



DIAGNÓSTICO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA EN CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN ORIENTADOS AL FORTALECIMIENTO DE LA AGRICULTURA FAMILIAR
EN BOYACÁ COMO BASE PARA LA FORMULACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA.

LAURA MILENA POVEDA PAÉZ

UNIVERSIDAD EAN

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN PROYECTOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

23/07/2026

DIAGNÓSTICO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA EN CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN ORIENTADOS AL FORTALECIMIENTO DE LA AGRICULTURA FAMILIAR
EN BOYACÁ COMO BASE PARA LA FORMULACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA.

LAURA MILENA POVEDA PAÉZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Proyectos de Desarrollo Sostenible

Directora:

LINA RODRIGUEZ NIETO

Modalidad:

Monografía

UNIVERSIDAD EAN

FACULTAD DE INGENIERIA

MAESTRÍA EN PROYECTOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

BOGOTÁ COLOMBIA

23/07/2026

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, 23/07/2026

A mis padres por enseñarme que la
exigencia personal tiene sus frutos.

Agradecimientos

A mis padres y la sociedad, por el esfuerzo y la dedicación personal para la consecución de los logros y especialmente a las comunidades rurales que con su labor contribuyen día a día al fortalecimiento del sector agropecuario.

Resumen

La agricultura familiar constituye un componente estratégico para el desarrollo rural sostenible y la seguridad alimentaria en Colombia; sin embargo, aún existe limitada evidencia sobre la contribución de las inversiones públicas en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) al fortalecimiento de este sector. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo diagnosticar los proyectos de inversión pública en CTeI orientados al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá durante el período 2016–2026, con el propósito de formular una guía metodológica para futuros proyectos de inversión.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, mediante un diseño observacional, retrospectivo, transversal y de carácter evaluativo. Se realizó un censo de treinta proyectos financiados con recursos del Sistema General de Regalías y se analizó una submuestra de cinco proyectos dirigidos específicamente a la agricultura familiar. Para la evaluación se diseñó una rúbrica metodológica adaptada del modelo de Ciudades Emergentes y Sostenibles del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), integrada por cinco pilares estratégicos y diecisiete indicadores, complementada con análisis estadístico descriptivo, pruebas no paramétricas y técnicas multivariadas.

Los resultados evidenciaron que la inversión pública en CTeI ha fortalecido principalmente las capacidades productivas, la transferencia tecnológica, la articulación institucional y el desarrollo de procesos de innovación territorial; no obstante, también se identificaron oportunidades de mejora relacionadas con la incorporación explícita de criterios de agricultura familiar en la formulación, seguimiento y evaluación de los proyectos. A partir de estos hallazgos se estructuró una guía metodológica orientada a fortalecer la formulación de futuros proyectos de inversión pública, mediante criterios

Diagnóstico de proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación orientados al fortalecimiento de la agricultura familiar en Boyacá como base para la formulación de una guía metodológica

técnicos que favorecen una mayor articulación entre las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación, el desarrollo territorial y las necesidades de la agricultura familiar.

La investigación aporta una herramienta metodológica para la evaluación de proyectos públicos en CTel con enfoque territorial, que puede apoyar la toma de decisiones de entidades gubernamentales, instituciones de investigación y organismos responsables de la planificación de inversiones dirigidas al desarrollo rural sostenible.

Palabras clave: agricultura familiar, ciencia, tecnología e innovación, desarrollo sostenible.

Summary

Family farming is a strategic component of sustainable rural development and food security in Colombia. However, there is still limited evidence regarding the contribution of public investments in Science, Technology, and Innovation (STI) to strengthening this sector. In this context, the present study aimed to assess public investment projects in Science, Technology, and Innovation (STI) designed to support family farming in the department of Boyacá, Colombia, during the 2016–2026 period, with the purpose of developing a methodological guide for future public investment projects.

The research adopted a quantitative approach through an observational, retrospective, cross-sectional, and evaluative research design. A census of thirty public investment projects funded through the General Royalties System (Sistema General de Regalías, SGR) was conducted, including an in-depth assessment of a purposive subsample of five projects explicitly focused on family farming. A methodological assessment framework was developed by adapting the Inter-American Development Bank's (IDB) Emerging and Sustainable Cities methodology, incorporating five strategic pillars and seventeen evaluation indicators. Data analysis included descriptive statistics, non-parametric statistical tests, and multivariate analytical techniques.

The findings indicate that public investment in STI has primarily strengthened productive capacities, technology transfer, institutional coordination, and territorial innovation processes. Nevertheless, opportunities for improvement were identified regarding the explicit incorporation of family farming criteria into the design, implementation, monitoring, and evaluation of public investment projects. Based on these findings, a methodological guide was developed to support the formulation of future public investment initiatives through technical criteria that enhance the alignment between

Diagnóstico de proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación orientados al fortalecimiento de la agricultura familiar en Boyacá como base para la formulación de una guía metodológica

Science, Technology, and Innovation policies, territorial development, and the specific needs of family farming.

This research provides a methodological tool for evaluating STI public investment projects from a territorial perspective, contributing to evidence-based decision-making by governmental agencies, research institutions, and organizations responsible for planning public investments aimed at promoting sustainable rural development.

Keywords: Family farming, science, technology and innovation, sustainable development.

Contenido

	Pág.
Lista de Figuras.....	10
Lista de Tablas	11
Introducción.....	12
Objetivos	13
<i>Objetivo general</i>	<i>13</i>
<i>Objetivos específicos</i>	<i>13</i>
Justificación	14
Marco Teórico.....	15
<i>Referenciación bibliografía.....</i>	<i>15</i>
<i>Ejemplo de presentación de figuras.....</i>	<i>15</i>
<i>Ejemplo presentación tablas</i>	<i>16</i>
Hipótesis	18
Variables	19
Metodología	20
<i>Enfoque y alcance de la investigación.....</i>	<i>20</i>
<i>Población y muestra</i>	<i>20</i>
<i>Instrumentos</i>	<i>20</i>

Diagnóstico de proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación orientados al fortalecimiento de la agricultura familiar en Boyacá como base para la formulación de una guía metodológica

<i>Técnicas para el análisis de la información</i>	20
Trabajo de Campo	22
<i>Procesamiento de los datos</i>	22
<i>Análisis de resultados</i>	22
<i>Propuesta de solución a la problemática</i>	22
Discusión	23
Conclusiones y Trabajo Futuro	24
<i>Conclusiones</i>	24
<i>Trabajo futuro</i>	24
Referencias	25
A. Anexo. Nombre del Anexo	26

Lista de Figuras

FIGURA 1. INDICADORES DE INVERSIÓN PÚBLICA EN ACTI AGROPECUARIA COMO PROPORCIÓN DEL PIB NACIONAL Y DEL PIB AGROPECUARIO (2012-2021).	24
FIGURA 2. SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA (SNIA) Y ARTICULACIÓN INSTITUCIONAL PARA LA INNOVACIÓN AGROPECUARIA.	26
FIGURA 3. SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS.	28
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LAS ÁREAS ASOCIADAS A LA AGRICULTURA FAMILIAR EN COLOMBIA	37
FIGURA 5. TENDENCIAS TEMÁTICAS ASOCIADAS A CIENCIA, TECNOLOGÍA INNOVACIÓN (SCOPUS, 2025).	41
FIGURA 6. PRINCIPALES TEMÁTICAS ASOCIADAS A AGRICULTURA FAMILIAR, DESARROLLO RURAL Y CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN.	42
FIGURA 7. MAPA DE INVERSIONES DEPARTAMENTALES (DNP, 2026).	44
FIGURA 8. PILARES DE EVALUACIÓN ADAPTADOS DE LA GUÍA METODOLÓGICA DE CIUDADES EMERGENTES Y SOSTENIBLES (BID, 2013).	52

Lista de Tablas

TABLA 1. TRABAJO DE CAMPO PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	61
TABLA 2. PILAR PRODUCTIVO, CRITERIO DE EVALUACIÓN	64
TABLA 3. PILAR SOCIOECONÓMICO, CRITERIO DE CALIFICACIÓN	64
TABLA 4. PILAR ORGANIZATIVO, CRITERIO DE CALIFICACIÓN.	64
TABLA 5. PILAR AMBIENTAL, CRITERIO DE CALIFICACIÓN	65
TABLA 6. PILAR INSTITUCIONAL, CRITERIO DE CALIFICACIÓN	65

Introducción

La agricultura familiar se ha convertido en uno de los ejes estratégicos y prioritarios de las agendas internacionales del desarrollo rural sostenible, especialmente a partir de la incidencia del movimiento campesino organizado y el respaldo de la sociedad civil en la búsqueda del reconocimiento por parte de Estados y organismos multilaterales como sujeto especial de derechos (Acevedo Osorio et al., 2016).

En 2020, las Naciones Unidas (ONU) destacaron la importancia estratégica de la agricultura familiar en el contexto de la crisis mundial ocasionada por la pandemia de COVID-19. Esta situación puso de manifiesto la necesidad de fortalecer la cooperación con organismos multilaterales para orientar recursos hacia las poblaciones más vulnerables. En este mismo año, la ONU estableció una hoja de ruta para acelerar la implementación de la Agenda 2030 y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Según (Acevedo & Schneider, 2019), la agricultura familiar desempeña un papel fundamental en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En este contexto, la proclamación del Decenio de las Naciones Unidas para la Agricultura Familiar (2019–2028) representó un importante avance político y social para este sector, al fortalecer las acciones y el reconocimiento dirigidos a los agricultores familiares. Esta iniciativa busca orientar a los gobiernos en la formulación, implementación y fortalecimiento de políticas públicas y marcos legislativos que promuevan el desarrollo y la sostenibilidad de la agricultura familiar.

En Colombia, la literatura especializada destaca hitos importantes que contribuyeron al reconocimiento de la agricultura familiar, como el Paro Agrario de 2013, la firma del Acuerdo de Paz entre las FARC-EP y el Gobierno Nacional, la

promulgación de la Resolución 464 de 2017 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, mediante la cual se estableció la denominación de Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria (AFC) y se promovió la implementación de aspectos abordados en el Acuerdo de Paz (Acevedo-Osorio & Schneider, 2020).

En Colombia, este modelo productivo se caracteriza por emplear mano de obra familiar en entornos rurales, donde la parcela no solo genera ingresos, sino que garantiza el sustento y la continuidad social del hogar (Acevedo Osorio et al., 2016).

En otras realidades de territorio la agricultura familiar tiene como significado el acceso restringido de la tierra, al capital y a mercados. Asimismo, las familias rurales se desarrollan y adaptan dentro de sus territorios mediante la articulación de múltiples estrategias en los ámbitos económico, ecológico, político, social y cultural, con el propósito de asegurar su permanencia y sostenibilidad (Acevedo Osorio et al., 2016).

En territorios con vocación agropecuaria y fuerte presencia de agricultores familiares, como el departamento de Boyacá, la actividad agrícola es desarrollada principalmente en pequeñas unidades de producción familiar que han experimentado un proceso continuo de adaptación frente a las variaciones climáticas y a las dinámicas del mercado. Estas unidades cuentan con características particulares que les han permitido persistir pese a las dificultades existentes.

Uno de los rasgos más relevantes de la estructura agraria boyacense es la alta fragmentación predial. De acuerdo con Fajardo (1983), las actividades agropecuarias se realizan en propiedades concentradas en las categorías de minifundio y microfundio, este último entendido no solo por su tamaño, sino también por la integración de un conjunto de relaciones sociales, económicas y culturales.

A partir de la información condensada en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), se observa que Boyacá mantiene una estructura agraria ligada a la agricultura familiar (ENA, 2023). El departamento registra 378.283 Unidades de Producción Agropecuaria (UPA), que corresponden al 19,19 % del total nacional, predominando explotaciones de pequeña escala y modelos productivos basados en el trabajo familiar. La UPA es la unidad básica de organización productiva (extensión de terreno o conjunto de predios sin importar su tamaño, tenencia o ubicación) dedicada total o parcialmente a actividades agrícolas, pecuarias, forestales o acuícolas (DANE, 2023)

Los indicadores de la Encuesta Nacional Agropecuaria (2023) confirman que el sistema agropecuario en Boyacá se sostiene sobre economías de escala reducida. El minifundio y el microfundio. A corte 2023, el área censada representa 1.704.418 hectáreas, de las cuales el 38% poseen entre 0,5 y 1 ha. El 32% poseen entre 1 y 3 ha y un 30% del total del porcentaje poseen entre 3 y 5 hectáreas de las unidades de producción agropecuaria. Lo anterior evidencia que una proporción significativa de las UPA posee menos de cinco hectáreas, confirmando el peso estructural de la agricultura familiar y campesina boyacense para el país.

En este contexto, el documento elaborado por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, titulado: Caracterización de la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria (UPRA, 2024), contribuye a la comprensión de las características estructurales de la agricultura familiar e indica que este tipo de actividad trasciende la simple producción agropecuaria, constituyéndose en una forma de organización económica, social y cultural multidimensional, basada en el trabajo familiar, la diversificación productiva, la territorialidad y la sostenibilidad ecológica.

Desde otra perspectiva, dicho documento indica que la tenencia de la tierra tiene efectos ambivalentes en la sostenibilidad productiva, ambiental, económica y social de la agricultura familiar. Por una parte, favorece el arraigo territorial, la producción diversificada, la seguridad alimentaria, la generación de empleo rural, la conservación de la cultura campesina y la sostenibilidad ambiental. Por otra, limita el acceso a créditos y a factores productivos, lo que reduce la competitividad y restringe el acceso a tecnologías avanzadas que promueven el mejoramiento de las condiciones que promuevan la competitividad del sector agropecuario de las familias rurales (UPRA, 2024)

Bajo ese orden de ideas, el fortalecimiento de la agricultura familiar a través de políticas públicas constituye una estrategia necesaria para reducir la pobreza, el hambre y las brechas sociales. Las diversas formas de agricultura de base familiar no representan un elemento secundario dentro del desarrollo rural; por el contrario, se configuran como el eje central de las dinámicas políticas, sociales, culturales y económicas de la ruralidad del país. Por ello, se argumenta que, cuando existen condiciones favorables para fortalecer la agricultura familiar, esta posee un enorme potencial como motor de crecimiento con equidad (Berry, 2015)

Según Acevedo et al. (2019), la agricultura familiar necesita inversiones y recursos como financiamiento, acceso a tierras necesarias para la actividad y apoyo mediante tecnologías adecuadas que respeten las prácticas agrícolas tradicionales. La eficiencia económica de la agricultura familiar se sustenta en su capacidad para incrementar la productividad, aportar y enfocar los esfuerzos en los sectores más bajos de estructura económica (UPRA, 2024)

A pesar de los reconocidos aportes de la agricultura familiar a la soberanía y autonomía alimentarias, así como a la conservación del patrimonio natural y cultural,

aún existen importantes retos para su fortalecimiento en las dimensiones productivas de la cadena especialmente en lo concerniente a la inversión pública dirigida a los sujetos de la agricultura familiar.

Entre el 2017 y 2023, se priorizaron esfuerzos en la consolidación del plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario (PECTIA 2017-2027), acompañados de una importante destinación de inversión pública. En este periodo se estima que el 80.9% de la inversión pública con componente I+D (Investigación y Desarrollo) se concentró en los sectores agropecuario, pesquero y de desarrollo rural. Así lo aseguró el *informe de competitividad 2025-2026* del (Consejo privado de competitividad, 2025-2026)

En los últimos años se han **realizado** importantes acciones orientadas a la gestión y destinación de recursos públicos para el financiamiento de proyectos que buscan atender demandas territoriales relacionadas con la agricultura familiar. Se destaca la financiación de proyectos mediante recursos provenientes del Sistema General de Regalías (SGR). Estos proyectos se han enmarcado especialmente en los sectores de Agricultura y Desarrollo Rural, así como en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) agropecuaria.

Pese a los avances normativos e institucionales orientados al fortalecimiento de la agricultura familiar en Colombia, persisten desafíos relacionados con el acceso a recursos productivos, financiamiento, innovación y asistencia técnica. En este contexto, la inversión pública destinada al sector agropecuario y a la Ciencia, Tecnología e Innovación constituye una herramienta estratégica para promover la productividad, la sostenibilidad y la inclusión de los agricultores familiares. Sin embargo, aún existe limitada evidencia sobre la manera en que dichas inversiones han contribuido efectivamente al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá.

A pesar del incremento de la inversión pública en proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) orientados al sector agropecuario, aún no se dispone de herramientas metodológicas estandarizadas que permitan diagnosticar de manera sistemática la calidad, orientación y articulación de estas iniciativas con las necesidades de la agricultura familiar. Esta limitación dificulta la identificación de fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora que sirvan de base para la toma de decisiones; por consiguiente, la presente investigación propone un diagnóstico integral de los proyectos de inversión pública en CTel enfocados en el fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá durante el periodo 2016-2026, mediante la evaluación de 5 criterios y 17 indicadores clave, con el propósito de estructurar una guía metodológica que optimice la formulación y ejecución de futuras inversiones en este sector.

En este contexto surge la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera el diagnóstico de los proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) orientados al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá durante el periodo 2016–2026 puede contribuir a la formulación de una guía

metodológica para futuros proyectos de inversión pública? En respuesta a esta problemática, la presente investigación tiene como propósito diagnosticar y formular una guía metodológica orientada a proyectos de agricultura familiar que optimice los proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación orientados al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá durante el período 2016–2026, con el fin de identificar patrones, fortalezas y oportunidades de mejora que fundamenten la formulación de una guía metodológica para futuros proyectos de inversión pública. Para ello, se analizan las características de los proyectos ejecutados y sus aportes al fortalecimiento de la agricultura familiar, con el fin de generar elementos de análisis que orienten futuras decisiones de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación dirigidas al desarrollo rural del departamento.

Objetivos

Objetivo general

Diagnosticar los proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) orientados al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá durante el período 2016–2026, con el propósito de formular una guía metodológica para futuros proyectos de inversión pública.

Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar los proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) orientados al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá durante el período 2016–2026, a partir de fuentes oficiales de información.
- Diagnosticar los proyectos identificados mediante la aplicación de cinco criterios y diecisiete indicadores con el fin de identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora en su formulación.
- Analizar los resultados del diagnóstico en función de las necesidades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) y de los desafíos territoriales asociados al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá.
- Formular una guía metodológica para el diseño de futuros proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel), fundamentada en los hallazgos obtenidos del diagnóstico realizado.

Justificación

La relación entre inversión pública, desarrollo rural y fortalecimiento de la agricultura familiar se ha consolidado durante los últimos años como uno de los ejes estratégicos de las políticas de desarrollo rural sostenible en América Latina, particularmente, en Colombia. En el contexto colombiano, el Sistema General de Regalías (SGR), las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) y los instrumentos territoriales de planeación han orientado recursos crecientes hacia proyectos agropecuarios y de innovación rural, especialmente en territorios con alta vocación agrícola como el departamento de Boyacá.

Los procesos de inversión adelantados en el departamento, orientados a responder a las actuales demandas territoriales de la agricultura familiar y la CTeI, buscan fortalecer las capacidades tecnológicas y productivas de la agricultura familiar. Asimismo, la identificación de nuevos focos de inversión, especialmente en poblaciones con altos niveles de vulnerabilidad social y económica, constituye una estrategia para comprender las necesidades territoriales y desarrollar mejores herramientas para su implementación.

La presente investigación se justifica por la importancia que ha adquirido la inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación como instrumento para promover el desarrollo rural sostenible y fortalecer la agricultura familiar en Colombia. En los últimos años, diferentes políticas públicas, instrumentos de planeación territorial y mecanismos de financiación, especialmente el Sistema General de Regalías (SGR), han orientado recursos hacia proyectos agropecuarios y de innovación rural. Sin embargo, persisten interrogantes sobre la manera en que estas inversiones contribuyen efectivamente al fortalecimiento de la agricultura familiar, particularmente en territorios con alta vocación agropecuaria como el departamento de Boyacá.

Desde una perspectiva teórica, la investigación aporta al estudio de la relación entre inversión pública, innovación agropecuaria y agricultura familiar, un campo que aún presenta limitadas evidencias empíricas a escala territorial. El estudio permitirá generar conocimiento sobre el papel de la inversión pública en los procesos de fortalecimiento productivo, social y territorial de la agricultura familiar, contribuyendo a la discusión académica sobre desarrollo rural sostenible.

Desde el punto de vista práctico, los resultados servirán como insumo para la formulación de políticas, programas y proyectos orientados al sector agropecuario. Asimismo, permitirán identificar oportunidades de mejora en la asignación de recursos públicos destinados a Ciencia, Tecnología e Innovación, fortaleciendo la toma de decisiones por parte de entidades gubernamentales, organizaciones de productores, centros de investigación y demás actores vinculados al desarrollo rural.

La pertinencia territorial del estudio radica en que Boyacá constituye uno de los departamentos con mayor presencia de agricultura familiar en Colombia, caracterizado por una estructura productiva basada principalmente en microfundios y minifundios. En este contexto, comprender las dinámicas de inversión pública y su articulación con las necesidades de los agricultores familiares resulta fundamental para promover procesos de innovación, sostenibilidad productiva, seguridad alimentaria y desarrollo económico rural.

Adicionalmente, la investigación incorpora dimensiones sociales, económicas, ambientales y políticas, contribuyendo al análisis integral del desarrollo rural y a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos en la Agenda 2030. La investigación también resulta viable debido a la disponibilidad de información pública relacionada con proyectos financiados por el Sistema General de Regalías, documentos

de política sectorial, instrumentos de planificación y fuentes estadísticas oficiales, así como al acceso a actores relevantes del sector agropecuario en el departamento.

Aunque durante la última década se ha incrementado la inversión pública en proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación orientados al sector agropecuario, aún existen limitadas herramientas metodológicas que permitan evaluar sistemáticamente la orientación y consistencia de estos proyectos, así como extraer aprendizajes que fortalezcan la formulación de futuras iniciativas de inversión.

A pesar de la disponibilidad de información técnica sobre proyectos financiados con recursos públicos, se evidencia la ausencia de una herramienta que integre criterios de evaluación enfocados en el fortalecimiento de la agricultura familiar. En consecuencia, el diagnóstico de 30 proyectos de inversión ejecutados en el departamento de Boyacá entre el 2016 y 2026, evaluados bajo 5 criterios y 17 indicadores clave, constituye un aporte significativo que permite sistematizar experiencias, identificar buenas prácticas e incorporar criterios técnicos en la elaboración de una guía metodológica orientada a optimizar la formulación de futuras iniciativas de inversión pública en CTel.

Finalmente, el estudio se enmarca en el Campo de Investigación Ciencia, Tecnología e Innovación, Grupo de Investigación Gestión Ambiental y Línea de Investigación Desarrollo Sostenible, contribuyendo al fortalecimiento de la generación de conocimiento aplicado para la transformación sostenible de los territorios rurales.

Marco Teórico

Fundamentos para la evaluación de proyectos de inversión pública

La importancia de evaluar los proyectos de inversión pública remite al ciclo de la gestión pública, el cual abarca desde la planificación, el presupuesto, la ejecución y la producción, hasta la evaluación de resultados orientados al logro de objetivos. Desde la perspectiva teórica planteada por (Moore, 1995) el valor público se consolida cuando las capacidades del gobierno, las instituciones y los directivos se articulan para responder a las aspiraciones de una ciudadanía bien ordenada, garantizando que los bienes y servicios entregados por el Estado se alineen con los principios de justicia, eficiencia y rendición de cuentas. En este contexto, la evaluación de proyectos permite tomar decisiones a través de diferentes alternativas, resultando indispensable en esta etapa para adoptar soluciones que se ajusten a las necesidades prioritarias de la población.

En el marco de las inversiones, el valor público se vincula estrechamente con las políticas públicas, entendidas como el conjunto de acciones estatales orientadas a satisfacer las necesidades de la sociedad. Según la (CEPAL, 2021), estas políticas corresponden a la gestión del estado para atender demandas en sectores estratégicos como educación, salud, seguridad, infraestructura, comunicaciones, energía y agricultura, entre otros. Dichas acciones se articulan a través planes, programas y proyectos.

Ciclo de vida de los proyectos y la evaluación de inversión pública

Es fundamental diferenciar el concepto de ciclo de vida del proyecto del proceso de evaluación. Mientras el primero abarca las fases sucesivas por las que atraviesa una inversión, la evaluación permite determinar el grado de alcance de los objetivos y los costos incurridos según la etapa en la que se aplique. De acuerdo con (Cohen & Martinez, 2020), existen dos tipos principales de evaluación según el momento de su realización y el objetivo perseguido:

- Evaluación ex ante: se realiza antes de la fase de inversión y de operación con el fin de evaluar la viabilidad.
- Evaluación ex post: se lleva a cabo en la etapa de operación o una vez finalizado-terminado para medir sus impactos.

El seguimiento se relaciona con la gestión administrativa, se realiza de manera periódica o a lo largo de las diferentes etapas del proyecto.

Enfoques de evaluación en CTel y Contexto regional

La evaluación de proyectos y programas en el campo de CTel presentan particularidades que distinguen de la inversión pública convencional, no presentan una trayectoria lineal dado que están asociados a procesos de generación y transferencia de conocimiento. Tradicionalmente se centraban en la medición de insumos y productos directos, sin embargo, recientemente los enfoques contemporáneos han evolucionado hacia modelos orientados al impacto social, económico y sistémico. Según (Georghiou, Uyarrá, Jakob, Estevez, & Yeow, 2014) y la (OCDE 2018) Se convierten entonces en la creación de herramientas estratégicas para perfeccionar los sistemas de información.

Para el contexto colombiano la metodología oficial aplicada en la inversión de proyectos públicos se encuentra en la MGA que integra cuatro principios: la planeación estratégica, la participación, la eficiencia y la transparencia. Acompañada de los manuales del Sistema General de Regalías SGR fundamenta el ciclo de proyectos del DNP que conforma la caja de herramientas clave para la evaluación de proyectos.

Marco metodológico ciudades sostenibles: Modelo BID

Entre los años 2010 y 2011, el Banco Interamericano de Desarrollo BID diseñó una propuesta metodológica orientada a brindar asistencia técnica a las ciudades de América Latina y el Caribe (ALC) en la gestión de problemáticas relacionadas con la sostenibilidad. Esta iniciativa se enfocó en tres dimensiones analíticas: ambiental y cambio climático, desarrollo urbano sostenible, fiscal y gobernabilidad. Paralelamente el modelo examinó capacidades fiscales y el grado de autonomía de los gobiernos locales en la gestión del gasto público.

A partir, de la iniciativa, el (BID, 2013) consolidó una guía metodológica de rápida aplicación que facilita la formulación de planes de acción, mediante acciones estratégicas permitiendo medir el cumplimiento de metas en el corto, mediano y largo plazo. Este enfoque resulta fundamental para la evaluación de proyectos sostenibles, en tanto permite priorizar dimensiones e indicadores clave e integrar de manera sistémica los pilares ambiental, económico e institucional en las decisiones de inversión pública.

Ciencia, Tecnología e innovación en el desarrollo sostenible de la producción agrícola.

Resaltar la importancia de la Ciencia la Tecnología y la innovación resulta ser un componente estratégico en el marco de escenarios competitivos dado que están directamente relacionados con la capacidad para agregar valor, incursionar en mercados tanto locales como internacionales. Estos aspectos constituyen aspectos centrales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y se encuentran presentes en numerosas metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La innovación se relaciona con la productividad económica, la creación de empleo decente, el desarrollo industrial y el fortalecimiento de las capacidades de los países en desarrollo. Asimismo, la ciencia, junto con la tecnología y la innovación, es reconocida como un medio esencial para la consecución de los ODS (FAO, s.f.).

A mediados del siglo XX, los países de la región de América Latina y el caribe han incorporado políticas que han fortalecido el reemplazo de las importaciones. Colombia adoptó el modelo de apertura económica a finales de los años ochenta e inicios de los noventa; además, la Constitución Política de 1991 promovió principios de libre mercado e iniciativa privada, brindando herramientas para fomentar el desarrollo del sector productivo. Sin embargo, la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos y el comportamiento reciente de variables económicas como la inflación, las tasas de interés y las tasas de cambio han favorecido principalmente a los negocios financieros, mientras que sectores como la agricultura y la industria manufacturera se han visto afectados (Beltrán & Gómez, 2022).

Durante la década de 1990 la apertura económica promovió un escenario de mayor competitividad, orientado al desarrollo de productos capaces de responder a los marcos

normativos internacionales (Nájar, 2006). Este proceso generó transformaciones en las dinámicas de producción y comercialización, propiciando una mayor articulación entre los componentes económicos y sociales (Machado, 2017)). En este contexto, se consolidaron instrumentos de política pública que sentaron las bases para la formulación de estrategias orientadas a la incorporación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTel) en los procesos de desarrollo nacional (SENA, 2020).

Para abordar el panorama de los procesos de inversión, es necesario analizar los principales hitos y logros en la contribución de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) en el desarrollo sostenible de la producción agrícola. En Colombia, la inversión pública está representada por los recursos del Presupuesto General de la Nación (PGN) asignados y reportados por las entidades públicas del orden nacional, los fondos parafiscales agropecuarios y las asignaciones destinadas a Ciencia, Tecnología e Innovación a través del Sistema General de Regalías (CTI-SGR) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

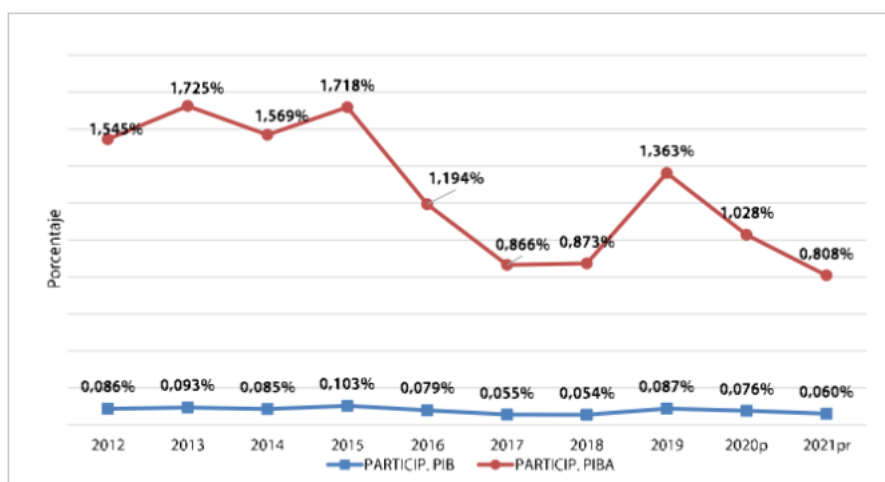
Los indicadores de la Figura 1, evidencian que el financiamiento para las ACTI agropecuarias cayeron respecto al PIB nacional y sectorial, lo que evidencia falta de continuidad y sostenibilidad en las políticas de inversión para el sector. (AGROSAVIA; MADR, 2023)

En este marco, las políticas públicas dirigidas al fortalecimiento integral de la ciencia, la tecnología y la innovación adquieren un papel estratégico, al contribuir al fortalecimiento de las cadenas productivas, facilitar el acceso a recursos destinados a la

innovación, ampliar la cobertura de asistencia técnica, fortalecer las capacidades productivas y mejorar los procesos de comercialización.

Figura 1.

Indicadores de inversión pública en ACTI agropecuaria como proporción del PIB nacional y del PIB agropecuario (2012-2021)



Nota. Tomado de boletín de indicadores de inversión en Ciencia Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Agrosavia y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2023).

La necesidad de fortalecer la innovación agropecuaria también se encuentra relacionada con la capacidad de adaptación de los sistemas productivos frente a fenómenos ambientales y climáticos. En consecuencia, la producción agrícola es altamente sensible a las variaciones climáticas que se presentan de un año a otro. Las plagas que afectan a los cultivos también dependen del clima y tienden a generar mayores impactos en aquellos contextos con menores niveles de desarrollo tecnológico.

Según la FAO (2024), la agricultura enfrenta importantes desafíos derivados del cambio climático. Entre ellos se destacan los cambios biofísicos, entendidos como las alteraciones en los factores físicos y biológicos que afectan directamente la producción agrícola. Estos cambios repercuten en el rendimiento productivo de los cultivos, a la

disponibilidad y disposición de recursos naturales y la sostenibilidad de los sistemas productivos.

Los factores sociales y económicos también influyen en las respuestas frente a los cambios en la productividad agrícola, las variaciones de precios y las transformaciones en las ventajas comparativas de los territorios. La respuesta final depende del desarrollo de las necesidades particulares de cada parte del territorio y de las estrategias de adaptación implementadas por cada región y sistema agrícola. La combinación de los efectos biofísicos y socioeconómicos puede generar:

- Transformación o cambios en la combinación de cultivos empleados y, por consiguiente, en el tipo de agricultura y el uso de la tierra rural.
- Diferentes formas de producción, los ingresos agrícolas y el empleo rural.
- Cambios en los ingresos rurales, la contribución al PIB y las ganancias derivadas de las exportaciones agrícolas.

En general, se han desarrollado diferentes herramientas para examinar los efectos socioeconómicos del cambio climático y fortalecer los procesos de análisis y planificación territorial.

En este contexto, la innovación se convierte en un elemento estratégico para enfrentar los desafíos productivos y ambientales del sector agropecuario. Como se observa en la Figura 2, el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA), creado mediante la Ley 1876 de 2017, constituye uno de los principales instrumentos para promover los procesos de innovación del sector. El sistema busca articular actores institucionales, instrumentos de planificación, asistencia técnica y mecanismos de participación orientados a incrementar las capacidades técnicas, científicas, tecnológicas y de innovación en los territorios.

Figura 2.

Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) y articulación institucional para la innovación agropecuaria.



Nota. Elaboración propia a partir de la Ley 1876 de 2017, por la cual se crea el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) y se dictan otras disposiciones.

El sistema integra una hoja de ruta compuesta de subsistemas orientados a través de planes e instrumentos de planificación y participación. La estructura del SNIA permite dinamizar estratégicamente los diferentes actores del sector agropecuario, fortaleciendo las capacidades técnicas que promuevan la eficiencia en los servicios de extensión agropecuaria que busquen mejorar la asistencia técnica y facilitar la implementación de planes y políticas departamentales con objetivos territoriales estratégicos específicos.

Por su parte, el departamento de Boyacá, de acuerdo con la última actualización del Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario (PECTIA), presenta avances importantes en la consolidación de capacidades para la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación agropecuaria.

Contexto de la Ciencia Tecnología e Investigación en el Departamento de Boyacá

El abastecimiento de la canasta básica interna depende en gran medida de la agricultura familiar (AFC), un modelo que sostiene la seguridad alimentaria nacional y dinamiza las economías rurales. El departamento de Boyacá es fundamental porque las familias rurales no solo producen su propio alimento, sino que son responsables de abastecer grandes mercados representando un 70% de la producción nacional (UPRA, 2024). En el marco estratégico de articulación se integran las políticas públicas las cuales se diseñan desde los territorios y con las comunidades como protagonistas.

Históricamente, la inversión en Ciencia Tecnología e Innovación (CTeI) se ha concentrado en sectores agroindustriales debido a la centralización de recursos en grandes capitales como Valle del Cauca o Llanos Orientales, lo anterior, con el objetivo se asegurar la participación en mercados de gran escala, asegurando el abastecimiento de materias primas y cumpliendo con los estándares internacionales. Sin embargo, los minifundios tuvieron menos peso político y representación a la hora de recibir recursos de innovación ajustados a sus realidades. Cabe resaltar las principales necesidades territoriales del departamento identificadas en el plan Departamental de Desarrollo 2024-2027: Lograr que Boyacá avance en el cierre de brechas tecnológicas y de innovación que le permitan ser más competitivo en el mediano plazo.

En ese sentido, las principales necesidades territoriales están concentradas en:

- Mitigación de la variabilidad climática.
- Dependencia y altos costos de insumos.
- Brecha tecnológica y comercial.

Oportunidades de Investigación y Desarrollo (I+D)

Uno de los componentes principales que tiene el departamento es la integración de grupos de investigación y sectores empresariales orientados a fortalecer el sector agropecuario, las más relevantes son:

- Bioeconomía e insumos: Investigar y producir biofertilizantes locales a partir de residuos orgánicos para reducir costos de producción y recuperar los suelos degradados de las provincias.
- Modelos agrícolas asociativos: Evaluar modelos de policultivos tradicionales que mitiguen pérdidas económicas frente a plagas o climas extremos.
- Transformación Digital y apropiación social del conocimiento: Desarrollar herramientas accesibles diseñadas con y para las comunidades promoviendo el relevo generacional.

En los actuales retos que tiene el departamento se articulan las políticas y los marcos normativos los cuales estarían enfocados en:

- Topografía y dispersión geográfica: La división por provincias (13) con microclimas distintos exige soluciones tecnológicas no genéricas, sino adaptadas a cada provincia.
- Microfundio y tenencia de la tierra: desarrollar un modelo integrado que visibilice la geografía local.
- Articulación institucional: Generar espacios de integración y dialogo abierto en doble vía por un lado la investigación de universidades orientados al sector y por otro la escucha a las necesidades locales de las comunidades rurales.

El uso del lenguaje como factor integrador debe constituirse en una práctica cotidiana que facilite la comprensión y apropiación del conocimiento por parte de las comunidades. En este sentido, resulta pertinente lo planteado por Boaventura de Sousa Santos (2009),

quien sostiene que la exclusión de determinados grupos y prácticas sociales implica también la exclusión de los conocimientos que estos producen y utilizan, limitando así las formas de hacer ciencia. Desde esta perspectiva, las universidades, las empresas y los grupos de investigación desempeñan un papel fundamental en la articulación de saberes y en el fortalecimiento del sector agropecuario mediante procesos de innovación inclusivos.

En este contexto, se identificaron los aspectos relevantes del departamento de Boyacá en relación con sus necesidades y oportunidades de desarrollo. Al respecto, la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022–2031 reconoce que Colombia presenta brechas territoriales significativas en materia de ciencia, tecnología e innovación (CTI), tanto en el desarrollo de capacidades como en la generación de resultados. Estas desigualdades se evidencian en la concentración de la actividad científica y tecnológica en un número reducido de departamentos (Departamento Nacional de Planeación (DNP 2021)).

En contraste con lo anterior, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias, 2026) presenta, a través de su portal La Ciencia en Cifras, una consolidación de indicadores de ciencia, tecnología e innovación. En la sección Indicadores de CTel se analizan sus capacidades, resultados y desempeño en materia de ciencia, tecnología e innovación (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Min Ciencias, 2026)).

En la figura 3. Se observan las inversiones en la última década, en lo que corresponde a la inversión de formación de alto nivel, en el año 2016, las inversiones en Investigación y desarrollo fueron inferiores respecto al año anterior, para esa vigencia representaron 17.288 millones de pesos, la inversión en formación en el departamento de

Boyacá se concentró en tres grandes áreas de conocimiento: Ciencias Sociales, Ingeniería y Tecnología y Ciencias Naturales.

Figura 3.

Proyectos de I+D+i en el departamento de Boyacá durante 2016.



Nota. Tomado de La Ciencia en Cifras: Proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias, 2026), <https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras>

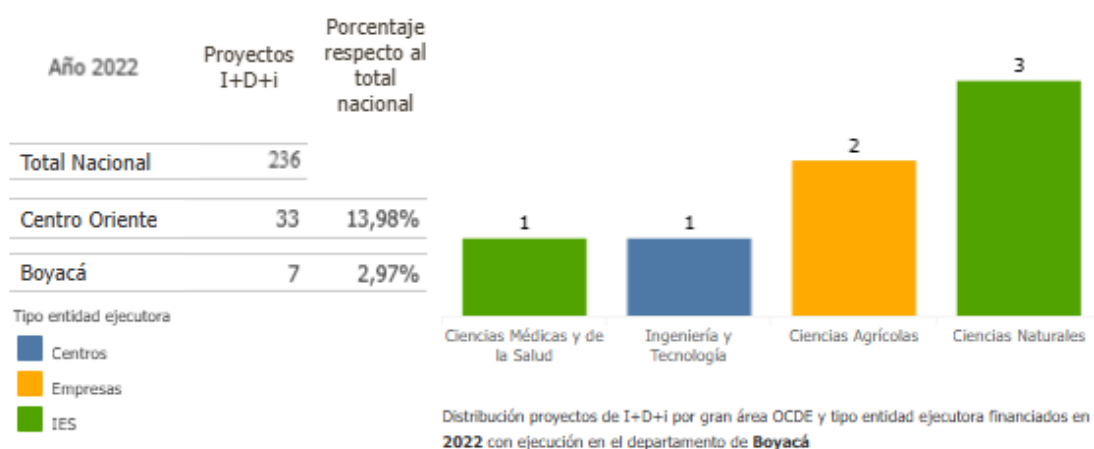
Los proyectos de Investigación Desarrollo e Innovación para el año 2016 en ejecución, de los 24 proyectos concentrados en la región centro oriente, se registró un proyecto financiado con ejecución en el departamento de Boyacá de los 223 del total nacional en el área de conocimiento de Ingeniería y Tecnología.

En contraste con lo observado en 2016, para el año 2022 se evidenció una mayor participación de las universidades y los grupos de investigación de la región Centro Oriente en la ejecución de proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). Como se muestra en la Figura 4, la inversión realizada durante ese año permitió fortalecer el desarrollo de proyectos en diversas áreas del conocimiento, entre ellas Ciencias Naturales, Ciencias Agrícolas, Ingeniería y Tecnología, y Ciencias Médicas.

Asimismo, se observó un incremento anual en la participación de proyectos, tendencia que converge con las becas financiadas por el Sistema General de Regalías en 2020, orientadas al fortalecimiento de las capacidades regionales de investigación, desarrollo e innovación.

Figura 4.

Proyectos en I+D+I en el departamento de Boyacá año 2022



Nota. Tomado de La Ciencia en Cifras: Proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias, 2026), <https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras>

Diversos estudios coinciden en señalar que la inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación constituye un factor determinante para el fortalecimiento de los sistemas agroalimentarios, especialmente en contextos caracterizados por limitaciones estructurales de acceso a tecnología, financiamiento y asistencia técnica. En el caso de la agricultura familiar, la innovación no se limita a la incorporación de tecnologías productivas, sino que incluye procesos organizativos, sociales e institucionales que permiten mejorar la productividad, la sostenibilidad ambiental y la capacidad de adaptación frente a los cambios económicos y climáticos (FAO & FIDA, 2019; Acevedo-

Osorio & Schneider, 2020). Desde esta perspectiva, la orientación estratégica de los recursos públicos destinados a CTel adquiere especial relevancia para promover procesos de desarrollo rural sostenible y fortalecer las capacidades territoriales de los agricultores familiares.

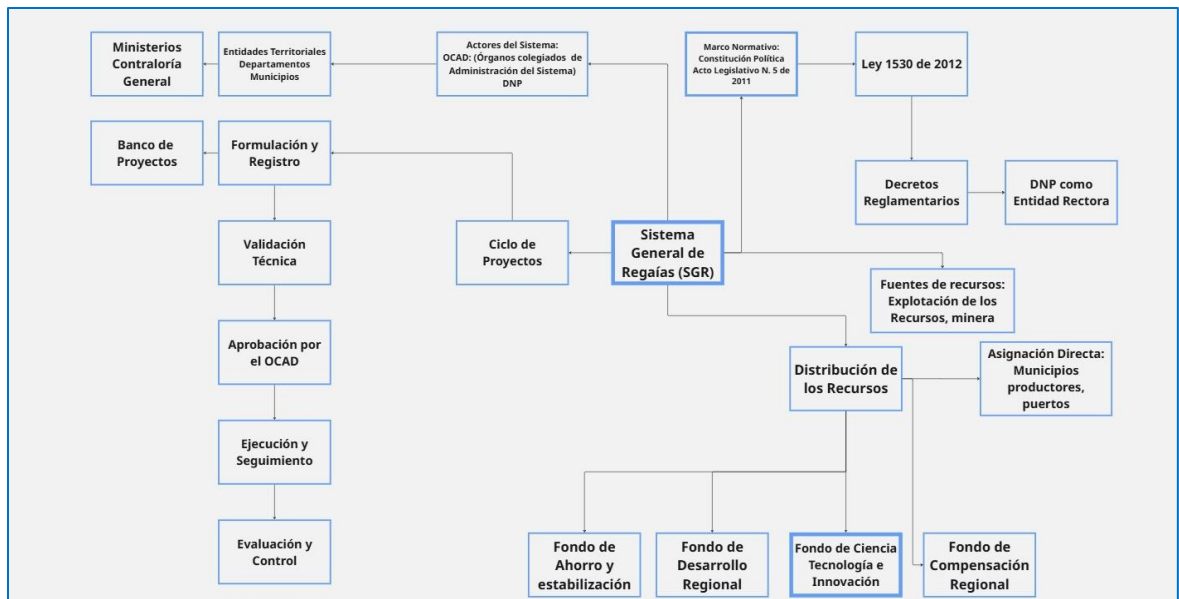
El Sistema General de Regalías (SGR) es un instrumento que contribuye a la distribución de los recursos en territorios priorizados a nivel regional y nacional, como se observa en la figura 5. El (SGR) articula diferentes fuentes de financiación, actores institucionales y mecanismos de gestión orientados al desarrollo territorial.

Sistema General de Regalías (SGR)

Con el propósito de comprender el marco institucional que orienta la formulación, financiación y ejecución de proyectos de innovación en el sector agropecuario, es necesario analizar la estructura del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) y su articulación con el Sistema General de Regalías (SGR). Este entramado institucional integra los actores, instrumentos normativos y mecanismos de asignación de recursos que respaldan las iniciativas de ciencia, tecnología e innovación (CTI), favoreciendo el desarrollo territorial y el fortalecimiento del sector agropecuario. A continuación, se presenta de manera esquemática las principales relaciones entre estos componentes y el flujo institucional para la gestión de los recursos destinados a la innovación agropecuaria.

Figura 5.

Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) y articulación institucional para la innovación agropecuaria.



Nota. Elaboración propia a partir de la Ley 2056 de 2020, DNP (2022) y CEPAL (2023).

Los ingresos derivados de la explotación de recursos naturales no renovables, tales como los minerales y los hidrocarburos, reciben el nombre de regalías y constituyen una de las fuentes más importantes de financiación para las entidades territoriales en Colombia. Estos recursos se han convertido en un mecanismo esencial para impulsar el desarrollo económico, social y territorial, principalmente a través de la financiación de proyectos de inversión pública (DNP, 2022).

El esquema de financiamiento regional en Colombia inicio su transformación con el Acto Legislativo 05 de 2011 y la posterior Ley 1530 de 2012. Posteriormente, la Ley 2056 de 2020 reformó de manera integral con la expedición de la Ley 2056 de 2020 reformó de manera integral la asignación y el control de las regalías vigentes, reconfigurando los procedimientos de evaluación, viabilidad y ejecución técnica de los proyectos locales.

Como parte de la estructura del Sistema General de Regalías se establecieron diversas fuentes de financiación orientadas al desarrollo regional, entre las que se destacan las asignaciones para Ciencia, Tecnología e Innovación, las asignaciones

directas y los recursos destinados a inversión regional. De igual forma, se crearon los Órganos Colegiados de Administración y Decisión (OCAD), responsables de evaluar, priorizar y aprobar los proyectos financiados con recursos del sistema. Para su aprobación, los proyectos deben cumplir criterios asociados con la pertinencia, la viabilidad técnica, la sostenibilidad, el impacto regional, la articulación con los instrumentos de planeación y el aporte al cierre de brechas territoriales (CEPAL, 2023).

En este escenario, el SGR se ha consolidado como uno de los principales instrumentos para financiar la inversión pública en Colombia, facilitando el desarrollo de iniciativas en sectores estratégicos como salud, educación, infraestructura, formación de capital humano y sector agropecuario. En particular, los recursos orientados a Ciencia, Tecnología e Innovación buscan fortalecer las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación de las regiones mediante proyectos enfocados en la generación, transferencia, uso y apropiación social del conocimiento.

La inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación financiada por medio del SGR adquiere una relevancia significativa para el sector agropecuario, ya que favorece el desarrollo de soluciones tecnológicas, procesos de investigación aplicada, fortalecimiento de capacidades técnicas y generación de innovaciones dirigidas a mejorar la productividad, sostenibilidad y competitividad de los sistemas productivos rurales. En departamentos con una importante presencia de agricultura familiar, como Boyacá, estos recursos representan una oportunidad para promover procesos de innovación acordes con las necesidades de los productores, fortalecer sus capacidades organizativas y productivas, y aportar al desarrollo rural sostenible.

Esta estructura permite canalizar recursos hacia proyectos estratégicos en sectores prioritarios, entre ellos la Ciencia, Tecnología e Innovación, favoreciendo la generación

de capacidades regionales y la implementación de iniciativas que contribuyen al fortalecimiento de los sistemas productivos agropecuarios y de la agricultura familiar.

Agricultura Familiar: decenio y contexto

En las últimas décadas, la agricultura familiar ha impulsado desde diferentes ámbitos, una serie de acciones orientadas a visibilizar y fortalecer aspectos que la componen más allá del factor productivo, promoviendo alternativas que permitan enfrentar las problemáticas y crisis generadas por modelos basados en el agronegocio y la Revolución Verde.

Un aspecto de relevancia es el movimiento campesino organizado a comienzos del nuevo milenio, orientadas a llamar la atención de los Estados nacionales y organismos multilaterales, contribuyeron al inicio de un proceso de integración de las comunidades rurales; actualmente las iniciativas promueven las dinámicas sociales y políticas de las comunidades campesinas contribuyendo a la visibilización y reconocimiento para el cumplimiento de las metas de los ODS. De acuerdo con Acevedo-Osorio y Schneider (2020). La incorporación de las comunidades permite ampliar el espectro de conocimiento reconociéndolas no únicamente como un actor social sino constituido, social, política y culturalmente.

Un hito con gran relevancia es que el año 2014 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) declaró el Año Internacional de la Agricultura Familiar, con el propósito de reconocer su protagonismo y el papel que desempeña en la seguridad alimentaria. A partir de este reconocimiento, se promovieron procesos regionales y nacionales orientados a identificar y fortalecer las potencialidades de la agricultura familiar como respuesta a la crisis global contemporánea.

Las naciones unidas y los fondos internacionales de desarrollo en el año 2018 ampliaron los caminos para establecer planes y políticas para la agricultura familiar. Dicho plan plantea una visión multidimensional de los agricultores familiares, alejándose de enfoques reduccionistas centrados exclusivamente en la productividad agrícola (FAO & FIDA, 2019). Desde esta perspectiva, la agricultura familiar es concebida como un sistema social económico, cultural y ambiental que articula seguridad alimentaria, sostenibilidad ecológica, equidad de género, participación política y desarrollo territorial.

En América Latina, durante la última década, la agricultura familiar se ha convertido en un importante campo de discusión académica, política e institucional. Schneider (2014), señala que el creciente interés de instituciones públicas, organizaciones de la sociedad civil, movimientos sociales, académicos e investigadores por la agricultura familiar (AF) se encuentra asociado a temas como la producción de alimentos, la pobreza rural, el desarrollo rural y la participación social en los territorios.

En este contexto, el interés por la agricultura familiar también se relaciona con la continuidad de la pobreza en las zonas rurales antes, durante y después de los procesos de ajuste estructural de corte neoliberal implementados en América Latina durante las décadas de 1980 y 1990. Durante este periodo se observó que el libre comercio de los mercados y el fortalecimiento del capital social no fueron suficientes para reducir la vulnerabilidad y la exclusión social de millones de habitantes rurales. Según Schneider (2014), solamente a comienzos del siglo XXI los índices de pobreza y desigualdad comenzaron a disminuir en la medida en que el Estado retomó un papel más activo en el diseño e implementación de políticas de desarrollo rural y seguridad alimentaria.

Otro aspecto relevante se relaciona con la cuestión alimentaria y, particularmente, con el papel de la pequeña producción agrícola frente a los retos globales como el cambio climático y el crecimiento demográfico, considerados actualmente como dos de los procesos estructurales que más inciden sobre la sostenibilidad del planeta. Schneider (2014), señala que diversos estudios han evidenciado que el paradigma de la Revolución Verde, basado en sistemas de monocultivo y en el uso intensivo de agroquímicos y semillas mejoradas, ha contribuido a la expansión de monocultivos, afectando la biodiversidad y la diversidad agrícola. Asimismo, los actuales patrones de producción y consumo han incrementado los niveles de contaminación ambiental y alterado los ciclos naturales que regulan el clima.

El renovado interés por las discusiones relacionadas con el desarrollo rural en América Latina ha adquirido mayor importancia, particularmente desde la perspectiva territorial. Según Schneider (2014), la agricultura familiar tiene una contribución significativa en la diversificación de las economías locales, en la provisión de mano de obra para actividades no agrícolas y en la dinamización de la demanda de bienes y servicios dentro de los territorios rurales. Asimismo, en América Latina y el Caribe existen cerca de 17 millones de unidades de producción familiar, las cuales integran aproximadamente a 60 millones de personas.

La mayor parte de las unidades productivas son gestionadas por mujeres, cuya participación en la agricultura familiar ha venido aumentando, especialmente en los sistemas de producción de subsistencia. Las mujeres responsables de unidades productivas representan, en promedio, el 16 %, aunque esta participación varía entre el 6 % y el 30 % según el país. De igual manera, la edad promedio de los responsables de las explotaciones agrícolas ronda los 50 años, situación que evidencia un progresivo envejecimiento de la población rural y un débil relevo generacional.

Una proporción significativa de las unidades productivas es administrada por mujeres, cuya participación en la agricultura familiar ha mostrado un crecimiento progresivo, particularmente en los sistemas de producción de subsistencia. En promedio, las mujeres a cargo de unidades productivas representan alrededor del 16 %, aunque esta cifra oscila entre el 6 % y el 30 % dependiendo del país. Asimismo, la edad promedio de los responsables de las explotaciones agrícolas se sitúa cerca de los 50 años, lo que refleja un proceso de envejecimiento de la población rural y una limitada renovación generacional (Acevedo & Collazos, 2016).

Agricultura Familiar en Colombia

En Colombia, pese a las problemáticas relacionadas con la concentración de la tierra, la violencia y el histórico abandono del sector rural, la agricultura familiar continúa desempeñando un papel fundamental en la producción agroalimentaria nacional. De acuerdo con la Red Nacional de Agricultura Familiar (RENAF, 2017), este modelo productivo aporta aproximadamente el 70 % de los alimentos consumidos en el país. Asimismo, cerca del 80 % de los productores agropecuarios pertenecen a familias agricultoras y alrededor del 30 % de estas unidades productivas son lideradas por mujeres.

De acuerdo con Acevedo (2018), la agricultura familiar constituye una forma de integración centrada en el agricultor como actor principal de su sistema económico y en el pequeño productor definido a partir del tamaño de la unidad productiva. A su vez, este concepto se encuentra estrechamente vinculado con la familia rural. Mientras que la economía campesina enfatiza principalmente el componente económico, la agricultura familiar incorpora dimensiones sociales, culturales, ambientales y económicas, resaltando las relaciones e interacciones que se desarrollan en torno a las actividades productivas (RENAF, 2017).

En el contexto colombiano, la agricultura familiar enfrenta diversas limitaciones asociadas al acceso a la tierra, al capital, a bienes y servicios públicos y a los mercados. No obstante, las familias rurales implementan múltiples estrategias de supervivencia y generación de ingresos. Además, este sector presenta una marcada heterogeneidad y se desarrolla en distintos niveles, que abarcan condiciones de subsistencia, transición y consolidación.

La construcción conceptual de la agricultura familiar en Colombia ha recibido importantes contribuciones desde la academia, las organizaciones sociales y los movimientos rurales. En este proceso ha resultado fundamental diferenciarla de la agricultura industrial o patronal y reconocer su carácter integral, superando una visión exclusivamente económica o comercial.

Durante la última década, diversas dinámicas políticas, sociales e institucionales han contribuido a reposicionar la cuestión campesina en los escenarios académicos y de formulación de políticas públicas, fortaleciendo el reconocimiento de la agricultura familiar como una categoría estratégica para el desarrollo rural (Acevedo & Collazos, 2016).

Entre los principales hitos que impulsaron este proceso se encuentran la publicación del Informe Nacional de Desarrollo Humano para el sector rural por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2011), las movilizaciones campesinas que culminaron en el Paro Nacional Agrario de 2013 y la declaración de 2014 como Año Internacional de la Agricultura Familiar por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014), iniciativa respaldada en Colombia por la Red Nacional de Agricultura Familiar (RENAF). Asimismo, la expedición de la Resolución 267 de 2014 constituyó el primer intento de institucionalizar una política de agricultura familiar en el país; sin embargo, esta fue posteriormente derogada debido a cuestionamientos relacionados con su formulación y alcance.

En este sentido, según informes consultados establecen lineamientos estratégicos para orientar la transformación rural e incorpora una propuesta Nacional para el fortalecimiento de la Agricultura Familiar (DNP, 2014).

Posteriormente, la firma del Acuerdo Final de Paz entre el Gobierno Nacional y las FARC-EP en 2016 fortaleció el reconocimiento de la economía campesina, familiar y comunitaria como eje para la reducción de la pobreza rural. A ello se sumó el Tercer Censo Nacional Agropecuario (DANE, 2016), que evidenció las condiciones de pobreza y la concentración de la tierra en el país tras más de cuatro décadas sin información censal actualizada. Finalmente, el trabajo articulado entre la FAO, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la RENAF permitió construir lineamientos participativos de política pública para la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria, proceso que culminó con la expedición de la Resolución 464 de 2017.

Las actividades de producción, transformación y comercialización de bienes se complementan con actividades no agropecuarias, mientras que las dinámicas de trabajo colectivo y asociativo fortalecen relaciones sociales, políticas y culturales en los territorios rurales. Este enfoque integral fue consolidado mediante un proceso de construcción participativa en torno al concepto de Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria (ACFC).

Como se evidencia en la Figura 6, la agricultura familiar posee una amplia distribución territorial en Colombia. Las mayores extensiones vinculadas a estas formas de producción se localizan en departamentos como Antioquia, con aproximadamente 1.941.978 hectáreas; Santander, con 962.824 hectáreas; Cauca, con 948.892 hectáreas; Cundinamarca, con 917.312 hectáreas; y Nariño, con 825.280 hectáreas. Esta distribución refleja la relevancia de la agricultura familiar dentro de la estructura productiva nacional y su aporte al abastecimiento alimentario, la generación de empleo rural y el desarrollo territorial.

Figura 6.

Distribución territorial de las áreas asociadas a la agricultura familiar en Colombia.



Nota. Áreas que probablemente presentan agricultura familiar, identificadas a partir de coberturas de la tierra y figuras de ordenamiento territorial. Fuente: Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA, 2019).

Seguridad Alimentaria

La seguridad alimentaria constituye un tema de permanente interés y debate a nivel mundial, debido a que es considerada un componente esencial del desarrollo humano y de la estabilidad de las naciones. Este concepto comenzó a consolidarse durante la década de 1970, centrado principalmente en la disponibilidad y el abastecimiento suficiente de alimentos, como respuesta a la preocupación generada por el crecimiento constante de la población mundial. Posteriormente, en la década de 1980, el enfoque incorporó la dimensión del acceso a los alimentos, tanto desde el punto de vista económico como físico (Salcedo, 2005; Mejía, 2016).

No obstante, la seguridad alimentaria adquirió una mayor relevancia en las agendas sociales, políticas, académicas y legislativas a partir de la Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial, adoptada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en 1996. Desde entonces, este concepto comenzó a entenderse como un proceso multidimensional que integra aspectos relacionados con la inocuidad de los alimentos, las preferencias culturales y el reconocimiento de la alimentación como un derecho humano fundamental.

En este sentido, globalmente se ha promovido la seguridad alimentaria como la garantía de acceso físico y económico a alimentos nutritivos, inocuos y adecuados para la salud humana, que permitan a las personas mantener una vida sana y activa.

En Colombia, el concepto de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) se encuentra definido en la Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, establecida en el Documento del Consejo Nacional de política y Social CONPES, en la que define la disponibilidad, el acceso y el consumo de alimentos en calidad y cantidad óptimas para llevar una vida saludable y activa (CONPES Social 113, 2007).

Esta definición integra diferentes dimensiones que permiten comprender la complejidad de la seguridad alimentaria y nutricional desde una perspectiva integral. Asimismo, diversos estudios e informes internacionales han resaltado la necesidad de acelerar la transición hacia sistemas agroalimentarios sostenibles que contribuyan a garantizar la seguridad alimentaria mundial, fortalecer las capacidades económicas de las poblaciones rurales y preservar los servicios ecosistémicos indispensables para la producción de alimentos. En este contexto, organismos internacionales han promovido el crecimiento sostenible de la productividad agrícola, especialmente en sistemas de agricultura familiar y de pequeña escala, reconociendo su aporte a la sostenibilidad ambiental, la resiliencia territorial y la seguridad alimentaria (FAO, 2015).

La relación existente entre agricultura familiar, seguridad alimentaria y desarrollo rural sostenible evidencia la importancia de fortalecer las capacidades productivas, organizativas y tecnológicas de los territorios rurales. En este marco, la inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) adquiere un papel estratégico, debido a que favorece la generación de conocimientos, tecnologías y procesos innovadores orientados a mejorar la productividad, la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas agroalimentarios. Por ello, resulta pertinente analizar la evolución de las inversiones en CTel y su contribución al fortalecimiento de la agricultura familiar en territorios con alta vocación agropecuaria, como el departamento de Boyacá.

Inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación en el departamento de Boyacá

El estado actual de la inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en el departamento de Boyacá integra iniciativas de la comunidad científica, grupos de investigación, universidades, entidades gubernamentales y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, orientadas a la generación y aplicación de nuevo conocimiento.

Estos procesos de articulación se reflejan en los instrumentos de planificación territorial y en las estrategias de desarrollo regional, donde el diseño de políticas públicas desempeña un papel fundamental para fomentar las actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

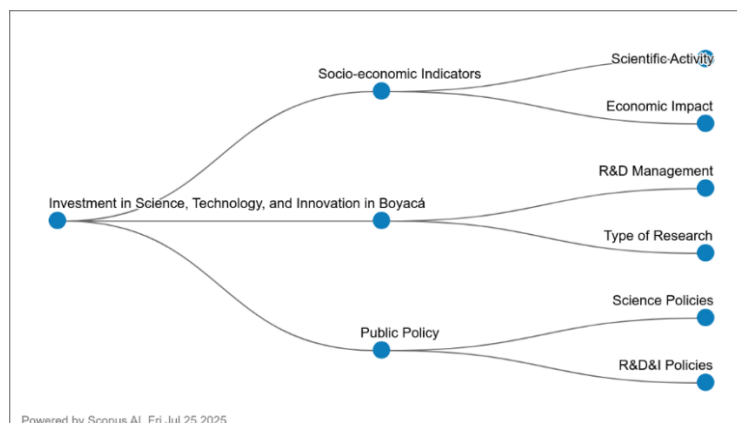
La inversión en CTI constituye un factor estratégico para impulsar el crecimiento económico, la competitividad y la sostenibilidad territorial. La articulación de esfuerzos entre universidades, sector público, sector privado y organizaciones sociales, acompañada de políticas públicas orientadas a la innovación y una adecuada gestión de los recursos, puede fortalecer significativamente las capacidades científicas y tecnológicas del departamento. No obstante, la evaluación permanente y la adaptación de las estrategias implementadas resultan necesarias para responder a los desafíos actuales y aprovechar plenamente el potencial de las inversiones realizadas en CTI.

Al analizar la interacción entre los principales actores involucrados en los procesos de inversión en CTI en Boyacá y las tendencias de investigación identificadas en la literatura científica, se destacan temas recurrentes como indicadores socioeconómicos, políticas públicas, economía de impacto, desarrollo territorial e innovación para la sostenibilidad.

Como se observa en la Figura 7, el análisis bibliométrico realizado a partir de información indexada en Scopus permite identificar las principales tendencias temáticas asociadas a la Ciencia, Tecnología e Innovación en el contexto regional, evidenciando la relevancia de variables relacionadas con el desarrollo económico, la formulación de políticas públicas y los procesos de transformación territorial (SCOPUS, 2025).

Figura 7.

Tendencias temáticas asociadas a Ciencia, Tecnología e Innovación (SCOPUS, 2025).



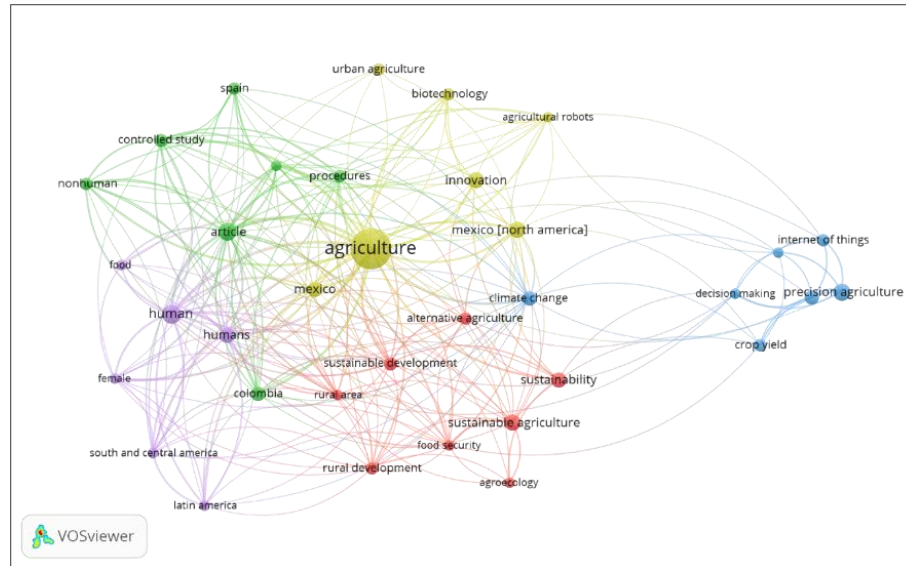
Nota. Elaboración propia a partir de búsqueda bibliométrica en Scopus (Scopus, 2025).

Asimismo, en América Latina se ha fortalecido el debate en torno a las inversiones públicas y las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación, especialmente en investigaciones relacionadas con agricultura familiar, desarrollo sostenible, cambio climático y ruralidad. Estas temáticas presentan importantes puntos de convergencia en diversos contextos internacionales, particularmente en países como México y España, donde la investigación sobre desarrollo rural sostenible ha adquirido una creciente relevancia (SCOPUS, 2025).

Como se evidencia en la Figura 8, los principales temas asociados a la producción científica sobre agricultura familiar y desarrollo rural se relacionan con sostenibilidad, innovación, adaptación al cambio climático, desarrollo territorial y fortalecimiento de capacidades productivas, aspectos estrechamente vinculados con los objetivos de la presente investigación.

Figura 8.

Principales temáticas asociadas a agricultura familiar, desarrollo rural y Ciencia, Tecnología e Innovación.



Nota. Elaboración propia a partir de búsqueda bibliométrica en Scopus (Scopus, 2025).

En Colombia, el departamento de Boyacá se ha convertido en un referente nacional por su apuesta por la Ciencia, Tecnología e Innovación, orientando esfuerzos hacia la investigación aplicada y el desarrollo de soluciones adaptadas a las necesidades regionales. Entre las áreas de mayor impacto destacan la agroindustria, la producción limpia y la gestión sostenible de los recursos naturales, donde universidades y centros de investigación han establecido alianzas estratégicas con el sector productivo y entidades gubernamentales.

Estas sinergias han permitido la creación de laboratorios especializados, la formación de talento humano, la transferencia tecnológica y el fortalecimiento del

ecosistema regional de innovación, favoreciendo la competitividad de las empresas y organizaciones del departamento.

En el contexto actual, el desarrollo de proyectos interdisciplinarios y la participación de comunidades rurales han contribuido a promover modelos productivos más sostenibles y resilientes. Asimismo, la vinculación de Boyacá a redes nacionales e internacionales de investigación y desarrollo (I+D) ha generado oportunidades para acceder a nuevas fuentes de financiación, intercambiar experiencias y posicionar al departamento como un actor relevante dentro del ecosistema científico y tecnológico del país.

La continuidad de estas estrategias, junto con el seguimiento y evaluación de sus resultados, será determinante para consolidar los avances alcanzados y fortalecer nuevas dinámicas de desarrollo regional basadas en el conocimiento y la innovación.

Por otra parte, la inversión pública continúa desempeñando un papel fundamental en el fortalecimiento de las capacidades territoriales. Como se observa en la Figura 9, actualmente se encuentran en ejecución 89 proyectos de localización departamental financiados con recursos públicos, distribuidos en diferentes municipios del departamento y orientados al fortalecimiento de sectores estratégicos para el desarrollo regional.

Figura 9.

Mapa de inversiones departamentales (DNP, 2026).



Nota. El gráfico muestra la distribución de las inversiones en el Departamento de Boyacá. Tomado de Mapa de inversiones departamentales. Departamento Nacional de Planeación (2026).

Los proyectos ejecutados representan una inversión aproximada de COP 209.513.577.745 Los objetivos clave de los proyectos están relacionados con temas como competitividad, fortalecimiento, elaboración de modelos entre otros. Esto evidencia que la inversión pública es un instrumento fundamental para promover procesos de innovación, competitividad, desarrollo rural y fortalecimiento de capacidades productivas en el territorio.

En este contexto, el análisis de la inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación adquiere especial relevancia para comprender de qué manera los recursos públicos destinados al desarrollo agropecuario y a la innovación han contribuido al fortalecimiento de la agricultura familiar en Boyacá. Este enfoque permite establecer un vínculo entre las políticas de innovación, los procesos de desarrollo territorial y las estrategias orientadas a mejorar la sostenibilidad, productividad y resiliencia de los sistemas agroalimentarios rurales.

Hipótesis

Hipótesis 0. El diagnóstico de los proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) orientados al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá no evidencia patrones ni elementos metodológicos suficientes para fundamentar la formulación de una guía metodológica para futuros proyectos de inversión pública.

Hipótesis 1. El diagnóstico de los proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) orientados al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá evidencia patrones y elementos metodológicos que fundamentan la formulación de una guía metodológica para futuros proyectos de inversión pública.

Variables

Las variables de investigación corresponden a los atributos y categorías de análisis que permiten comprender la relación entre la inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) y el fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá.

Variable 1.

Desempeño de los proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación. Se mide mediante cinco pilares estratégicos y diecisiete indicadores, valorados con una escala ordinal de tres niveles (bajo, medio y alto).

Se refiere al conjunto de efectos y aportes derivados de la implementación de proyectos de inversión en aspectos relacionados con la productividad, la sostenibilidad ambiental, la organización comunitaria, la transferencia de conocimiento, la innovación tecnológica y el fortalecimiento de capacidades de los productores vinculados a la agricultura familiar. Agrupados en 5 pilares: Dimensión productiva, dimensión socioeconómica, dimensión organizativa, dimensión, ambiental e institucional. Con 17 indicadores definidos para cada pilar.

Población:

Consolida los 30 proyectos de CTel en Boyacá contemplando un horizonte (2016-2026). Consultadas en fuentes oficiales de información del DNP del SGR/Gesproy.

Resultado:

Elaboración de una propuesta con lineamientos para proyectos de inversión, a partir de los hallazgos del diagnóstico.

Categoría de análisis transversal

Desarrollo rural sostenible.

Entendido como el proceso orientado a mejorar las condiciones económicas, sociales, ambientales e institucionales de los territorios rurales mediante estrategias que promuevan la sostenibilidad productiva, la inclusión social, la seguridad alimentaria y el uso responsable de los recursos naturales.

Variable 2.

Elementos metodológicos para la formulación de proyectos de inversión pública. Se operacionaliza mediante la integración de los hallazgos obtenidos en el diagnóstico, las tendencias identificadas en el análisis estadístico y los criterios derivados de los cinco pilares evaluados.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño observacional, retrospectivo, transversal y de tipo evaluativo. Estuvo orientada al diagnóstico de proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) dirigidos al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá, con el propósito de generar los elementos metodológicos necesarios para la formulación de una guía para futuros proyectos de inversión pública. En este marco, se analizaron los proyectos estratégicos financiados con recursos del Sistema General de Regalías (SGR) al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá. La unidad de análisis correspondió a los proyectos de inversión pública ejecutados en los sectores de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) y Agricultura y Desarrollo Rural durante el período 2016–2026

Para recolectar los datos se revisaron los expedientes técnicos en plataformas oficiales y Mapa de Inversiones del Departamento Nacional de Planeación (DNP), consolidando así la información de los proyectos ejecutados. La población de estudio estuvo conformada por los proyectos ejecutados con recursos del Sistema General de Regalías en Boyacá durante el periodo de análisis. El marco analítico correspondió a un censo del estrato de interés, integrado por los 30 proyectos terminados pertenecientes a los sectores de Ciencia, Tecnología e Innovación y Agricultura y Desarrollo Rural, seleccionados mediante criterios explícitos de sector, estado de ejecución (terminado) y horizonte temporal (2016–2026). Dentro de este conjunto se realizó un análisis específico de cinco proyectos relacionados directamente con agricultura familiar, seleccionados mediante muestreo intencional por criterio, debido a que su objeto estaba orientado explícitamente al fortalecimiento de este tipo de agricultura.

Para evaluar la contribución de los proyectos se diseñó una rúbrica de evaluación ordinal, adaptada de la metodología propuesta por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2013), integrada por 17 indicadores agrupados en cinco pilares de evaluación. Cada indicador fue calificado en tres niveles de desempeño (Alto, Medio y Bajo), de acuerdo con la evidencia verificable disponible en fuentes primarias, estableciendo criterios de cumplimiento previamente definidos. Esta estrategia permitió transformar la información cualitativa en una escala ordinal susceptible de análisis estadístico.

Previamente al análisis se efectuó un proceso de depuración y estandarización de la base de datos. Se verificó la consistencia de los registros, se normalizaron los valores de inversión, se identificaron datos faltantes y se codificaron los niveles de desempeño mediante una escala ordinal (Bajo = 1, Medio = 2 y Alto = 3). Debido a la naturaleza ordinal de las variables y al tamaño del conjunto de datos, se optó por emplear técnicas estadísticas no paramétricas, evitando asumir condiciones de normalidad o escalas de intervalo que no eran compatibles con la información disponible.

Como parte de la validación del instrumento se estimó la consistencia interna mediante el coeficiente alfa de Cronbach, obteniéndose un valor aproximado de 0,88, considerado evidencia de buena confiabilidad para la evaluación conjunta de los indicadores. Asimismo, se realizó un análisis de correlación ítem-total con el fin de verificar la contribución de cada indicador al constructo evaluado.

El análisis estadístico comprendió diferentes niveles. Inicialmente se efectuó un análisis descriptivo de las variables de inversión y de los indicadores evaluados mediante medidas de tendencia central, dispersión y distribución. Posteriormente se construyeron índices compuestos por cada uno de los cinco pilares y un índice global de desempeño, calculados mediante la media aritmética de los indicadores ordinales, siguiendo las recomendaciones para la construcción de indicadores compuestos propuestas por la OECD/JRC (2008).

Para la contrastación de resultados se aplicaron procedimientos de estadística no paramétrica basada en rangos, incluyendo las pruebas de Wilcoxon, Mann–Whitney, Friedman con corrección post hoc de Holm y el coeficiente de correlación de Spearman.

Adicionalmente, se empleó la técnica de remuestreo bootstrap para estimar intervalos de confianza de las principales medidas estadísticas, dada la naturaleza de la información y el tamaño del conjunto de proyectos analizados. Finalmente, con el propósito de identificar patrones de comportamiento entre los proyectos evaluados, se desarrolló un análisis multivariado mediante Análisis de Componentes Principales (ACP) y análisis de conglomerados utilizando el método de Ward, permitiendo establecer tipologías de proyectos de acuerdo con su desempeño en los diferentes pilares evaluados.

Enfoque y alcance de la investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, orientado a la medición objetiva y al análisis sistemático de la información proveniente de fuentes oficiales, con el propósito de evaluar la contribución de los proyectos estratégicos financiados mediante el Sistema General de Regalías (SGR) al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá. Este enfoque permitió transformar la información documental y administrativa en variables cuantificables mediante la

aplicación de una rúbrica de evaluación estructurada, facilitando la obtención de indicadores comparables y el análisis estadístico de los resultados.

La investigación adoptó un diseño observacional, retrospectivo y de corte transversal, basado en el análisis de proyectos ejecutados durante el período 2016–2026, sin intervenir sobre las variables de estudio. Desde una perspectiva evaluativa, el estudio se orientó a valorar el desempeño de los proyectos mediante criterios previamente establecidos, sustentados en evidencia documental verificable y organizados en cinco pilares de evaluación. La utilización de técnicas de estadística descriptiva, pruebas no paramétricas, procedimientos de remuestreo e instrumentos de análisis multivariado permitió fortalecer la objetividad, confiabilidad y validez de los resultados, proporcionando evidencia empírica para interpretar el aporte de las inversiones públicas al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento.

Población y muestra

La población de estudio está conformada por los 30 proyectos de inversión pública financiados y ejecutados con recursos del Sistema General de Regalías (SGR) en el departamento de Boyacá durante el periodo comprendido entre 2016- 2026.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño observacional, retrospectivo, transversal y de tipo evaluativo, orientado al diagnóstico de proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) dirigidos al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá durante el período 2016–2026. La unidad de análisis correspondió a los proyectos de inversión pública ejecutados en los sectores de Ciencia, Tecnología e Innovación y Agricultura y Desarrollo Rural, cuyo diagnóstico permitió identificar fortalezas, debilidades, patrones y

oportunidades de mejora que sirvieron de base para la formulación de una guía metodológica orientada al diseño de futuros proyectos de inversión pública:

- **Sectorial:** Pertenecer a sector de Ciencia Tecnología e Innovación (CTeI) o de Agricultura y Desarrollo Rural.
- **Estado de ejecución:** Proyectos con estatus de “Terminado” en la plataforma de SGR.
- **Temporal:** Haber sido ejecutados en estado terminado dentro del horizonte temporal 2016-2026.

La aplicación de estos criterios dio como resultado un censo de interés compuesto por 30 proyectos, los cuales integraron una unidad de análisis principal para la evaluación y el análisis multivariado.

A partir del censo de 30 proyectos, y con el fin de profundizar en el objeto central del estudio, se seleccionó una submuestra intencional por criterio. Esta submuestra quedó conformada por cinco (5) proyectos cuyo objeto técnico y objetivos institucionales estaban orientados de manera explícita y directa al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento.

Instrumentos

Para el análisis de la información se evaluaron criterios agrupados en una escala Ordinal adaptada de la metodología analítica del Banco Iberoamericano de Desarrollo (BID, 2013). Este instrumento fue diseñado con el fin de transformar los datos cualitativos y documentales en variables cuantitativas de escala ordinal, susceptibles de análisis estadístico no paramétrico. La selección de pruebas no paramétricas obedeció a la naturaleza ordinal de los datos, al tamaño de la muestra y a la ausencia de supuestos de normalidad, condiciones que hacen más apropiado este tipo de procedimientos para el análisis de la información.

- **Dimensiones:** Conformado por cinco (5) pilares en evaluación.
- **Ítems:** Consta de 17 indicadores específicos distribuidos en los pilares.
- **Escala de medición:** Cada indicador se evalúa mediante una escala de tres niveles de desempeño codificados para el análisis estadístico: Bajo (1); Medio (2) y Alto (3), definidos a partir de criterios objetivos de cumplimiento.

La consistencia interna de la rúbrica de evaluación fue evaluada mediante el Coeficiente Alfa de Cronbrach, lo cual demuestra la confiabilidad y estabilidad métrica para la evaluación conjunta de los indicadores.

Identificar y caracterizar los proyectos de Inversión en CTel

La información recopilada fue analizada y estructurada en cuatro fases secuenciales empleando herramientas de estadística descriptiva, inferencial no paramétrica y análisis multivariado. El tratamiento estadístico se diseñó atendiendo la naturaleza ordinal de las variables al tamaño del conjunto de datos ($N=30$) para el análisis global y $n=5$ para el análisis específico.

- **Depuración de datos:**

Previo al análisis se procedió con un proceso de verificación e identificación de los registros, la identificación de los datos faltantes y la normalización de los valores para hacerlos comparables. Las variables fueron transformadas a una escala codificada numéricamente (Bajo=1, Medio =2, Alto =3).

Para validar la consistencia interna y la confiabilidad del instrumento, se calculó el coeficiente Alfa de Cronbach de manera conjunta, aplicando un análisis correlacional para la homogeneidad de cada indicador.

- **Análisis Estadístico Descriptivo:**

Se realizó una caracterización de variables financieras (montos de inversión) de los 17 indicadores de gestión mediante medidas de tendencia central, dispersión y distribución de frecuencias. Siguiendo los parámetros de la OECD/JRC (2008), se construyeron índices compuestos para cada uno de los cinco pilares de evaluación, así como un Índice Global de Desempeño. Estos índices sintéticos se calcularon a través de la media aritmética de los indicadores ordinales correspondientes, permitiendo agregar la información sin perder la estructura métrica subyacente.

- **Estadística Inferencial No paramétrica y Remuestreo:**

Se realizó un análisis para contrastar la hipótesis con los resultados mediante métodos no paramétricos basados en rangos.

La evaluación inferencial integró pruebas de rangos para contrastar la hipótesis en muestras dependientes (Mann–Whitney) como en mediciones relacionadas (Wilcoxon). Así mismo la comparación múltiple de los pilares se ejecutó con la prueba de Friedman – asumiendo el ajuste de Holm- mientras que las asociaciones se tasaron con coeficiente de Spearman.

- **Análisis estadístico Multivariado:**

Se aplicaron técnicas para identificar patrones en los proyectos monitoreados financiados por el Sistema por el SGR.

- **Análisis de componentes principales:**

Dirigido a disminuir la dimensionalidad de la evaluación teniendo en cuenta que se abordan 17 variables en cada proyecto.

- **Análisis por conglomerados:**

Mediante la aplicación de un algoritmo, permitió agrupar los proyectos evaluados en tipologías heterogéneas entre sí. De acuerdo con los perfiles de desempeño en los pilares evaluados.

Aplicando este análisis se pretende identificar tendencias, resultados, aportes y oportunidades de mejora en las inversiones públicas orientadas al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá.

Identificación y caracterización de los proyectos CTel

Procesamiento de los datos:

El trabajo de campo se desarrolló de manera sistemática a través de un proceso secuencial estructurado en cuatro fases operativas. Este diseño permitió la transición desde la delimitación global hasta la evaluación analítica. En tabla 1. Se detallan las acciones, descripciones metodológicas y los productos obtenidos en cada etapa del proceso:

Tabla 1. Trabajo de campo para el análisis de la información.

Fase	Acción	Descripción	Producto
Fase I	Indagación y Delimitación en plataformas oficiales	Esta fase inició con el acceso y la exploración a fuentes principales de Información Mapa de Inversiones del DNP y plataformas oficiales de información.	Consolidar el inventario inicial de la población $N=30$ proyectos que conformaron el censo del estrato.

Fase II	Extracción y conformación del Expediente Técnico	Para cada uno de los proyectos se recopiló el anexo técnico de las MGA y/o informes técnicos de los proyectos. Esta información fue organizada en una base de datos codificada por proyecto.	Consolidar la información documentada y consolidación de una base de datos codificada.
Fase III	Cribado y Selección de muestra	Se realizó una lectura analítica de los objetivos generales específicos y del resumen de cada proyecto. Aplicando criterio de inclusión específico en 5 proyectos destinados a la agricultura familiar.	Consolidado de cinco proyectos específicos destinados a la agricultura familiar del departamento de Boyacá.
Fase IV	Aplicación de la metodología analítica contrastando la información.	Se analizó la evidencia física y financiera frente a los criterios de cumplimiento de los 17 indicadores de la metodología adaptada del BID. Cada indicador fue calificado en escala de (1 a 3) únicamente si existía un soporte documental que validara el nivel de desempeño.	Consolidado de información evaluando 17 indicadores agrupados por criterios en cada proyecto.

Nota. Elaboración propia.

Posterior a la consolidación de las fases descritas, la (Fase III) hace referencia especial a los proyectos en agricultura familiar del departamento de Boyacá, garantizando que los mismos contaran con el expediente técnico completo (Fase II) fundamental para la calificación de los 17 indicadores aplicando la metodología adaptada del BID (Fase IV).

Los desafíos técnicos presentados en la recolección de la información se subsanaron con la consulta en páginas oficiales del orden nacional Gobernaciones,

Alcaldías, Universidades entre otros para garantizar la evaluación de los proyectos.

Estructura y Criterios de Evaluación.

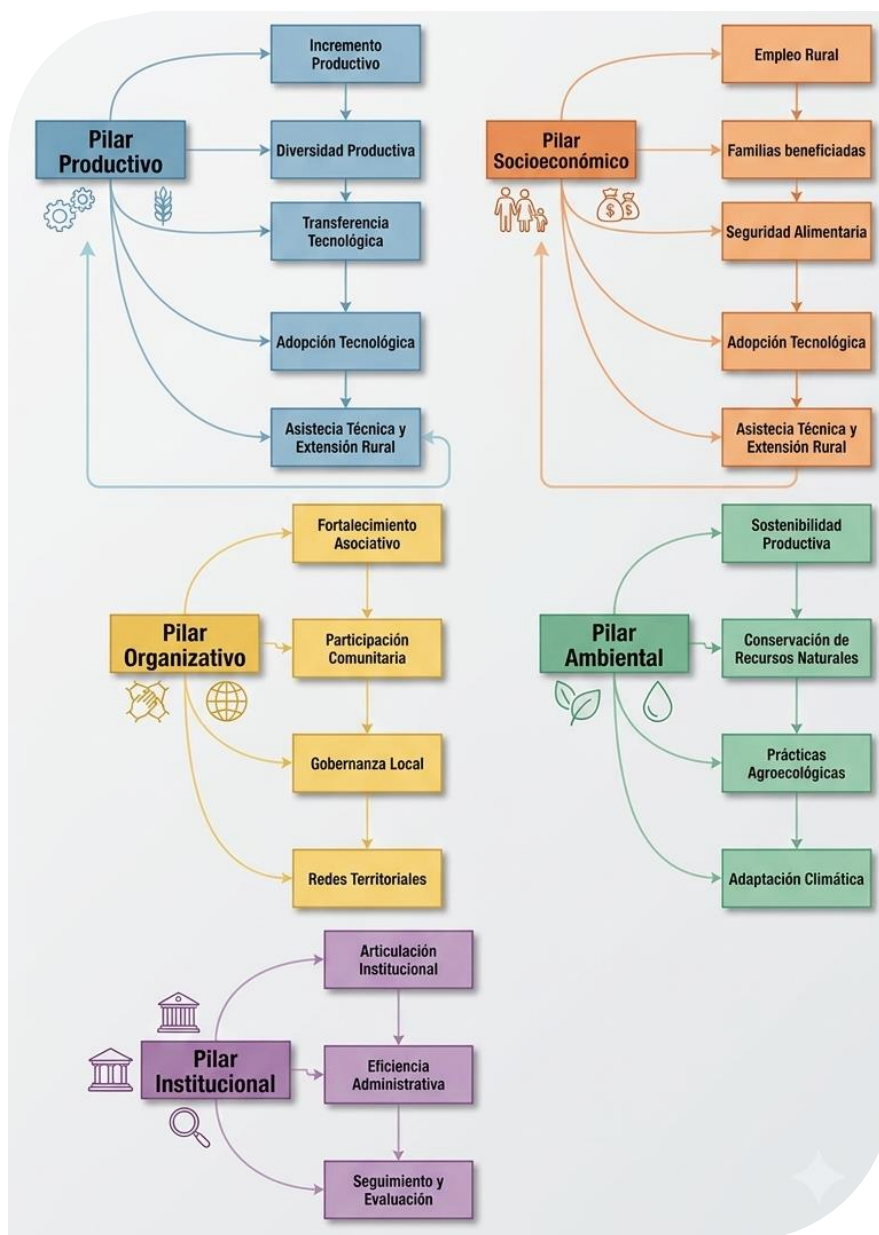
El modelo adaptado del BID entre el 2010 y el 2012 consideró que, para asegurar la transparencia, la gobernabilidad y una gestión pública eficiente desde un enfoque multisectorial, es posible agrupar las intervenciones prioritarias en dimensiones de la sostenibilidad (ambiental, desarrollo urbano, fiscal y gobernabilidad). Este modelo incorporó un sistema de semaforización estructurado jerárquicamente por pilares, temas y subtemas, otorgando valores cuantitativos a las categorías analizadas para determinar su nivel de desempeño.

Diagnóstico de los proyectos de Inversión mediante la aplicación de cinco criterios y diecisiete indicadores.

Con el propósito de diagnosticar el consolidado de información, se realizó la evaluación de los proyectos de inversión pública objeto de este estudio, se adaptó dicha metodología al contexto de la agricultura familiar. Esta adaptación metodológica se expone en la Figura 10, lo permitió organizar el análisis de la información recolectada a través de una estructura por pilares como se relaciona a continuación:

Figura 10.

Pilares estratégicos en la evaluación de proyectos del SGR.



Nota. Elaboración propia, adaptada de la metodología de evaluación de proyectos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2013). Diseño gráfico elaborado con apoyo de inteligencia artificial generativa

Pilar productivo:

Se diseñó con el propósito de evaluar la contribución de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) al fortalecimiento de las capacidades productivas de la agricultura familiar. Para ello, se definieron cinco variables de evaluación: incremento productivo, diversidad productiva, transferencia tecnológica, adopción tecnológica y asistencia técnica y extensión rural. Cada una de estas variables fue operacionalizada mediante un indicador específico y valorada a partir de una escala ordinal de tres niveles de desempeño (alto, medio y bajo), según la evidencia documental reportada en las fuentes primarias de los proyectos analizados. La Tabla 2 presenta los criterios de evaluación y la asignación de puntajes utilizada para este pilar.

Tabla 2.

Pilar Productivo, criterio de evaluación.

Pilar	Variables e Indicadores de Evaluación		Valor de Referencia			Indicador		
	Variable	Indicador	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
PRODUCTIVO	Incremento Productivo	Área intervenida (Ha) por el proyecto/Rendimiento	Existe referencia en fuentes primarias del área intervenida en el proyecto	Existe poca referencia de referencias primarias del área intervenida en el proyecto	No existe referencia en fuentes primarias del área intervenida en el proyecto	3	2	1
	Diversidad Productiva	Líneas productivas priorizadas	Existe referencia de fuentes primarias del número de líneas atendidas por el proyecto	Existe poca referencia de fuentes primarias del número de líneas productivas en el proyecto	No existe referencia de fuentes primarias del número de líneas productivas	3	2	1
	Transferencia Tecnológica	Capacitaciones realizadas	Existe referencia de fuentes primarias del número de personas capacitadas	Existe pocas referencias de fuentes primarias del número de capacitaciones o	No existe información de referencia del número de personas capacitadas en	3	2	1
	Adopción Tecnológica	Prácticas y metodologías implementadas	Existe referencia de fuentes primarias de números de guías, capítulos de libros implementados	Existe pocas referencias de fuentes primarias de guías, capítulos de información, libros	No existe referencias de guías metodológicas de guías, capítulos de libros	3	2	1
	Asistencia Técnica y Extensión Rural	Servicio de asistencia técnica y extensión rural brindado	Existe referencia del número de personas con servicios de asistencia técnica	Existe poca referencia de fuentes primarias del número de personas con servicios de asistencia técnica	No existe referencia del número de personas asistidas con servicios de asistencia técnica del proyecto	3	2	1

Pilar socioeconómico:

Permitió evaluar la incidencia de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) sobre las condiciones sociales y económicas de la población beneficiaria de la agricultura familiar. Para ello, se establecieron tres variables de evaluación: empleo rural, familias beneficiadas y seguridad alimentaria, cada una representada por un indicador específico relacionado con la generación de empleo, la cobertura de los beneficiarios y el fortalecimiento de las condiciones productivas de las familias rurales. La valoración de estos indicadores se realizó mediante una escala ordinal de tres niveles de desempeño (alto, medio y bajo), de acuerdo con la evidencia documental registrada en los informes y productos de los proyectos analizados. La Tabla 3 presenta las variables, los indicadores y los criterios de calificación definidos para este pilar.

Tabla 3.

Pilar Socioeconómico, criterio de calificación

Pilar	Variables e Indicadores de Evaluación		Valor de Referencia			Indicador		
	Variable	Indicador	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
SOCIOECONOMICO	Empleo Rural	Jornales contratos y/o empleos generados	Existe referencia de fuentes primarias de los contratos y empleos generados implementados con el	Existen pocas referencias de fuentes primarias del número de contratos generados en el	No existen referencias del número de contratos y empleos generados con la	3	2	1
	Familias beneficiadas	Familias beneficiadas y/o productores en el proyecto	Existen referencias del número de familias y/o productores atendidos por el proyecto	Existen pocas referencias del número de familias y/o productores atendidos por el proyecto	No existen referencias del número de familias atendidas en el proyecto	3	2	1
	Seguridad Alimentaria	Suministro de kit productivos (semillas, insumos, abonos, equipo y herramientas)	Existen referencias del número de semillas, insumos, abonos en el proyecto	Existen pocas referencias del número de semillas, insumos, abonos entregados en el proyecto	No existen referencias del número de semillas, insumos, abonos entregados en el proyecto	3	2	1

Nota. Elaboración propia, adaptada de la metodología de evaluación de proyectos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2013).

Pilar organizativo:

Se estructuró con el propósito de evaluar la contribución de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) al fortalecimiento del capital social y organizacional de la agricultura familiar. Para ello, se definieron cuatro variables de evaluación: fortalecimiento asociativo, participación comunitaria, gobernanza local y redes territoriales, las cuales permiten analizar el grado de organización de los productores, la participación de las comunidades en el desarrollo de los proyectos, la articulación con los actores del territorio y la consolidación de espacios de gobernanza. La evaluación de estas variables se realizó mediante indicadores específicos y una escala ordinal de tres niveles de desempeño (alto, medio y bajo), de acuerdo con la evidencia documental disponible en los proyectos analizados. La Tabla 4 presenta las variables, los indicadores y los criterios de calificación establecidos para este pilar.

Tabla 4.

Pilar Organizativo, criterio de calificación.

Pilar	Variables e Indicadores de Evaluación		Valor de Referencia			Indicador		
	Variable	Indicador	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
ORGANIZATIVO	Fortalecimiento Asociativo	Asociaciones de productores agropecuarios y/o rurales fortalecidos	Existen referencias del número de asociaciones/fortalecidos o vinculados	Existen pocas referencias del número de asociaciones o productores fortalecidos en el proyecto	No existen referencias del número de asociaciones fortalecidos en el proyecto	3	2	1
	Participación Comunitaria	Socializaciones realizadas	Existen referencias de fuentes primarias personas que participan en jornadas de socialización	Existen pocas referencias de fuentes primarias personas que participan en jornadas de socialización	No existen referencias de fuentes primarias personas que participan en jornadas de socialización	3	2	1
	Gobernanza Local	Pertinencia del proyecto respecto a las condiciones particulares, necesidades socioculturales, económicas y ambientales de la población beneficiaria	Existe referencia de fuentes primarias de participación de JAC/ órganos territoriales	Existe pocas referencias de fuentes primarias de participación de JAC/ órganos territoriales	No existe referencia de fuentes primarias de participación de JAC/ órganos territoriales	3	2	1
	Redes Territoriales	Participación de diferentes actores (universidades, empresas, alcaldías, ONGs, etc) en la ejecución de proyecto	Existen referencias de fuentes primarias del número de actores que participaron en el proyecto	Existen pocas referencias de fuentes primarias del número de actores que participaron en el proyecto	No existen referencias de actores que participan en el proyecto	3	2	1

Nota. Elaboración propia, adaptada de la metodología de evaluación de proyectos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2013).

Pilar ambiental

Se diseñó con el propósito de evaluar la incorporación de criterios de sostenibilidad ambiental en los proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) dirigidos a la

agricultura familiar. Esta dimensión permitió valorar la capacidad de los proyectos para promover el uso sostenible de los recursos, la conservación del capital natural, la implementación de prácticas agroecológicas y el fortalecimiento de estrategias de adaptación al cambio climático. Para ello, se definieron cuatro variables de evaluación, cada una operacionalizada mediante indicadores específicos y valorada a través de una escala ordinal de tres niveles de desempeño (alto, medio y bajo), con base en la evidencia documental reportada por los proyectos. La Tabla 5 presenta las variables, los indicadores y los criterios de calificación establecidos para este pilar.

Tabla 5.

Pilar Ambiental, criterio de calificación.

Pilar	Variables e Indicadores de Evaluación		Valor de Referencia			Indicador		
	Variable	Indicador	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
AMBIENTAL	Sostenibilidad Productiva	Uso eficiente de los recursos financieros del proyecto post ejecución	Existen referencias del número de semillas, insumos, abonos en el proyecto	Existen pocas referencias del número de semillas, insumos, abonos entregados en el proyecto	No existen referencias del número de semillas, insumos, abonos entregados en el proyecto	3	2	1
	Conservación de Recursos Naturales	Prácticas que contribuyan a la conservación de los recursos naturales	Existen referencias de prácticas implementadas en proyecto	Existen referencias de prácticas implementadas en el proyecto	No existen referencias de prácticas implementadas en el proyecto	3	2	1
	Prácticas Agroecológicas	Prácticas de Conservación de Recursos Naturales	Existen referencias de prácticas de conservación implementadas en el proyecto	Existen pocas referencias de prácticas de conservación implementadas en el proyecto	No existen referencias de prácticas implementadas en el proyecto	3	2	1
	Adaptación Climática	Prácticas implementadas que contribuyen a la adaptación al cambio climático	Existen referencias de prácticas implementadas que contribuyen a la adaptación al cambio climático en el proyecto	Existen pocas referencias de prácticas implementadas que contribuyen a la adaptación al cambio climático en el proyecto	No existen referencias de prácticas implementadas en el proyecto	3	2	1

Nota. Elaboración propia, adaptada de la metodología de evaluación de proyectos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2013).

Pilar Institucional:

Se estructuró con el propósito de evaluar la capacidad de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) para articularse con el marco de políticas públicas y fortalecer los procesos de gestión institucional asociados a la agricultura

familiar. Esta dimensión consideró aspectos relacionados con la articulación interinstitucional, la eficiencia administrativa y los mecanismos de seguimiento y evaluación, los cuales permiten valorar la coherencia de los proyectos con los instrumentos de planificación nacional, departamental y territorial, así como la capacidad de gestión y cumplimiento de sus objetivos. Cada variable fue operacionalizada mediante indicadores específicos y evaluada a través de una escala ordinal de tres niveles de desempeño (alto, medio y bajo), con base en la evidencia documental disponible. La Tabla 6 presenta las variables, los indicadores y los criterios de calificación definidos para este pilar.

Pilar	Variables e Indicadores de Evaluación		Valor de Referencia			Indicador		
	Variable	Indicador	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
INSTITUCIONAL	Articulación Interinstitucional	Coherencia entre el proyecto y planes, políticas sectoriales, territoriales, departamentales y nacionales	Existe coherencia entre el proyecto y planes, políticas sectoriales, territoriales, departamentales y nacionales	Existe poca coherencia entre el proyecto y planes, políticas sectoriales, territoriales, departamentales y nacionales	No existe coherencia entre el proyecto y planes, políticas sectoriales, territoriales, departamentales y nacionales	3	2	1
	Eficiencia Administrativa \$	Eficiencia en usos de los recursos para la consecución de meta y objetivos	Existe eficiencia en usos de los recursos para la consecución de meta y objetivos	Existe poca eficiencia en usos de los recursos para la consecución de meta y objetivos	No existe eficiencia en usos de los recursos para la consecución de meta y objetivos	3	2	1
	Seguimiento y Evaluación	Oportunidad de los productos en los tiempos de entrega	Existe oportunidad de los productos en los tiempos de entrega	Existe poca oportunidad de los productos en los tiempos de entrega	No existe oportunidad de los productos en los tiempos de entrega	3	2	1

Nota. Elaboración propia, adaptada de la metodología de evaluación de proyectos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2013).

La formulación de la guía metodológica se desarrolló mediante un proceso de síntesis e integración de los hallazgos obtenidos durante el diagnóstico. Para ello se analizaron las fortalezas, debilidades, patrones y oportunidades de mejora identificadas en los cinco

pilares evaluados, los cuales sirvieron como base para definir los componentes, criterios y recomendaciones que conforman la propuesta metodológica final

Análisis de resultados

Como parte del análisis se identificaron y caracterizaron los proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) ejecutados en el departamento de Boyacá y orientados al fortalecimiento del sector agropecuario y de la agricultura familiar. La revisión permitió consolidar información relacionada con el horizonte de ejecución, estado del proyecto, código BPIN, entidad financiadora, inversión, cobertura territorial, población beneficiaria, metas alcanzadas y resultados obtenidos para cada uno de los indicadores definidos en la rúbrica de evaluación.

En concordancia con el primer objetivo específico, el análisis inició con la identificación y caracterización de los proyectos de inversión pública financiados mediante recursos del Sistema General de Regalías. Posteriormente, los proyectos fueron sometidos al proceso de diagnóstico mediante la aplicación de la metodología de evaluación propuesta, permitiendo obtener la evidencia que fundamenta la guía metodológica desarrollada en esta investigación.

Tal como se indica en la Tabla 7, en total se analizaron 30 proyectos ejecutados entre 2016 y 2026, financiados principalmente con recursos del Sistema General de Regalías y de entidades del orden nacional y departamental. La inversión estuvo dirigida al fortalecimiento de las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación del sector agropecuario mediante estrategias orientadas a la implementación de sistemas productivos sostenibles, el cierre de brechas tecnológicas, la adaptación al cambio climático, el fortalecimiento de procesos asociativos y el incremento de la competitividad territorial.

Tabla 7.

Consolidado en Proyectos de Inversión en el Sector de Ciencia, Tecnología e Innovación - Agricultura y Desarrollo Rural Horizonte 2016-2026.

[illegible]

Nota. Elaboración propia a partir de fuentes oficiales, documentos técnicos sectoriales.

La caracterización evidenció una concentración de proyectos financiados mediante recursos del Sistema General de Regalías en líneas relacionadas con competitividad, innovación agropecuaria, adaptación al cambio climático y fortalecimiento de capacidades regionales. Asimismo, permitió identificar que únicamente una proporción reducida de los proyectos presentaba una orientación explícita hacia el fortalecimiento de la agricultura familiar, aspecto que justificó el análisis específico desarrollado sobre la submuestra seleccionada.

En cuanto a la participación por proyecto de inversión en el sector de CTel en el periodo evaluado 2016 y 2026, se evaluaron 23 proyectos orientados a aumentar la competitividad del departamento, se corrobora que aumentó la participación en investigación a razón de 2.3 proyectos registrados en estado terminado por año, en el horizonte de evaluación 2016-2026.

Asimismo, se evidencia que los 5 proyectos con mayor relevancia en inversión en el sector de CTel corresponden a la submuestra formulada, en las temáticas más relevantes se encuentran: Modelos Agrícolas Asociativos, policultivos, cierre de brechas tecnológicas y desarrollo estratégico agroecológico.

Tabla 8.

Resultados por proyecto de inversión con mayor participación en el sector CTel

No	Proyecto	Sector	Inversión	Participación
1	Implementación De Modelos Agrícolas Asociativos Con Cultivos Tradicionales Para El Manejo Económico Y Ambiental En El Departamento De Boyacá Policultivos	Ciencia, Tecnología E Innovación	\$ 15.050.683.947	11,41%
3	Desarrollo Estratégico Agroecológico Para El Fortalecimiento Del Sector Productivo En El Departamento De Boyacá	Ciencia, Tecnología E Innovación	\$ 14.375.855.331	10,90%
4	Desarrollo De Una Estrategia De Adaptación Que Conduzca A Reducir La Vulnerabilidad De Los Sistemas Agrícolas Al Cambio Climático En Algunos Municipios De La Zona Centro del	Ciencia, Tecnología E Innovación	\$ 13.224.653.278	10,03%
8	Consolidación Del Ecosistema Regional De Ciencia Tecnología E Innovación Como Dinamizador De Desarrollo En El Departamento De Boyacá	Ciencia, Tecnología E Innovación	\$ 9.958.316.343	7,55%
5	Implementación De Una Convocatoria Para El Cierre De Brechas Tecnológicas Del Sector Agropecuario A Tráves Del Fortalecimiento De Capacidades I+D+I En El Departamento De Boyacá	Ciencia, Tecnología E Innovación	\$ 9.722.533.055	7,37%
11	Implementación De Una Propuesta De Apropiación Social Del Conocimiento Para La Optimización De La Producción Pecuaria Con Pequeños Productores Del Departamento Boyacá	Ciencia, Tecnología E Innovación	\$ 8.656.948.657	6,56%

Nota. Elaboración propia a partir de análisis de inversión a partir de documentos técnicos sectoriales.

Se realizó el análisis de proyectos en el sector de CTel agrupados en la tabla 8, el proyecto con mayor participación en las inversiones lo constituyó el proyecto Implementación de modelos agrícolas asociativos con cultivos tradicionales para el manejo económico y ambiental en el departamento de Boyacá policultivos, con una participación de 11,41% de las inversiones, seguido del proyecto desarrollo estratégico agroecológico para el fortalecimiento del Sector productivo en el departamento de Boyacá con una participación del 10,9% de las inversiones. El proyecto que presentó menor participación en la inversión, lo constituyó el proyecto implementación de una propuesta de apropiación social del conocimiento para la optimización de la producción pecuaria con pequeños productores con un 6,56% de la participación. De los 23 proyectos monitoreados dirigidos a CTel el 60% de las inversiones se concentró en brindar estrategias agroecológicas para el fortalecimiento del sector productivo en el departamento de Boyacá.

Los proyectos presentaron una amplia cobertura geográfica, con intervenciones en municipios pertenecientes a diferentes provincias del departamento de Boyacá e, incluso,

en algunos casos, con articulación regional hacia departamentos vecinos. De igual manera, la población beneficiaria estuvo conformada principalmente por productores agropecuarios y familias rurales, alcanzando coberturas que oscilaron entre 180 y 3.900 beneficiarios, dependiendo del alcance de cada iniciativa.

En términos productivos, los proyectos abordaron un amplio conjunto de cadenas agropecuarias estratégicas para el departamento, entre las que se destacan papa, maíz, frijol, cebolla de bulbo, cebolla larga, cacao, café, aguacate, mora, arveja y zanahoria, frutales andinos, sistemas agroforestales y algunas especies pecuarias, evidenciando una orientación hacia la diversificación productiva y el fortalecimiento de sistemas agrícolas adaptados a las condiciones territoriales.

Tabla 9.

Resultados por proyecto de inversión con mayor participación en el sector ADR.

No	Proyecto	Sector	Inversión	Participación
29	Construcción De La Nueva Plaza De Mercado Con Espacios Comerciales Vitrinas Pabellones Gastronómicos Y Agrícolas En El Municipio De Paipa.	Agricultura Y Desarrollo Rural	\$ 22.822.702.322	26,50%
6	Fortalecimiento Del Sector Agrícola Como Estrategia De Competitividad Y Productividad En El Departamento De Boyacá	Agricultura Y Desarrollo Rural	\$ 21.956.342.383	25,49%
23	Fortalecimiento De Las Capacidades Productivas De Encadenamientos Agropecuarios Priorizados En El Departamento De Boyacá	Agricultura Y Desarrollo Rural	\$ 17.933.685.963	20,82%
30	Creación de espacios de aprendizaje y colaboración, promoviendo la cultura de innovación en la construcción y sectores afines. Generación de un centro de innovación regional, conectado con empresas, academia y gobierno.	Agricultura Y Desarrollo Rural	\$ 17.500.000.000	20,32%
28	Dotación De La Plaza De Mercado Del Municipio De Paipa En El Departamento De Boyacá	Agricultura Y Desarrollo Rural	\$ 2.728.629.981	3,17%
18	Construcción De Vivienda Nueva Tipo Modular En El Sector Rural Del Municipio De San Pablo Borbur	Agricultura Y Desarrollo Rural	\$ 2.608.058.606	3,03%
27	Dotación De La Plaza De Mercado Del Municipio De Sutamarchan Departamento De Boyacá	Agricultura Y Desarrollo Rural	\$ 574.581.329	0,67%

Nota. Elaboración propia a partir de análisis de inversión a partir de documentos técnicos sectoriales.

En el sector de Agricultura y desarrollo rural, se observa que la mayor participación de las inversiones corresponde a los proyectos: construcción de la nueva plaza de mercado con espacios comerciales vitrinas pabellones gastronómicos y agrícolas en el Municipio de Paipa con el 26,50% de las inversiones, seguido del proyecto fortalecimiento del sector agrícola como estrategia de competitividad y productividad con el 25,49%. Obteniendo en los dos proyectos el 52% del total de las inversiones en este sector.

La aplicación de la rúbrica de evaluación permitió identificar que la mayoría de los proyectos alcanzaron una valoración alta en los pilares productivo, socioeconómico e institucional, reflejada en el cumplimiento de metas relacionadas con la transferencia tecnológica, la asistencia técnica, la ampliación de las líneas productivas, la generación de capacidades en los productores y la articulación con políticas públicas nacionales y territoriales. Asimismo, varios proyectos evidenciaron resultados favorables en la conformación de alianzas entre universidades, entidades gubernamentales, centros de investigación, asociaciones de productores y organizaciones del territorio, fortaleciendo los procesos de gobernanza e innovación agropecuaria.

No obstante, también se identificaron diferencias entre proyectos en algunos indicadores asociados con los pilares organizativo y ambiental. En particular, variables como la participación comunitaria, la consolidación de redes territoriales, la sostenibilidad posterior a la ejecución de los proyectos y la implementación de prácticas agroecológicas presentaron desempeños heterogéneos, debido principalmente a la disponibilidad de evidencia documental y al alcance específico de cada iniciativa.

El análisis individual de cada proyecto, incluyendo la información correspondiente a metas, resultados, cobertura territorial, indicadores evaluados y nivel de desempeño alcanzado en cada uno de los cinco pilares de la rúbrica, se presenta de manera detallada en el Anexo 1, denominado "Mapa de inversiones de proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) ejecutados en el departamento de Boyacá". Este anexo constituye el insumo base para los análisis descriptivos e inferenciales desarrollados en las siguientes secciones.

Los resultados obtenidos permitieron identificar patrones recurrentes, fortalezas y oportunidades de mejora en los proyectos evaluados. Estos hallazgos constituyen el fundamento empírico para la formulación de la guía metodológica presentada en el siguiente apartado, cuyo propósito es orientar el diseño de futuros proyectos de inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación dirigidos al fortalecimiento de la agricultura familiar.

Guía metodológica para la Formulación de Proyectos de CTel en la Agricultura Comunitaria Familiar y Campesina ACFC (SGR)

Objetivo: La presente guía tiene el propósito de proporcionar a los formuladores de proyectos (academia, organizaciones del sector, entidades territoriales) herramientas prácticas para estructurar propuestas basadas en MGA. La guía se propone a partir de los cuellos de botella identificados en el diagnóstico evaluativo del SGR en Boyacá. Para ello, se integran instrumentos desde la fase de diseño técnico enfocados en la adopción tecnológica, seguridad alimentaria, y la medición del impacto socioeconómico en la ACFC.

En la figura 11, se describen cuatro pasos fundamentales para la formulación de proyectos. Se recomienda aplicar esta ruta metodológica en la fase *ex ante* para evaluar la viabilidad técnica y asegurar la contribución efectiva al cumplimiento de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Ruta Operativa de Formulación ex Ante

Figura 11.*Ruta Operativa de formulación ex ante*

Nota: Elaboración propia, paso a paso en la formulación ex ante

1. Diagnóstico Territorial Focalizado

- Caracterizar a la población bajo los criterios de la *Resolución 464 de 2017* (ACFC) identificando la seguridad alimentaria del hogar y la susceptibilidad del cambio climático.
- Garantizar la construcción participativa del problema central mediante Investigación Acción Participativa (IAP)

2. Investigación y Desarrollo (I+D) en parcelas demostrativas

Nota: Se estructuran metodológicamente como “Laboratorios Vivos de I&D”, donde la academia, las empresas y los productores locales realizan ensayos experimentales en fincas de minifundio, validando en tiempo real la adaptación de la tecnología a condiciones de campo, clima, suelo y capacidad económica del campesino.

3. Sostenibilidad Socioeconómica y Comercial

En este componente se recomienda incluir actividades dirigidas a la agregación de valor, reducción de pérdidas postcosecha y articulación con circuitos cortos de comercialización.

4. Formulación por indicadores de Impacto

Se propone la proyección de métricas e indicadores ex ante dentro de la MGA que garanticen la viabilidad técnica y el seguimiento de la alternativa seleccionada.

Se recomienda que el formulador de proyecto en el módulo de programación MGA incorpore metas cuantitativas concretas para los 17 indicadores evaluados, asociando la contribución a los ODS.

En la figura 12, se incorpora una matriz estructurada con 5 pilares de impacto como herramienta estratégica en la formulación de proyectos orientados a la agricultura familiar, conformada por el pilar 1. Socioeconómico, 2. Tecnológico, 3. Ambiental, 4. Organizativo y 5. Institucional.

Figura 12.

Matriz propuesta para la formulación de proyectos en agricultura familiar.

ONE-PAGER · CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

ACFC | SGR-MGA

Impacto, viabilidad MGA y alineación ODS

PROYECTO [Título del proyecto CTeI]

MUNICIPIO / REGIÓN [Por completar]

CADENA PRODUCTIVA - ACFC [Por completar]

PRESUPUESTO [COP por completar]

PILARES DE IMPACTO Indicadores esperados + ODS vinculados

01 Socioeconómico

- Δ ingreso neto >20%
- Seguridad alimentaria (IAA)

ODS 1 2 8

02 Tecnológico e I+D

- Tasa de adopción ≥70%
- Parcelas demostrativas

ODS 4 9

03 Ambiental

- Manejo agroecológico
- Resiliencia climática

ODS 6 12 13

04 Organizativo y social

- Investigación participativa (IAP)
- Alianzas comerciales directas

ODS 10 11 12

05 Institucional y SNIA

- Articulación tripartita
- Productos registrados en GrupLAC

ODS 16 17

MATRIZ DE CRITERIOS EX-ANTE MGA Filtro de viabilidad

✓ Parcelas "laboratorio vivo" ✓ Artículos / cartillas ✓ Viabilidad económica

✓ Alianzas comerciales ✓ Medición de impacto en ingreso familiar

NOTA TÉCNICA & METODOLOGÍA

Medición ex-ante y seguimiento ex-post bajo metodología SGR-MGA.

ODS · IMPACTO · VIABILIDAD

Plantilla editable - completa los campos entre corchetes

Nota: Elaboración propia, agrupados en cinco pilares.

Se propone la incorporación de indicadores y métricas en cada pilar de tal manera que constituya una herramienta práctica en la formulación de proyectos en agricultura familiar, iniciando por el componente socioeconómico el cual, constituye un pilar estratégico en los proyectos de inversión. En el pilar productivo se incorporan ensayos en

I+D estructurados metodológicamente para evaluar la capacidad de adopción de Tecnologías en campo en tiempo real para la toma de decisiones.

En la figura 13, se relaciona una matriz integrada con 17 indicadores de impacto con el propósito de incorporar indicadores y métricas en la evaluación de proyectos de inversión orientados a la agricultura familiar.

Figura 13.

Cuadro matriz integrada de Impacto: Pilares, Indicadores y ODS.

Cuadro 1: Matriz Integrada de Impacto: Pilares, Indicadores y ODS Vinculados				
Pilar	N.º	Indicador / Métrica	Fórmula / Criterio de Medición	ODS
Pilar 1: Socioeconómico	1	Ingreso Neto Familiar	Variación en el ingreso neto mensual de las familias productoras beneficiarias (ΔY_f).	[ODS 1], [ODS 8]
	2	Seguridad Alimentaria	$IAA(\%) = \left(\frac{\text{Alimentos Consumidos para Autoconsumo}}{\text{Total Alimentos Consumidos}} \right) \times 100$ [$\geq 15\%$]	[ODS 2]
	3	Generación de Empleo Rural	E_r : Número de jornales directos e indirectos creados por finca a partir de tecnología.	[ODS 8]
	4	Inclusión de Vulnerables	Cobertura ACFC(%) : Porcentaje de mujeres, jóvenes e indígenas sobre el total beneficiarios.	[ODS 5], [ODS 10]
Pilar 2: Productivo y Tecnológico	5	Adopción y Co-diseño CTel	$TA(\%) = \left(\frac{\text{Productores que aplican tecnologías validadas}}{\text{Total beneficiarios capacitados en ECA}} \right) \times 100$ [$\geq 70\%$]	[ODS 9]
	6	I+D Aplicada en Finca	Ensayos Experimentales Participativos (EIP): Paquetes o tecnologías de I+D en parcelas demostrativas.	[ODS 9]
	7	Generación de Conocimiento	Número de artículos científicos en revistas indexadas y productos de apropiación social generados.	[ODS 4], [ODS 9]
	8	Rendimiento y Eficiencia	Variación de Rendimiento (ΔR): Incremento en la productividad (t/ha o L/animal) tradicional vs. I+D.	[ODS 2], [ODS 12]

Pilar	N.º	Indicador / Métrica	Fórmula / Criterio de Medición	ODS
Pilar 4: Organizativo y Social	12	Investigación-Acción (IAP)	Número de talleres y ejercicios de co-diseño realizados en parcelas demostrativas comunitarias.	[ODS 11]
	13	Asociatividad Rural	Incremento en el Índice de Autonomía y Fortalecimiento Organizacional de las asociaciones participantes.	[ODS 17]
	14	Acceso a Mercados	Número de alianzas comerciales directas formalizadas (circuitos cortos de comercialización sin intermediarios).	[ODS 8], [ODS 12]
Pilar 5: Institucional y Administrativo	15	Articulación SNIA	Número de convenios y acuerdos formalizados entre Universidad, Estado y Comunidad (Hélice Innovación).	[ODS 17]
	16	Capacidad Local Instalada	Número de promotores ambientales, líderes campesinos o extensionistas rurales certificados durante la ejecución.	[ODS 4]
	17	Cumplimiento Normativo	Cumplimiento de metas PECTIA / Registro oficial de productos en Minciencias (GrupLAC) y plataformas del SGR.	[ODS 16]

Nota. Elaboración propia, mejorado con IA. A partir del análisis de pilares integrados de la MGA y los ODS de la agenda 2030 (ONU)

Se propone incorporar una lista de chequeo, como validación previa radicación de proyectos en el SGR/Gesproy. Integrando los siguiente:

Figura 14.

Lista de chequeo ex ante previa Radicación, SGR.

Cuadro 2: Filtro Ex-Ante de Viabilidad MGA (Checklist de Validación previa a Radicación SGR)				
N.º	Criterio de Evaluación MGA	Pregunta de Control Ex-Ante	Cumple	Evidencia Requerida en MGA
C-1	Alineación Estratégica	¿El proyecto responde a las metas del PECTIA regional, al Plan de Desarrollo Departamental y a los lineamientos del SGR?	[] Sí [] No	Módulo 1 MGA: Identificación del problema y alineación estratégica.
C-2	Co-diseño y Pertinencia	¿Se demuestra la participación de la comunidad rural (IAP) desde la fase de formulación (artículo 12/ECA)?	[] Sí [] No	Acta de concertación, soporte de talleres IAP y listado de parcelas.
C-3	Viabilidad Técnica CTeI	¿Las tecnologías propuestas cuentan con validación técnica previa o protocolos de investigación participativa en finca?	[] Sí [] No	Módulo 2 MGA: Estudio técnico, metodología de investigación y paquetes CTeI.
C-4	Sostenibilidad y Valor Público	¿El proyecto genera impacto ambiental positivo (agua/suelo) e incrementa el valor de bienes públicos en la comunidad?	[] Sí [] No	Módulo 3 MGA: Evaluación de impactos ambientales y retorno social (Valor Público).
C-5	Capacidad Organizacional	¿Se garantiza la sostenibilidad institucional a través de alianzas estratégicas (SNIA) y fortalecimiento local?	[] Sí [] No	Módulo 4 MGA: Cadena de valor, convenios interinstitucionales y gobernanza.

Nota. Criterio de Rechazo/Ajuste: Si se responde NO a alguno de los 5 criterios del checklist, la propuesta debe reestructurarse antes de ser radicada en el SGR.

Discusión

Como resultado del análisis de los 30 proyectos de inversión, documentados en el Anexo 2 denominado "Documentos", la distribución por participación en el componente CTel arroja una mayor participación en proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación distribuidos de la siguiente manera:

- Ciencia Tecnología e Investigación CTel: 23 proyectos (80.6%).
- Agricultura y Desarrollo Rural: 7 proyectos (19.4%).

El total de los proyectos se encuentran en estado "Terminado" lo que permite realizar el análisis posterior a la ejecución.

Confiabilidad del Instrumento:

De acuerdo con el diseño metodológico propuesto se realizó un análisis multivariado, integrando la rúbrica adaptada del (BID, 2013). El cálculo del coeficiente consistencia interna α de Cronbach = 0,88 lo que demuestra una alta confiabilidad entre los 17 indicadores analizados. Cabe resaltar que todas las variables aportan a la construcción validando la escala ordinal (Bajo, Medio, Alto) implementada.

Análisis Descriptivo:

El censo aplicado a los 30 proyectos monitoreados en estado terminado logró identificar la movilización de inversión pública en el horizonte 2016-2026 contemplados así:

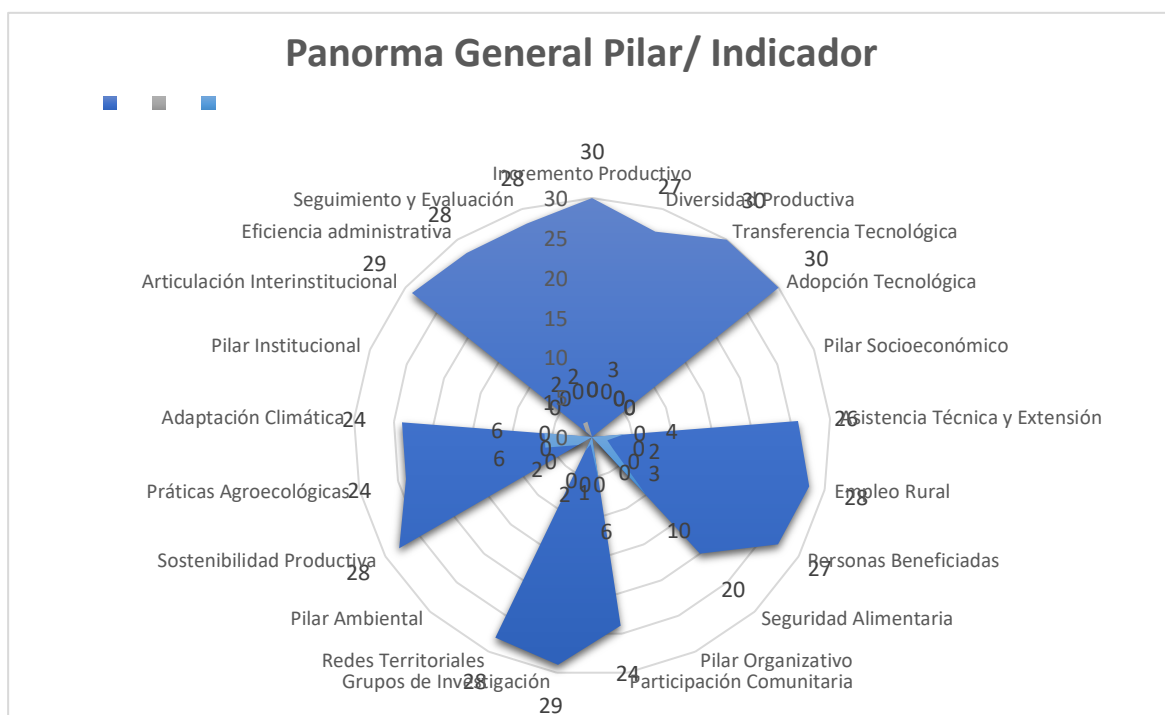
- Una participación de 23 proyectos de inversión del sector CTel ejecutados en el departamento de Boyacá con una inversión aproximada de COP 123.389.577.745 millones de pesos que representan un 73% del total de la inversión.
- En el sector de Agricultura y Desarrollo Rural, se monitorearon 7 proyectos de inversión ejecutados, con una ejecución aproximada de COP 86.124.000.000 que representan el 27% del total de la inversión.

Análisis de 17 indicadores Ordinales

En la Figura 14, se observa el análisis del comportamiento de los proyectos de inversión analizados por pilares y dimensiones obteniendo una vista general de los proyectos de inversión.

Figura 14.

Panorama general de la evaluación por pilares e indicadores de los proyectos de I+D+i.



Nota. Elaboración propia. Los valores representan la frecuencia de proyectos que evidenciaron cumplimiento de cada indicador de la rúbrica de evaluación.

La ejecución de Proyectos en CTel en el departamento de Boyacá se concentró en Pilares identificados en el panorama general. En el pilar productivo, en la transferencia tecnológica, la diversidad productiva y la articulación institucional. Para dilucidar el análisis por pilares, se aplicó el método estadístico por índices compuestos para cada uno de los cinco pilares y un índice global de desempeño, calculados mediante la media aritmética de los indicadores ordinales, siguiendo las recomendaciones para la construcción de indicadores compuestos propuestas por la OECD/JRC (2008).

Siguiendo las directrices mencionadas, aplicando las variables ordinales codificadas (Bajo=1, Medio= 2, Alto=3) Se consolidan a través del análisis por pilares. En la tabla 12. El color rojo representa las variables con menores resultados en los indicadores, en color verde los proyectos con mayores resultados evaluados entre ellos:

Pilar productivo: De los 30 proyectos evaluados. 2 proyectos ejecutados evidencian menores resultados identificados en color rojo en las prácticas de Adopción Tecnológica, Asistencia Técnica y Extensión Rural. Los 26 restantes indican aportes en este componente. relacionado con la Tecnificación y Capacidad de generar conocimiento en el sector, se encontró una cobertura de 8,074 productores y 61 asociaciones atendidas.

En cuanto al fortalecimiento de capacidades, se impactaron 55 municipios en 11 Líneas productivas principales: Café, Cacao, Cebolla de Bulbo, Cebolla rama, Durazno, Maíz, Caña panelera, Arveja, papa, papa criolla, Yuca. 6 líneas en cultivos asociados: Frijol, Plátano Hartón, Tabaco, Papaya, Ciruela y Manzanilla.

El componente productivo en los proyectos evaluados impacto las 13 provincias y subregiones. En la Zona Centro y Altiplano Cundiboyacense en la zona de páramo, impactado los departamentos: Chiquiza, Motavita, Samacá, Corrales, Tuta, Tibasosa, Tunja, Aquitania. En la Zona de Occidente y Valle de Tenza. Impactó a los departamentos de Arcabuco, Maripi, Garagoa, Jenesano, Chinavita. En la provincia Norte y Gutiérrez, presente en los departamentos Tipacoque, El Espino, Panqueba, Soatá. En la figura 15, se encuentra integrada la línea productiva en los municipios relacionados.

Figura 15.

Resultado Mapa productivo de Boyacá por provincias y subregiones.



Nota: Mapa consolidado elaborado por IA a partir de Mapa de Inversiones

El impacto Tecnológico está relacionado con el enfoque en cierre de brechas agrícolas y transferencia tecnológica, destacó el proyecto: Fortalecimiento del sector agrícola como estrategia de competitividad y productividad, destacando 120 procesos en el proyecto. Y el proyecto implementación de una convocatoria para el cierre de brechas Tecnológicas Del Sector Agropecuario a través del fortalecimiento de capacidades I+D+I con 94 prácticas de adopción.

Pilar Socioeconómico: Los resultados muestran que 2 proyectos ejecutados contribuyeron parcialmente al fortalecimiento de capacidades productivas, la generación de oportunidades para la población rural y el fortalecimiento de la participación comunitaria en proyectos de Ciencia Tecnología e Innovación.

El resultado indica que 26 proyectos realizaron aportes en este pilar.

En este pilar se estima que los proyectos presentaron una cobertura aproximada de 13,160 personas beneficiadas y participantes comunitarios.

En cuanto a la generación de empleo, se estima que la implementación de los proyectos generó al menos 77 empleos rurales directos en áreas profesionales que articulan la implementación de los proyectos. Y se contemplan 61 asociaciones en el proyecto fortalecimiento de las capacidades productivas de encadenamientos agropecuarios priorizados con la mayor tasa de participación comunitaria.

Pilar Organizativo y Científico CTel: De los proyectos ejecutados, no todos cuentan con evidencias de resultados en participación comunitaria y en redes territoriales. Realizando la consolidación de todos los proyectos se estima una cobertura de 116 municipios y nodos regionales.

En cuanto a la generación de conocimiento, a través del proyecto Investigación de la biodiversidad de Boyacá complementación y síntesis través de gradientes altitudinales se observó que se caracterizaron 1,800 especies produciendo 4 tesis de maestría, 14 artículos científicos y 2 libros (UPTC). Se estima que se impactaron 1,200 personas en transferencia tecnológica y 800 participantes en gobernanza regional CTel.

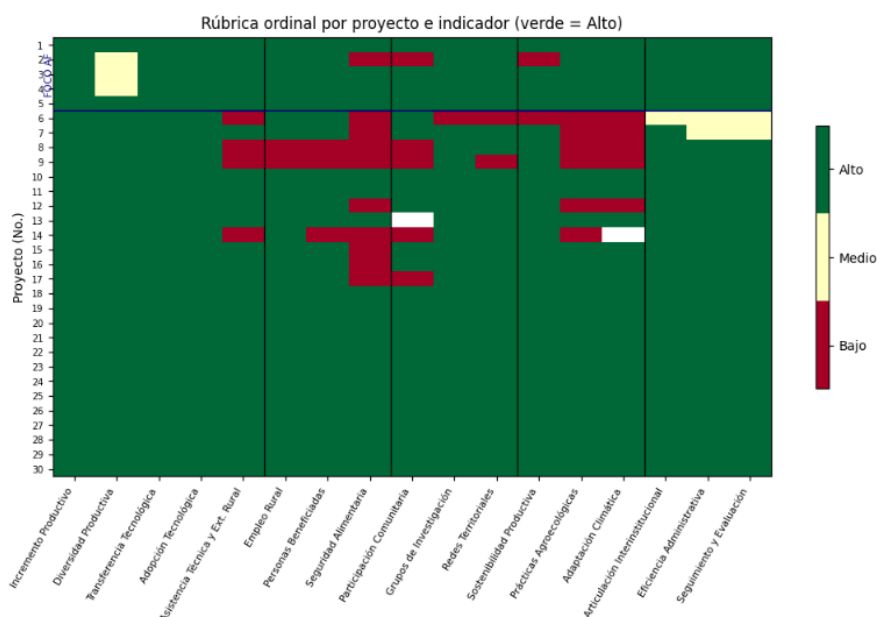
En el pilar ambiental: Los resultados obtenidos en el pilar ambiental muestran aportes significativos en materia de sostenibilidad productiva y adaptación al cambio climático. La ejecución de los proyectos está representada a través de la implementación de estrategias de Innovación Rural Agropecuaria para el desarrollo de Paquetes tecnológicos con Jóvenes en el departamento de Boyacá. De los 30 proyectos evaluados, 3 proyectos relacionaron Prácticas agroecológicas y adaptación climática. Se monitorearon 144 productores implementando policultivos y prácticas de adaptación al clima. En el tejido empresarial, se impactaron 40 MiPymes/Empresas incorporadas en sistemas de gestión de innovación ambiental e industrial en los proyectos Incremento de la Innovación En Las Mipymes Del Departamento Del Boyacá y en el proyecto

implementación de un Sistema de gestión de innovación para la industria de la región central.

En la figura 16, se realiza la agrupación y análisis por pilares según los indicadores de la rúbrica de evaluación, evidenciado en color verde los proyectos que aportaron mayor participación en los pilares evaluados y en color rojo los proyectos de CTel que aportaron menor participación en el pilar evaluados.

Figura 16.

Agrupación ordinal de los proyectos según los indicadores de la rúbrica de evaluación.



Nota. Elaboración propia. El color verde representa una calificación alta (3), el amarillo una calificación media (2) y el rojo una calificación baja (1) para cada uno de los indicadores evaluados

El diagnóstico integral realizado permitió identificar patrones metodológicos recurrentes que justifican la formulación de una guía orientada a optimizar el diseño y la estructuración de futuros proyectos de inversión pública en el sector. A pesar de las limitaciones inherentes al estudio, este constituye uno de los primeros ejercicios sistemáticos de diagnóstico evaluativo de proyectos públicos de CTel enfocados en la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria (ACFC) en Boyacá bajo un enfoque multicriterio, aportando una herramienta metodológica flexible y adaptable a otros contextos territoriales.

Aplicando el método de Alfa de Cronbach, se obtuvo un valor de 0.88, lo cual demostró una fuerte confiabilidad y estabilidad métrica para la evaluación conjunta de los indicadores. Lo cual permitió identificar que el pilar socioeconómico es el más débil en los proyectos evaluados dado que los proyectos no relacionan evidencia sobre la cantidad de

empleos rurales generados, aportes en seguridad alimentaria, reportes y/o evidencias en asistencia técnica y extensión rural.

Finalmente, los hallazgos empíricos permiten aceptar la hipótesis de investigación, en la medida en que la caracterización de las brechas metodológicas fundamentó la construcción de la guía propuesta. Asimismo, la adaptación e integración de un modelo de evaluación multidimensional internacional posibilitó la valoración coordinada de los aspectos sociales, económicos, ambientales e institucionales de las iniciativas. Lo anterior corrobora que es factible analizar y orientar de manera integral los proyectos de inversión pública en CTel hacia la creación de valor público y la sostenibilidad territorial.

Conclusiones y Trabajo Futuro

La presente investigación permitió realizar una aproximación a la evaluación de la contribución de proyectos financiados mediante recursos del Sistema General de Regalías (SGR) al fortalecimiento de la agricultura familiar en el departamento de Boyacá, identificando la importancia de la inversión pública en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) como herramienta para promover procesos de desarrollo rural sostenible.

A partir del análisis comparado, se logró adaptar con éxito un modelo de evaluación multidimensional e internacional (alineado con los lineamientos del BID, la CEPAL y la OCDE), estructurado en una Matriz Integrada de Impacto con 17 indicadores agrupados en cinco pilares clave: Socioeconómico, Productivo y Tecnológico, Ambiental y Agroecológico, Organizativo y Social, e Institucional y Administrativo. Esta articulación demuestra que es factible trascender los indicadores inmediatos de insumo-producto e incorporar variables de resiliencia agroclimática, eficiencia hídrica, seguridad alimentaria y fortalecimiento asociativo en la inversión pública rural.

A pesar de las limitaciones contextuales del estudio, esta investigación constituye uno de los primeros aportes empíricos y sistemáticos sobre la evaluación de impacto en la CTel rural de Boyacá con un enfoque multicriterio implícito. La guía propuesta no solo alinea los proyectos del SGR con las metas de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 1, 2, 5, 6, 8, 9, 13, 15 y 17), sino que establece una herramienta flexible, replicable y transferible a otras regiones con características socioagrarias similares en Colombia y Latinoamérica.

Finalmente, se concluye que la orientación estratégica de las inversiones públicas en Ciencia, Tecnología e Innovación constituye un instrumento relevante para promover procesos de innovación agropecuaria, sostenibilidad productiva y desarrollo rural en el departamento de Boyacá. No obstante, se requiere fortalecer los mecanismos de seguimiento y evaluación de resultados para mejorar la medición de los impactos generados por este tipo de inversiones sobre la agricultura familiar y los sistemas agroalimentarios territoriales.

Como línea de trabajo futuro, se recomienda profundizar en el desarrollo de modelos de evaluación que permitan medir de manera más precisa la contribución de las inversiones públicas en Ciencia, Tecnología e Innovación al fortalecimiento de la agricultura familiar. Asimismo, se propone diseñar herramientas cuantitativas y sistemas de seguimiento que faciliten la evaluación periódica de resultados e impactos de los proyectos financiados mediante recursos del Sistema General de Regalías.

Se realizó la propuesta Guía metodológica para la formulación de proyectos ex ante que incorpora métricas en aspectos socioeconómicos, productivos, ambientales, agroecológicos e institucionales que logran reducir los cuellos de botella en el diagnóstico realizado aportando una contribución en la formulación de proyectos que integren prácticas de adopción tecnológica, seguridad alimentaria, desarrollo de I+D participativo en la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria (ACFC).

Así como componentes ambientales que logren cuantificar las prácticas de adaptación climática.

De igual manera, futuras investigaciones podrían ampliar el análisis incorporando un mayor número de proyectos, comparaciones entre departamentos y estudios longitudinales que permitan identificar los efectos de largo plazo de las inversiones en Ciencia, Tecnología e

Innovación sobre la productividad, la sostenibilidad ambiental, la seguridad alimentaria y el desarrollo rural sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, O., & Schneider. (2019). *Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria: una perspectiva renovada del campesinado para la construcción de paz en Colombia*.
- ADR. (2018). Plan integral de Desarrollo Rural y Agropecuario y rural con enfoque territorial.
- AGROSAVIA; MADR. (2023). *Boletín de Indicadores en Ciencia Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario*.
- Beltran, L., & Gómez, J. (2022). *Economía Pública Colombiana: Treinta Años Después Del Proceso De Apertura Económica*.
- Berry, A. (2015). La agricultura familiar y la inclusión productiva: Un factor contribuyente a la paz. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 9-11.
- BID. (2013). *Guía Metodológica Iniciativa de Ciudades Verdes y Sostenibles*.
- Boaventura, D. S. (2009). *Una epistemología del sur*.
- CEPAL. (2021). *Evaluación de programas públicos*. Serie Gestión Pública No 87.
- Cohen, & Martinez. (2020). *Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales*. División de desarrollo social.
- Consejo Departamental de planeación. (s.f.). *Plan Departamental de Desarrollo 2024-2027*.
- Consejo privado de competitividad. (2025-2026).
- DANE. (2023). *Encuesta Nacional Agropecuaria ENA. Indicador ODS 2.4.1. Proporción de la superficie agrícola* <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena?highlight=WyJ5liwyMDIwXQ==#ena-2023-ods>.
- DNP. (2014). *Informe de la Misión para la Transformación del Campo*.
- DNP. (2021). *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2031*.

DNP. (2026). Mapa de inversiones departamento de Boyacá.

Fajardo, D. M. (1983). Notas sobre el minifundio en Colombia: Su marco histórico y espacial.

22.

FAO. (2022). *Evaluación del Sistema de Innovación Agrícola en Colombia*.

FAO. (2024). *Materiales de formación del GCE para las evaluaciones de vulnerabilidad y adaptación. Capítulo 7 Agricultura*.

Georghiou, L., Uyarra, E., Jakob, E., Estevez, J., & Yeow, J. (2014). Barreras a la innovación a través de la contratación pública: La perspectiva de un proveedor.

Gobernación de Boyacá. (s.f.). *Plan Departamental de Desarrollo 2024-2027*.

Machado. (2017). *El problema de la tierra Conflicto y Desarrollo en Colombia*. Taurus.

Minciencias. (2026). *Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación, Ficha departamental*.

Moore. (1995). *Creating Public Value: Strategic Management in Government*.

Nájar. (2006). *Apertura económica en colombia y el sector externo (1990-2024)*.

PECTIA 2017-2027. (s.f.). Actualización del plan Estratégico de Ciencia Tecnología e Innovación 2017-2027.

SCOPUS. (2025).

SENA. (2020). *El escenario de la ciencia tecnología e Innovación en Colombia*.

Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria SNIA. (s.f.). Pectia 2017-2017. *Actualización del plan estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario*.

UPRA. (2024). *Caraterización y tipologías de Agricutura Campesina, Familiar y Comunitaria con enfoque Agrobiocultural*. Recomendaciones políticas ISBN 978-628-7697-26-3.

UPRA. (2024). *Resultados de la caracterización y tipologías de la agricultura campesina familiar y comunitaria que focalizará la política pública agropecuaria*.

Bernal, C. (2016). Metodología de la investigación. (2 ed.). Bogotá: Pearson- Prentice Hall.
Capítulo 7; Páginas 74-109. Disponible en base de datos Universidad EAN.

FAO, IICA (2021) Perspectivas de la Agricultura y del Desarrollo Rural en las Américas:
una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022. Disponible en
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47208/1/CEPAL-FAO21-22_es.pdf

Ediciones Ean. (2020). Referencias según el Manual de publicaciones de la American Psychological Association (APA). Bogotá: Publicaciones EAN. Disponible en
<https://bit.ly/2TSQKDA>

FAO. (2012). “The state of food and agriculture: investing in agriculture for a better future”
Roma: FAO.

FAO. (2020). Estado de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en el Mundo.
Disponible en <http://www.fao.org/state-of-food-security-nutrition/en/>

DNP, Regalías, fundamentales para el desarrollo de las regiones, 2022. Tomado de
[https://www.dnp.gov.co/Prensa /Columnas-opinion/Paginas/regalias-fundamentales-para-desarrollo-de-regiones.aspx](https://www.dnp.gov.co/Prensa/Columnas-opinion/Paginas/regalias-fundamentales-para-desarrollo-de-regiones.aspx)

- Acevedo, O., & Schneider. (2019). *Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria: una perspectiva renovada del campesinado para la construcción de paz en Colombia*.
- ADR. (2018). Plan integral de Desarrollo Rural y Agropecuario y rural con enfoque territorial.
- AGROSAVIA; MADR. (2023). *Boletín de Indicadores en Ciencia Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario*.
- Beltran, L., & Gómez, J. (2022). *Economía Pública Colombiana: Treinta Años Después Del Proceso De Apertura Económica*.
- Berry, A. (2015). La agricultura familiar y la inclusión productiva: Un factor contribuyente a la paz. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 9-11.
- BID. (2013). *Guía Metodológica Iniciativa de Ciudades Verdes y Sostenibles*.
- Boaventura, D. S. (2009). *Una epistemología del sur*.
- CEPAL. (2021). *Evaluación de programas públicos*. Serie Gestión Pública No 87.
- Cohen, & Martinez. (2020). *Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales*. División de desarrollo social.
- Consejo Departamental de planeación. (s.f.). *Plan Departamental de Desarrollo 2024-2027*.
- Consejo privado de competitividad. (2025-2026).
- DANE. (2023). *Encuesta Nacional Agropecuaria ENA. Indicador ODS 2.4.1. Proporción de la superficie agrícola* <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena?highlight=WyJ5liwyMDlwXQ==#ena-2023-ods>.
- DNP. (2014). *Informe de la Misión para la Transformación del Campo*.
- DNP. (2021). *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2031*.
- DNP. (2026). Mapa de inversiones departamento de Boyacá.

Fajardo, D. M. (1983). Notas sobre el minifundio en Colombia: Su marco histórico y espacial. 22.

FAO. (2022). *Evaluación del Sistema de Innovación Agrícola en Colombia*.

FAO. (2024). *Materiales de formación del GCE para las evaluaciones de vulnerabilidad y adaptación. Capítulo 7 Agricultura*.

Georghiou, L., Uyarra, E., Jakob, E., Estevez, J., & Yeow, J. (2014). Barreras a la innovación a través de la contratación pública: La perspectiva de un proveedor.

Gobernación de Boyacá. (s.f.). *Plan Departamental de Desarrollo 2024-2027*.

Machado. (2017). *El problema de la tierra Conflicto y Desarrollo en Colombia*. Taurus.

Minciencias. (2026). *Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación, Ficha departamental*.

Moore. (1995). *Creating Public Value: Strategic Management in Government*.

Nájar. (2006). *Apertura económica en Colombia y el sector externo (1990-2024)*.

PECTIA 2017-2027. (s.f.). Actualización del plan Estratégico de Ciencia Tecnología e Innovación 2017-2027.

SCOPUS. (2025).

SENA. (2020). *El escenario de la ciencia tecnología e Innovación en Colombia*.

Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria SNIA. (s.f.). Pectia 2017-2017.

Actualización del plan estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario.

UPRA. (2024). *Caraterización y tipologías de Agricutura Campesina, Familiar y Comunitaria con enfoque Agrobiocultural*. Recomendaciones políticas ISBN 978-628-7697-26-3.

UPRA. (2024). *Resultados de la caracterización y tipologías de la agricultura campesina familiar y comunitaria que focalizará la política pública agropecuaria*.

- Opción general para desarrollo rural: Banco Mundial. (2019). Desarrollo rural en América Latina: Enfoques para la conectividad y la productividad agropecuaria. <https://openknowledge.worldbank.org>
- Seguridad alimentaria en Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Seguridad alimentaria en Colombia: Informe anual 2020-2021. <https://www.minagricultura.gov.co>
- Agricultura familiar y CTel: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). Agricultura familiar: Panorama global. <https://www.fao.org>
- CTel en Colombia: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2022). Política de Ciencia, Tecnología e Innovación para la productividad agropecuaria. <https://www.minciencias.gov.co>

FAO. (2014). Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. Santiago de Chile. Disponible en <http://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf>

Gerencia de Investigaciones (2021). Campos, grupos y líneas de investigación en la Universidad EAN. Bogotá: Universidad EAN. Disponible en: <http://bit.ly/2qXeeJo>

Gerencia de Investigaciones (2021). Facultades, Proyectos de investigación e Investigadores de la Universidad EAN. Bogotá: Universidad EAN. Disponible en

<http://bit.ly/2qXeeJo> Gobernación de Boyacá. (2019). *Plan de Desarrollo 2016-2019*.

Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres C.P. (2018). Metodología de la Investigación.

Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Bogotá, McGraw Hill, Primera Edición.

Capítulos 1, 2, 3 y 11. Disponible en base de datos “Libros electrónicos Ebooks 7-24”.

Machado, A., & Botello, S. (2013). La Agricultura Familiar en Colombia Informe del Proyecto Análisis de la Pobreza y de la Desigualdad en América Latina Rural.

Recuperado de

http://rimisp.org/wpcontent/files_mf/1434745140146AgriculturaFamiliarColombiaMachadoyBotello_editado.pdf

Mejía, C. y Moreno-Monsalve, N. (Ed.) (2021). Lineamientos para la Presentación Evaluación de Trabajos de Grado para programas de Maestría de la Universidad Ean. Comité de Trabajos de Grado. Bogotá: Universidad Ean. Disponible en <https://bit.ly/3ir3rja>

Mejía, G. (1995). Agricultura para la vida: movimientos alternativos frente a la agricultura química. Cali Colombia.

Ploeg, J. V. (2013). Diez cualidades de la agricultura familiar. Revista de agroecología LEISA, 6-8.

Sevilla, E. (2006). Agroecología y Agricultura ecológica: hacia una reconstrucción de la soberanía alimentaria. Murcia: Revista Agroecología n°1, Universidad de Murcia.