgiar.org/es/colombia

Ley 115 de 1994. "Por la cual se expide la ley general de educación". Congreso de la República de Colombia. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

Ley 1286 de 2009. "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". Congreso de la República de Colombia. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1286_2009.html

Ley 1876 de 2017. "Por medio de la cual se crea el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria y se dictan otras disposiciones". Congreso de la República de Colombia. http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201876%20DEL%2029%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202017.pdf

Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, *107*(2), 407-437.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (2013). *Memorias al Congreso de la República 2012-2013.* Autor. https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34881

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2001). Más campo para la educación rural. *Al Tablero*. http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87159.html

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2008a). La llave de la educación-agro. *Al Tablero*. http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-168264.html

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2008b). Aportes del Plan Nacional Decenal de Educación 2006-2016 a la educación rural. *Al Tablero*. http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-170806.html

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2010). *Revolución educativa 2002-2010. Acciones y lecciones.* Autor. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-241342_memorias_RE.pdf

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2013). *Proyecto de Educación Rural PER*. http://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-article-329722.html

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2015). *Colombia territorio rural: apuesta por una política educativa para el campo.* Autor.

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2016a). *Bases para la construcción de los lineamientos de política pública del Sistema Nacional de Educación Terciaría (SNET).* Autor.

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2017a). *Plan Especial de Educación Rural. Hacia el desarrollo rural y la construcción de paz*. Autor.

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2017b). *Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026. El camino hacia la calidad y la equidad.* Autor.

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2020a). *Sistema de consulta de las instituciones educativas del país*. http://sineb.mineducacion.gov.co/bcol/app

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2020b). *Sistema de Información de Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano.* http://siet.mineducacion.gov.co/siet/

Ministerio de Educación Nacional (MEN) e Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes). (2001). *Bases para una política de Estado en materia de educación superior.* https://books.google.com.co/books/about/Bases_para_una_pol%C3%ADtica_de_estado_en_ma.html?id=ocmQugEACAAJ&redir_esc=y

Monsalve Upegui, M. E., Franco Velásquez, M. A., Monsalve Ríos, M. A., & Betancur Trujillo, V. L. (2008). *Diseño y experimentación de una estrategia didáctica en el área del lenguaje apoyada en TIC, para cualificar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la escuela nueva*. Universidad de Antioquia.

Núñez, J. (2004). Los saberes campesinos: implicaciones para una educación rural. *Investigación y Postgrado*, *19*(2), 13-60.

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT). (2011). *Indicadores de ciencia y tecnología 2011*. Autor.

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT). (2018). *Indicadores de ciencia y tecnología 2017. Colombia.* Autor.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), & Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (2004). *Education for Rural Development: Towards new policy responses*. Autores.

Pérez Esclarín, A. (2000). *Una propuesta de educación popular en pedagogía social*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL); Instituto de Mejoramiento Profesional Del Magisterio (IMPM).

Perfetti, M. (2003). *Estudio sobre la educación para la población rural en Colombia*. https://es.scribd.com/document/208852889/Perfetti-Estudio-Educacion-Poblacion-Rural-Colombia

Plataforma Siembra (s. f.). *Plataforma de información en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) del sector agropecuario.* http://www.siembra.gov.co/

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2011). *Colombia rural. Razones para la esperanza. Informe Nacional de Desarrollo Humano 2011*. Instituto Nacional de Derechos Humanos (INDH); Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Procasur, & Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). (2014). *Oportunidades para la juventud rural en Colombia*. http://juventudrural emprendedora.procasur.org/wp-content/uploads/2014/01/ Oportunidades-para-la-Juventud-Rural-en-Colombia.pdf

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). (2017). *El SENA es Colombia*. http:// conferencias.cepal.org/juventud_rural/ppt/pdf%20miercoles/10. Carlos%20Gamba.pdf

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). (2020). *Informe estadístico diciembre 2020, Aulas móviles.* https://www.sena.edu.co/es-co/transparencia/ Lists/Informe%20Estad%C3%ADstico/Forms/estadistico.aspx? View=%7B496e7fca-adac-4c0f-91f8-875670a0df71%7D&SortField=Title &SortDir=Asc

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). (s. f.). *Jóvenes rurales emprendedores. Programa que construye competitividad y desarrollo en el campo colombiano* https://es.slideshare.net/jorherfon/servicio-nacional-de-aprendizaje-sena-jvenes-rurales-emprendedores-programa-que-construye-competitividad-y-desarrollo-en-el-campo-colombiano

Stads, G.-J., Beintema, N., Pérez, S., & Flaherty, K. (2016). *Investigación agropecuaria en Latinoamérica y el Caribe. Un análisis de las instituciones, la inversión y las capacidades entre países*. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI); Banco Internacional de Desarrollo (BID). https://www.asti.cgiar.org/sites/default/files/pdf/ ES-LAC-RegionalReport2016.pdf

Torres, R. M. (1992). Alternativas dentro de la educación formal: el programa escuela nueva de Colombia. *Perspectivas*, (4), 549-558.

Trigo, E. J., Pomareda, C., & Federico, V. (2012). *Los INIA en ALC: desafíos para la innovación agraria*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/ con4_uibd.nsf/16244583C64FFB5405257E5A00532F7D/$FILE/Los_ INIA_en_ALC.pdf

Uribe, C. P., Londoño, A. M., & Contreras, C. A. (2016). *Boletín de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).

Terminó de diseñarse en junio de 2021,
Bogotá, D. C., Colombia

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

La Ley 1876 de 2017 creó el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA), con el fin de soportar los procesos de innovación del sector y construir estrategias que fortalezcan las capacidades en cti del sector. Para esto, es necesario, conocer y analizar la situación actual de la educación en el sector agropecuario en todos los niveles de formación y con las capacidades en ciencia y tecnología con las que cuenta, con el fin de brindar información actualizada a los tomadores de decisión y luego definir estrategias para el sector. El presente documento consolida la información recopilada de las diferentes fuentes oficiales de información, revisión documental y la aplicación de encuestas a las principales instituciones de CTI agropecuarias para conocer la situación actual de las capacidades en CTI del sector, a partir de la cual se consolidaron una serie de conclusiones de la información analizada y los retos importantes identificados para el sector.

BAC
BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CORREO: bac@agrosavia.co
TELÉFONO: (57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274
SKYPE: biblioteca.agropecuaria

www.agrosavia.co

Distribución gratuita
Prohibida su venta

El campo es de todos
Minagricultura