

ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA

Un abordaje hacia las mejores
prácticas para Colombia



Resumen

ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA

Un abordaje hacia las mejores prácticas para Colombia

Convenio Interadministrativo No. MADR-351-2023 celebrado entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA

Observatorio de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano – OCTIAGRO

Dirección de Planeación y Cooperación Institucional

Departamento de Articulación Institucional – DAI

Director Ejecutivo
Jorge Mario Díaz Luengas

Directora de Planeación y Cooperación Institucional
Sandra Tatiana Rivero Espitia

Jefe Departamento de Articulación Institucional y OCTIAGRO
Claudia Patricia Uribe Galvis

Coordinación editorial

Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Editores

Angélica María Ramírez Beltrán
Felipe Andrés Romero Perdomo

Autores

Angélica María Ramírez Beltrán
Rubiela Rincón Novoa
Ana María Jiménez Guzmán
Felipe Andrés Romero Perdomo
Heydi Carolina Garavito Arcos
Edna Juliana Niño Vargas
Nicolle Tatiana Castillo Galindo
Alexis Morales Castañeda
Diego Hernando Flórez Martínez
Claudia Patricia Uribe Galvis

Diseño y diagramación

Puntoaparte Editores

OCTIAGRO
AGROSAVIA
2024

Citación:

Ramírez, A. M., & Romero, F. A. (Eds.). (2024). *Análisis comparativo de sistemas de innovación agropecuaria: Un abordaje hacia las mejores prácticas para Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/40206>.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@AGROSAVIA.co

www.AGROSAVIA.co



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

ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA

Un abordaje hacia las mejores
prácticas para Colombia



Resumen

Contenido

CAPÍTULO

01

INTRODUCCIÓN6

CAPÍTULO

02

SISTEMAS DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA DE LOS PAÍSES REFERENTES12



Argentina 13



Brasil..... 16



Chile..... 20



Ecuador 24



Etiopía 28



Malasia 32



México 35



Perú 39



Uruguay 42



Colombia..... 45

CAPÍTULO
03

ANÁLISIS COMPARATIVO.....48



Entorno político-normativo e institucionalidad 49



Entorno organizacional..... 57



Entorno económico..... 63



Entorno científico-tecnológico..... 71



Entorno de seguimiento y evaluación 77

CAPÍTULO
04

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....84



SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....90



REFERENCIAS.....94

CAPÍTULO

01

INTRODUCCIÓN

Fotografía: fernandoalonsostockfilms / www.shutterstock.com

Los esfuerzos desarrollados en la última década por los actores de los subsectores agrícolas, pecuarios, forestales, acuícolas, pesqueros y agroindustriales se materializan, en mayor o menor medida, en la institucionalización de los denominados sistemas nacionales de innovación agropecuaria (SNIA) que, según la región, pueden contar con más de un sistema equivalente que permita cumplir con el complejo proceso de innovar, o pueden adoptar diferentes nombres —según las dinámicas intersectoriales o políticas—.

Desde la teoría general de sistemas, los sistemas de innovación agrícola o agropecuaria se consideran como estructuras de interacción inmersas bajo el concepto de sistemas nacionales de innovación (SNI), así como en las políticas de ciencia, tecnología e innovación, lo que implica: i) hacer visible la institucionalidad para la innovación; ii) fortalecer y especializar el recurso humano; iii) estructurar el entorno para la innovación¹ intra e intersectorial; iv) fortalecer las políticas de innovación; v) priorizar áreas estratégicas de acción y facilitar la atención de las emergentes; vi) fortalecer los mecanismos de articulación de cadenas de valor, clústeres, sistemas productivos, y cadenas de suministro en sistemas agroalimentarios; vii) definir áreas transversales estratégicas alineadas con las tendencias globales en ciencia, tecnología e innovación (CTI); viii) articular mecanismos de financiación; ix) promover los mecanismos de seguimiento y evaluación; y x) impulsar la integración entre universidad, empresa, gobierno y sociedad civil, de acuerdo con las corrientes actuales de sostenibilidad y trazabilidad “*de la finca a la mesa*” o “*from farm to fork*” de las cadenas de valor. En un sentido más específico, es necesario destacar el papel de los actores que generan y transfieren conocimiento y tecnologías a la sociedad, tanto en los sistemas nacionales como en los sectoriales agropecuarios de innovación.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE O. p., 1997), el concepto de SNI recae en comprender las relaciones entre los actores que promueven la innovación y en consecuencia, el desarrollo tecnológico. A pesar de que no existe una definición única de este concepto, se cuenta con elementos clave que conllevan a su posterior desarrollo y análisis; por lo que un sistema nacional de innovación se puede entender como:

- “(...) una aproximación que permite explicar el desempeño económico de las naciones y su competitividad internacional” (Freeman, 1984).
- “(...) la red de instituciones de los sectores público y privado cuyas actividades e interacción dan origen, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías” (Freeman, 1987).
- “(...) los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de nuevo y económicamente útil conocimiento, (...) y que está también localizado en el marco geográfico de una nación o estado” (Lundvall, 1992).

1. Entorno de innovación: contexto que reúne, las fuentes de innovación (capital humano e intelectual), las directrices del proceso de innovación (oferta y demanda), la infraestructura necesaria (capacidad instalada) y las condiciones político-estratégicas (recursos de financiación, política pública, priorización, etc.).

- “(...) conjunto de instituciones cuyas interacciones determinan el desempeño innovativo” (Nelson, 1993).
- “(...) las instituciones nacionales, sus estructuras de incentivos y sus competencias, que determinan la eficiencia y la dirección del aprendizaje tecnológico de un país” (Patel & Pavitt, 1994).
- “(...) el conjunto de diferentes instituciones que de manera conjunta e individual contribuyen al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías, que proveen un marco de referencia entre aquellos gobiernos que diseñan e implementan políticas para influenciar el proceso de innovación. Es un sistema de instituciones interconectadas que crean y transfieren conocimiento, habilidades y artefactos que definen nuevas tecnologías” (Metcalfe, 1995).

El análisis de los SNI busca entender los flujos de conocimiento entre actores, la importancia económica del conocimiento, su incidencia en la productividad y competitividad, la interacción entre actores que generan innovaciones, las políticas públicas que promueven su accionar, finalmente, cómo los SNI se articulan con sistemas de innovación específicos.

Estos sistemas de innovación específicos pueden ser los denominados sistemas regionales de innovación (SRI), sistemas sectoriales de innovación (SSI) o sistemas tecnológicos de innovación (STI). Los SRI² son entendidos como las interacciones económicas y sociales entre actores de los sectores públicos y privados, para generar y difundir innovaciones entre regiones abarcadas por sistemas nacionales y globales; su enfoque recae en el capital social, las redes de trabajo y el aprendizaje que se genera bajo modelos de innovación y gestión de conocimiento (Asheim, Lawton, & Oughton, 2011) en territorios específicos. Los SSI se enfocan en sectores específicos, de la economía nacional y regional, porque su análisis implica entender las fronteras o límites de interacción y los STI en cómo las tecnologías permean los SNI, los SRI y los SSI.

Una aproximación para entender de manera conceptual la relación entre los conceptos de los sistemas mencionados, es el enfoque mismo de la teoría general de sistemas, en donde Pino & Ortega (2018), a partir de los conceptos de suprasistemas, sistemas y subsistemas, retoman el término más amplio de sistemas de innovación (SI), el cual tuvo su primera aparición en 1985, enlazándolo con las relaciones industria, universidad y el fenómeno de usuario y productor de conocimiento (Lundvall, 1985); posteriormente conceptualizado en los SNI basados en las interacciones entre organizaciones e instituciones que dinamizan el desarrollo de la innovación en un país (Freeman, 1988) y la conformación de redes en el nivel nacional (Freeman, 1989), que desemboca en los SNI.

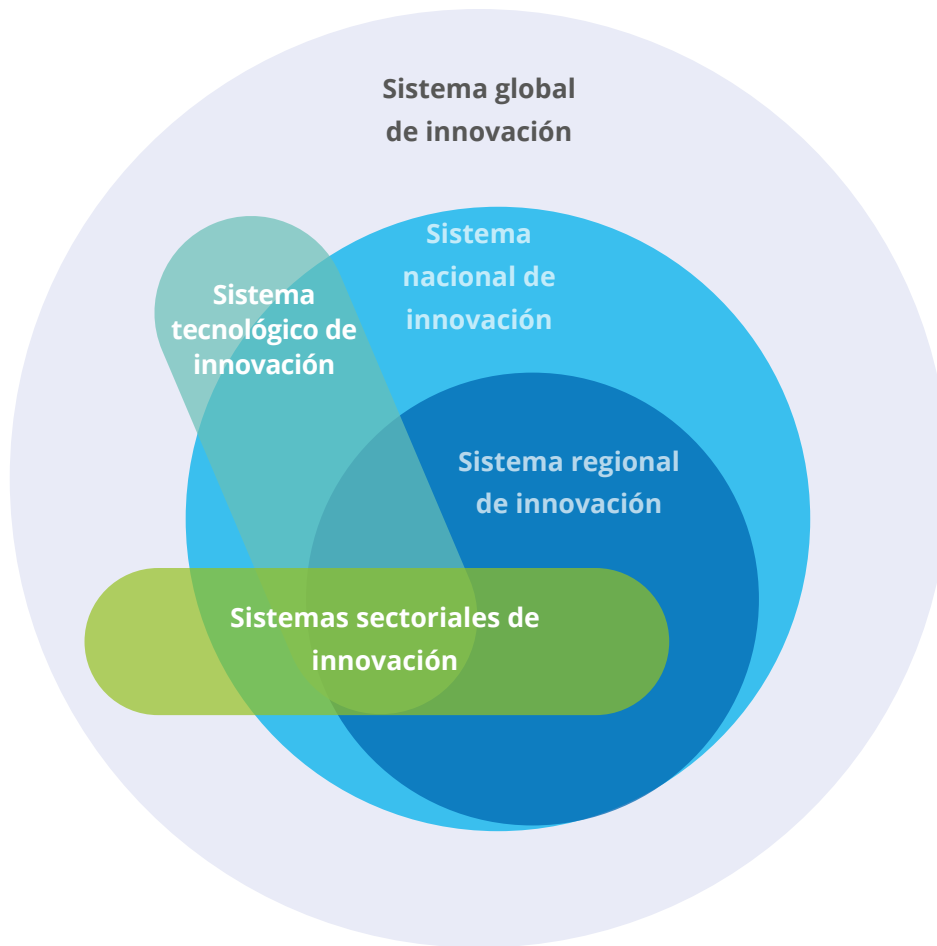
2. El término “regional” recoge el alcance de lo local o territorial, dado que lo define como un territorio en específico.

Así mismo, a partir de la relación de la innovación con la geografía de la nación, se plantea cómo los SRI impactan en el desarrollo económico de territorios específicos y en su conjunto contribuyen al SNI. Este enfoque sistémico basado principalmente en los límites geográficos en que ocurre la innovación es complementado por los diferentes trabajos de Carlsson & Stankiewicz (1991), Carlsson, Jacobsson, & Rickne (2002), Breschi & Malerba (1997) y Malerba (2005), los cuales incorporan los conceptos de SSI para entender la innovación desde los agentes y sus relaciones en un sector específico, y los STI enfocados en la tecnología y las causas de su desarrollo.

De manera concreta, y más que desde una perspectiva de localización, el análisis de la innovación debe realizarse desde procesos en los que los actores aprenden e interactúan (Lundvall, Josphe, & Vang, 2009) en diferentes límites, tanto espaciales —nacional, regional, local— como cognitivos —sectorial y tecnológico—. Una aproximación a una configuración sistémica de los “límites” en que ocurre la innovación se presenta en la Figura 1.



Figura 1. Relacionamiento entre los sistemas de innovación globales, nacionales, regionales, sectoriales y tecnológicos



Fuente: Elaboración propia a partir de Pino & Ortega (2018) y Frenz & Oughton (2005).

Lo expuesto anteriormente implica que un SNI será más efectivo en la medida que las relaciones y procesos desarrollados en sus límites espaciales y cognitivos, sean más intensos, armoniosos, coherentes y orientados a coadyuvar en la promoción de la CTI, a través de la interacción en la generación, transferencia y uso intensivo del conocimiento en los subsistemas regionales, sectoriales y tecnológicos (Cooke, 2005). Los SNI deben cumplir con funciones que:

- Impacten en el gobierno central, desde la formulación de políticas y asignación de recursos en el plano nacional, así como políticas regulatorias.
- Compartan financiamiento a actividades vinculadas con la innovación, ejecución de actividades vinculadas con la innovación, fortalecimiento de capacidades en recurso humano e infraestructura.
- Garanticen una institucionalidad y esquema organizativo para la ejecución de funciones.

- Permitan un conjunto de interacciones constructivas entre estos institutos, organizaciones y políticas.
- Aseguren un conjunto de objetivos y logros acordados en consonancia con una visión articulada del futuro buscado.
- Garanticen que exista un ambiente político destinado a promover la innovación, apalancándose en organismos de fomento, tanto nacionales como internacionales.

Teniendo en cuenta el contexto conceptual descrito, el objetivo de este estudio es realizar una aproximación a “las mejores prácticas” que permitan optimizar la dinámica del sistema de innovación agropecuaria de Colombia, mediante la aplicación de una metodología de benchmarking de los sistemas nacionales de innovación agropecuaria —SNIA— de 10 países referentes: Argentina, Brasil, Chile, Ecuador, Etiopía, Malasia, México, Perú, Uruguay y Colombia, en cinco entornos clave: político-normativo, organizacional, económico, científico-tecnológico y de seguimiento y evaluación.

Este documento se estructura en cinco secciones principales, incluyendo la introducción. En la segunda sección se presenta la metodología de benchmarking, la cual permitió caracterizar y comparar los sistemas nacionales de innovación agropecuaria —SNIA— de los países, a partir de un conjunto de variables definidas para cada entorno, según la literatura científica e institucional. La metodología completa está disponible en el siguiente enlace y código QR:



La metodología completa está disponible en el siguiente enlace

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/40195>

En la tercera sección se presentan los resultados del análisis comparativo, en el que se identifican los aspectos que derivan a la mejor práctica posible por entorno. La cuarta sección ofrece los análisis de los SNIA —o su equivalente— de cada país seleccionado. La quinta sección recoge las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO

02



SISTEMAS DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA DE LOS PAÍSES REFERENTES

Fotografía: Luis Echeverri Urrea / www.shutterstock.com



Argentina



Autor

Felipe Romero Perdomo

› Profesional de Planeación
y Cooperación Institucional
OCTIAGRO - AGROSAVIA

Correo

fromerop@agrosavia.co



Datos generales

Nombre oficial

República Argentina

Capital

Buenos Aires

Superficie

2.780.400 km².

Población (2022)

46.044.703

PIB per cápita (2022)

USD 26.074

Localización geográfica

América del Sur, limítrofe con Chile,
Bolivia, Paraguay, Brasil y Uruguay

Forma de gobierno

Gobierno republicano, democrático,
representativo y federal

División política

24 jurisdicciones o distritos
autogobernados



Haga clic aquí
para conocer el
documento detallado
del país.

General

01
✓

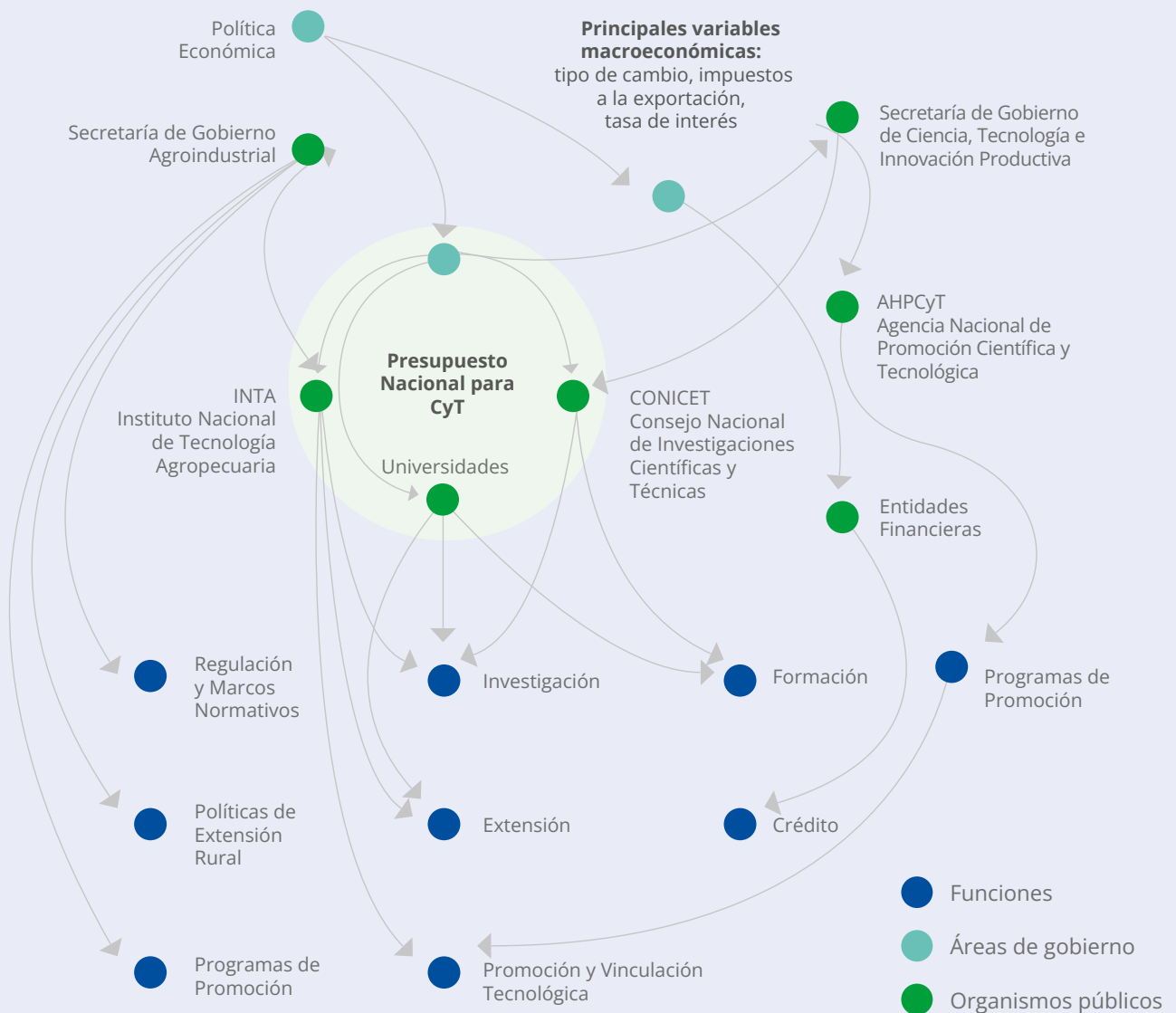
Cuenta con el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030, el Plan Federal Agroindustrial 2023-2033 y el Plan Estratégico Argentina Organiza 2030.

02
✓

No existe un subsistema específico de investigación y desarrollo ni un subsistema de extensión ni un subsistema de formación de capacidades; sin embargo, estas acciones las desarrolló el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Figura 2. Organismos públicos a escala nacional que promueven la ciencia, la tecnología y la innovación agropecuaria en Argentina

CyT: Ciencia y tecnología; Fuente: Elaboración propia con base en Patrouilleau *et al.* (2019).





Entorno económico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción del PIB correspondiente al sector agropecuario (%)	9,92 % agropecuario (2023, Banco Mundial)
Gasto en I+D como proporción del PIB (%)	0,52 % (2022, MINCYT)
Índice Global de Competitividad (IGC)	Puesto 83 (2019, FEM)
Capacidad de innovación (Pilar 12 IGC)	Puesto 56 (2019, FEM)
Índice Global de Innovación	Puesto 73 (2023, OMPI)



Entorno científico-tecnológico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción de investigadores por disciplina científica - EJC (%)	11,52 % (2016, ASTI)
Investigadores del sector EJC por cada 100.000 productores	422,68 (2016, ASTI)
Investigadores EJC en ciencias agrícolas	5.825 (2016, ASTI)
Publicaciones en Scopus sobre ciencias agrícolas, como porcentaje del total de publicaciones del país (%)	19,25 % (2023, Scopus)
Patentes otorgadas en ciencias agrícolas	9,59 % (2022, Patentscope)

EJC: equivalencia jornada completa.



Seguimiento y evaluación

El sistema de ciencia, tecnología e innovación cuenta con diversas bases de información que se encuentran fraccionadas y dispersas en diferentes organismos. Además, la Comisión Asesora para el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CAPLANCYT) es el órgano de gobierno que apoya al seguimiento anual del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030; no obstante, la gestión en ciencia, tecnología e innovación carece de evaluación de sus impactos reales.



Brasil



Autora

Angélica María Ramírez Beltrán

› Departamento de Articulación
y Cooperación Institucional
OCTIAGRO-AGROSAVIA

Correo

amramirez@agrosavia.co



Datos generales

Nombre oficial

República Federativa de Brasil

Capital

Brasilia

Superficie

8.511.965 km²

Población (2022)

203.062.512

PIB per cápita (2022)

USD 8.917,7

Localización geográfica

América del Sur, limita al norte con Venezuela, Colombia, Guyana, Surinam y la Guayana Francesa; al oeste con Perú y Bolivia; al sur, con Paraguay, Argentina y Uruguay; y al este con el océano Atlántico. La frontera más extensa es la atlántica, con 7.408 km de costa.

Forma de gobierno

República federal con sistema presidencial

División política

26 estados y el Distrito Federal de Brasilia



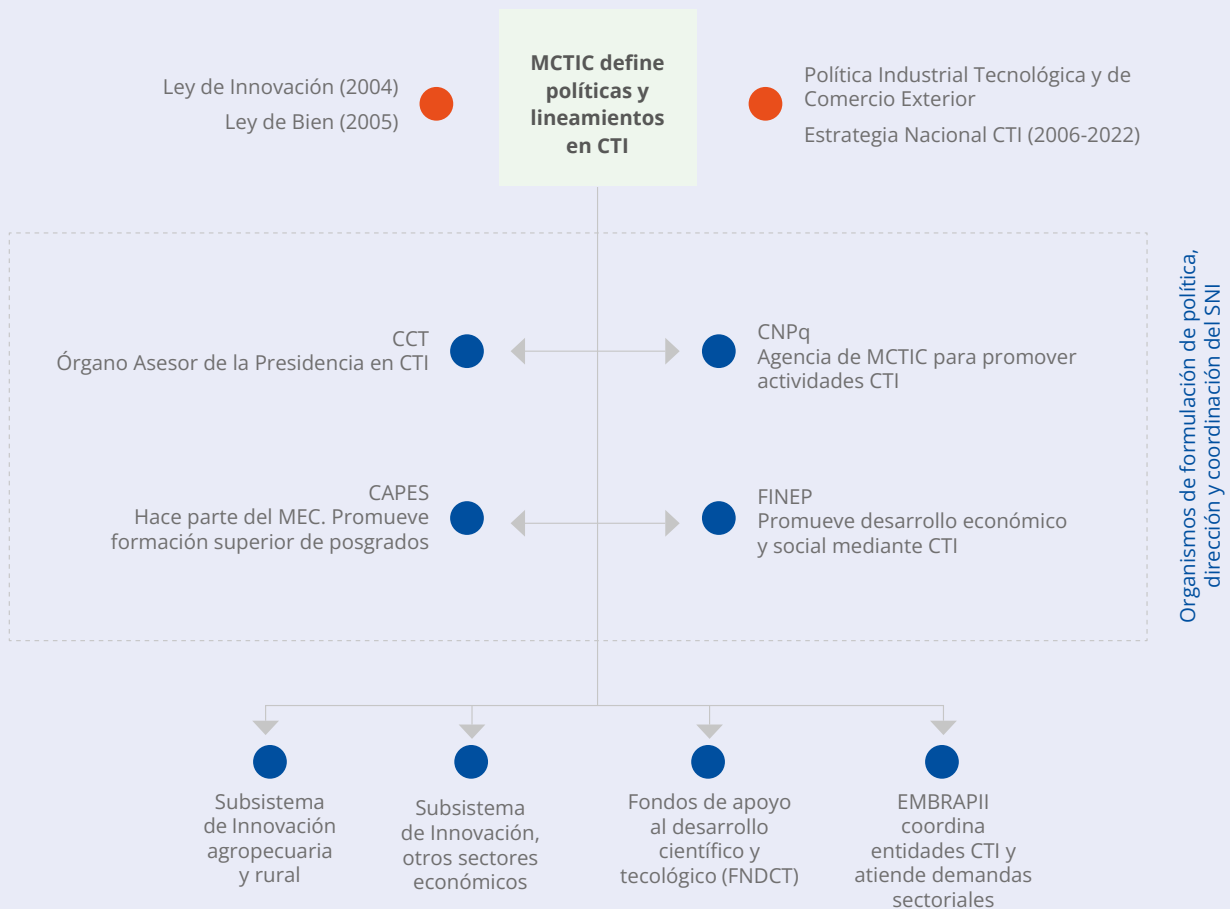
Haga clic aquí
para conocer el
documento detallado
del país.



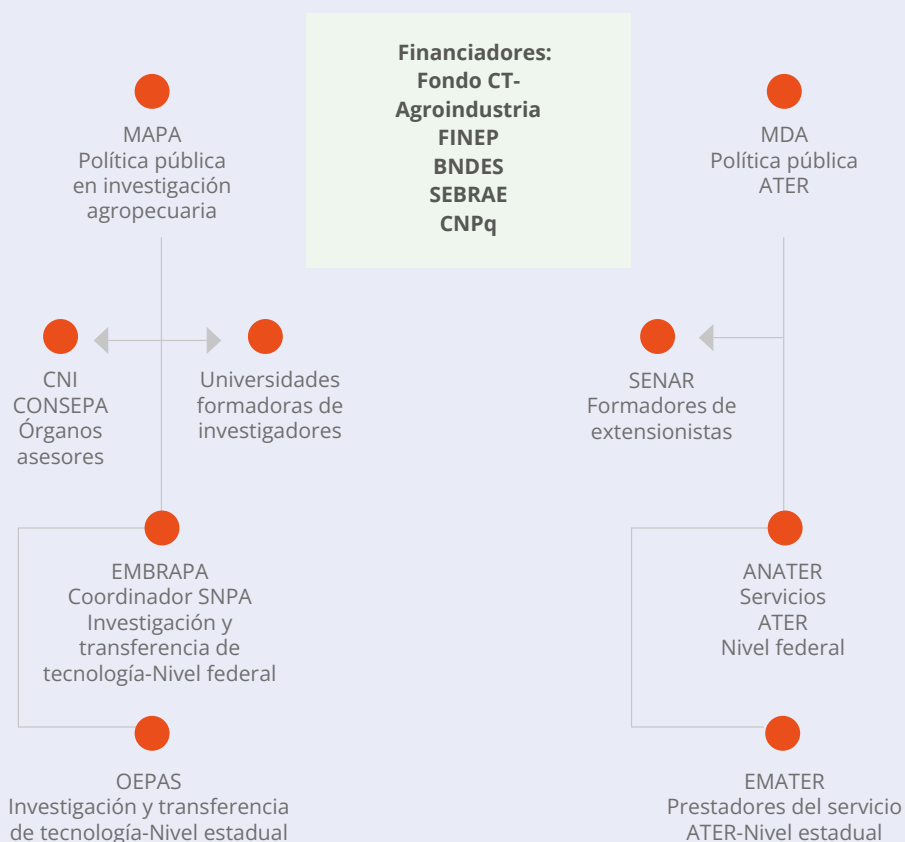
General

<p>01 ✓</p> <p>Brasil cuenta con toda la institucionalidad requerida para desarrollar investigación, desarrollo tecnológico, asistencia técnica, formación de capacidades y financiamiento en el sector agropecuario y rural.</p>	<p>02 ✓</p> <p>EMBRAPA, coordinador del sistema de investigación agropecuaria (SNPA), es un referente mundial en producción científica y generación de ofertas tecnológicas.</p>	<p>03 ✓</p> <p>El sistema de asistencia técnica y extensión rural (ATER) es débil. Solo el 18 % de los pequeños agricultores (agricultura familiar) cuenta con acceso al servicio, y cada extensionista atiende en promedio 170 usuarios / año.</p>
--	---	--

Figura 3. Sistema Nacional de Innovación (SNI)



MCTIC: Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovaciones y Comunicaciones; CTI: ciencia, tecnología e innovación; CCT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; CNPq: Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico; CAPES: Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior; EMBRAPAI: Empresa Brasileña de investigación e Innovación Industrial; MEC: Ministerio de Educación; FINEP: Financiadora de Estudios y Proyectos

Figura 4. Sistema nacional de innovación agropecuaria y rural

MAPA: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento; MDA: Ministerio de Desarrollo Agrícola y Agricultura Familiar; ATER: asistencia técnica y extensión rural; CNI: Consejo Nacional de Investigación Agropecuaria; CONSEPA: Consejo Nacional de Organizaciones Estatales de Investigación Agropecuaria; SENAR: Servicio Nacional de Aprendizaje Rural; EMBRAPA: Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria; SNPA: Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria; ANATER: Agencia Nacional de Asistencia Técnica y Extensión Rural; OEPAS: Entidades Estatales de Investigación Agropecuaria; EMATER: Entidades de asistencia técnica y extensión rural, investigación agrícola y regularización de tierras; FINEP: Financiadora de Estudios y Proyectos; BNDES: Banco de Desarrollo de Brasil; SEBRAE: Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas; CNPq: Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico.



Entorno económico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción del PIB correspondiente al sector agropecuario (%)	6,8 % (2023, Banco Mundial)
Gasto en I+D como proporción del PIB (%)	1,17 % (2020, Banco Mundial)
Índice Global de Competitividad (IGC)	Puesto 71 (2019, FEM)
Capacidad de innovación (Pilar 12 IGC)	Puesto 40 (2019, FEM)
Índice Global de Innovación	Puesto 49 (2024, OMPI)



Entorno científico-tecnológico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción de investigadores por disciplina científica - EJC (%)	3,48 % (2013, ASTI)
Investigadores del sector EJC por cada 100.000 productores	57,5 (2013, ASTI)
Investigadores EJC en ciencias agrícolas	5.869 (2013, ASTI)
Publicaciones en Scopus sobre ciencias agrícolas, como porcentaje del total de publicaciones del país (%)	19,46 % (2023, Scopus)
Patentes otorgadas en ciencias agrícolas	17.143 país (2021, Patentscope)

EJC: equivalencia jornada completa.



Seguimiento y evaluación

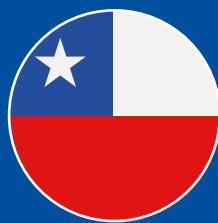
- 01.** Embrapa ha perfeccionado su sistema de seguimiento y evaluación para analizar los resultados e impactos de las principales tecnologías desarrolladas por el SNPA. Cada año, se lleva a cabo la evaluación de más de cien tecnologías y doscientos cultivares, considerando sus efectos en los ámbitos económico, social y ambiental.
- 02.** Embrapa cuenta con una batería de más de 20 indicadores que reporta anualmente organizados en diversas categorías.
- 03.** ANATER reporta anualmente indicadores de seguimiento del cubrimiento de asistencia técnica y extensión rural. Hace seguimiento a 11 indicadores relacionados con:
 - Formación de extensionistas y agentes ATER
 - Familias y organizaciones atendidas



Financiamiento

En el ámbito de la innovación agropecuaria y rural se dispone de una amplia gama de opciones a través de entidades y programas, que ofrecen recursos reembolsables y no reembolsables.

No obstante, el abanico de instrumentos desarrollados, los recursos públicos para investigación y ATER varían según el gobierno en turno, afectando sobre todo a la agricultura familiar.



Chile



Autora

Heydi Carolina Garavito Arcos

› Departamento de Articulación y
Cooperación Institucional AGROSAVIA.

Correo

hgaravito@agrosavia.co



Datos generales

Nombre oficial

República de Chile

Capital

Santiago de Chile

Superficie

756.626 km². 54 % del territorio apto
para explotación agropecuaria

Población (2022)

19.960.889 millones de habitantes

PIB per cápita (2022)

USD 15.255,5

Localización geográfica

Margen suroccidental de
América del Sur. Sus territorios
comprenden parte del continente
americano, Oceanía y la Antártica

Forma de gobierno

Estado Unitario

División política

5 regiones, 53 provincias
y 346 comunas



Haga clic aquí
para conocer el
documento detallado
del país.



General

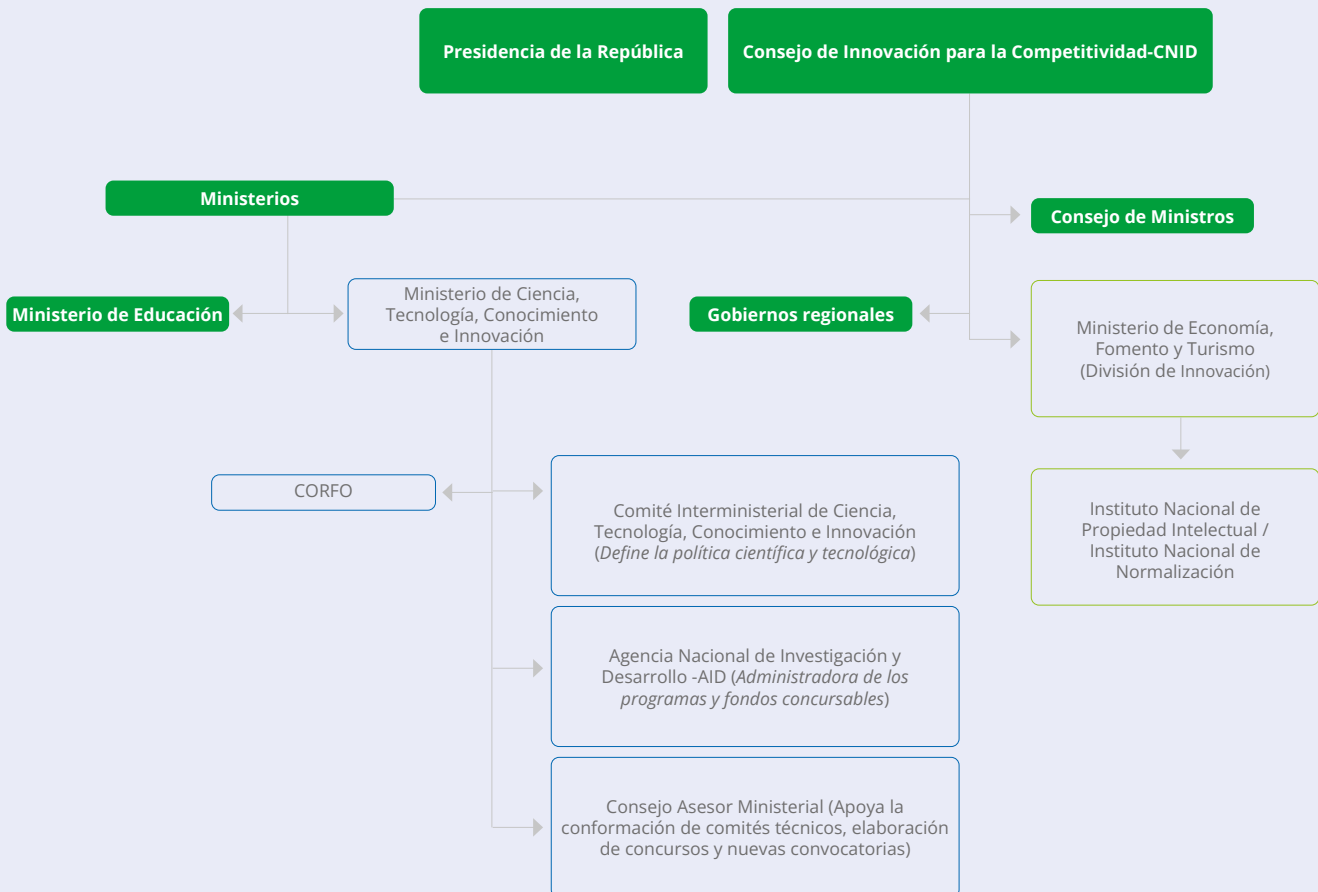
01



La Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCi) tiene como objetivo general orientar estratégicamente los esfuerzos del país promoviendo, comprendiendo y utilizando la investigación en todas las disciplinas, la tecnología y la innovación para contribuir al desarrollo integral y sostenible de Chile. Esta contiene 4 ejes de acción principales: vinculación, futuro, fortalecimiento, capacidades.

Figura 5. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (SINACTI)

Fuente: Elaboración propia.





Entorno económico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción del PIB correspondiente al sector agropecuario (%)	3,5 % (2022, Banco Mundial)
Gasto en I+D como proporción del PIB (%)	0,34 % (2019, Banco Mundial)
Índice Global de Competitividad (IGC)	Puesto 33 (2018, FEM)
Capacidad de innovación (Pilar 12 IGC)	Puesto 59 (2023, FEM)
Índice Global de Innovación	Puesto 59 (2023, FEM)



Entorno científico-tecnológico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción de investigadores por disciplina científica - EJC (%)	10,00 % (2018, RICYT)
Investigadores del sector EJC por cada 100.000 productores	74,9 % (2013, ASTI)
Investigadores EJC en ciencias agrícolas	716 (2013, ASTI)
Publicaciones en Scopus sobre ciencias agrícolas, como porcentaje del total de publicaciones del país (%)	1,34 % (2023, Scopus)
Patentes otorgadas en ciencias agrícolas	2.661(2020, Patentscope)

EJC: equivalencia jornada completa.



Seguimiento y evaluación

- 01.** En el año 2020 se presentaron los primeros lineamientos para la Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, cuyo proceso de actualización e implementación se está llevando a cabo durante el año 2023. Se cuenta con el Programa Anual de Evaluación (PAE).
- 02.** Existe una herramienta —software— en el país llamada *OBSERVA*. En su contenido, la herramienta cuenta con una serie de indicadores de medición, evaluación de resultados de programas implementados, evaluación de impacto, informes finales, entre otros. Esto se lleva a cabo para la evaluación de múltiples tipos de resultados para la CTI de todos los sectores del país —incluyendo el sector agropecuario—.



Financiamiento

- 01.** El gobierno es la principal fuente de financiamiento en las actividades de I+D, financiando un total de 73,49 %, seguido de instituciones de educación superior, que alcanza el 21,84 %.
- 02.** Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), principal administradora de los programas y fondos concursables.
- 03.** Se realizó una convocatoria 2020 para levantar los primeros desafíos provenientes del sector público que requieran I+D+i, para lo cual se contemplaron \$1.730 millones clp (Peso Chileno) en el presupuesto del año 2020, de las cuales se levantaron 88 necesidades.
- 04.** I+D+i Regional: para fortalecer el sistema y aumentar las capacidades incluyen centros regionales para 10 años con \$3.300 millones clp (Peso Chileno).
- 05.** Presupuesto CTI 2023: USD 595 millones para el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Las mayores partidas se destinarán a formación de capital humano avanzado (18,94 %), desarrollo de la institucionalidad sectorial (5,38 %), y vinculación con el medio y difusión del conocimiento (5,19 %).



Ecuador

 **Autora**

Rubiela Rincón Novoa

› Departamento de Articulación y
Cooperación Institucional
OCTIAGRO-AGROSAVIA

Correo

rrincon@agrosavia.co

Datos generales

Nombre oficial

República de Ecuador

Capital

Quito

Superficie

256.370 km². 42,6 % del territorio
apto para explotación agropecuaria

Población (2022)

18.354.266 millones

PIB per cápita (2022)

USD 6.391

Localización geográfica

América del Sur, región
noroccidental. Limita al norte con
Colombia, al Sur y al Este con Perú,
y al Oeste con el Océano Pacífico

Forma de gobierno

República Unitaria. Constitución
de 2008

División política

24 provincias



Haga clic aquí
para conocer el
documento detallado
del país.



General

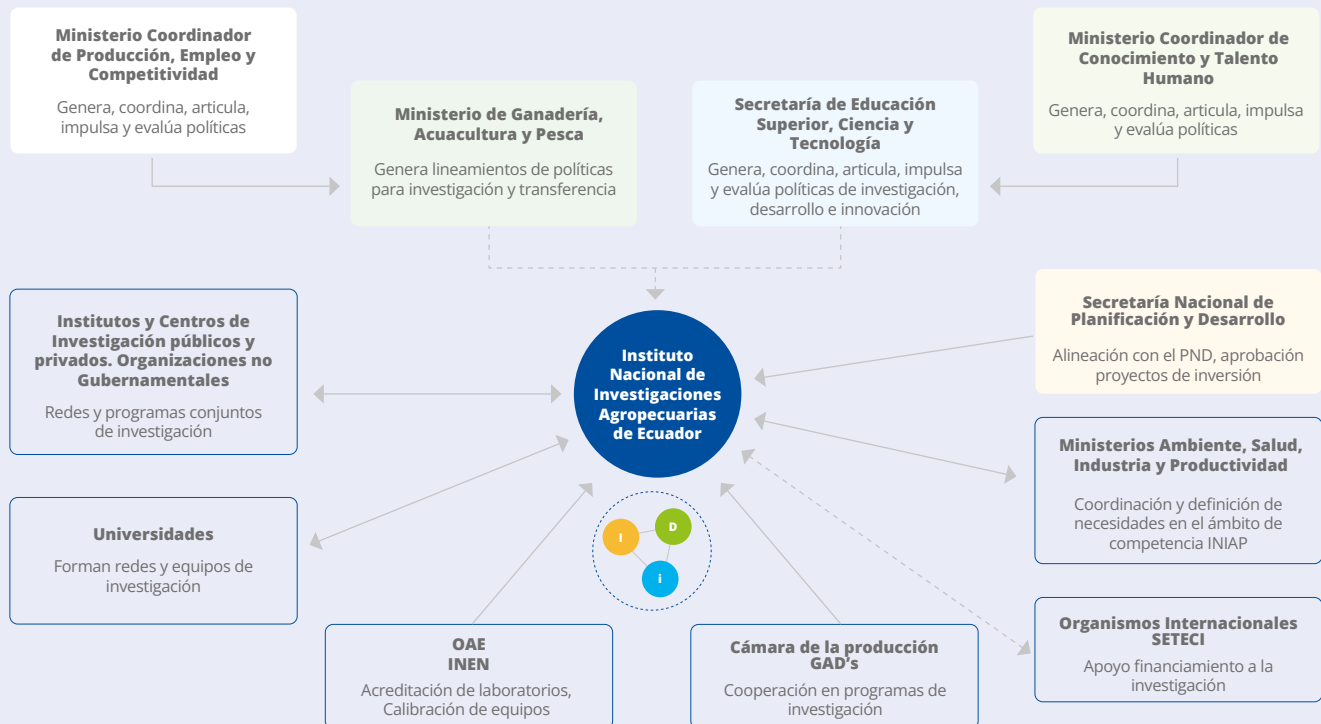
01



La conexión directa entre el SIN y el SNIA en Ecuador es el Estado a través del complejo arreglo institucional y marco regulatorio apalancado por los diferentes instrumentos e instancias, como la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) —rectora de la política de educación, ciencia, tecnología e innovación—, órganos consultivos, ministerios, leyes orgánicas, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), INIAP, universidades y escuelas politécnicas, empresas, productores, entre otros, bajo un accionar descentralizado con acceso al servicio, y cada extensionista atiende en promedio 170 usuarios / año.

Figura 6. Sistema de innovación agropecuaria y forestal (SNIAF)

Fuente: INIAP, 2014.



SETECI: Secretaría Técnica de Cooperación Internacional; **OAE:** Organismo de Acreditación Ecuatoriano. **Nota:** No se identifica una ley que cree o formalice el SNIAF, “más bien este se encuentra en construcción (...). Sin embargo, no quiere decir que este Sistema no exista y sea reconocido por los actores” (González, 2012). Liderado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP.



Entorno económico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción del PIB correspondiente al sector agropecuario (%)	8,8 % (2020, BM)
Gasto en I+D como proporción del PIB (%)	0,11 % (2020, ASTI)
Índice Global de Competitividad (IGC)	Puesto 56 (2023, FEM)
Capacidad de innovación (Pilar 12 IGC)	Puesto 86 (2018, FEM)
Índice Global de Innovación	Puesto 104 (2023, WIPO)



Entorno científico-tecnológico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción de investigadores por disciplina científica - EJC (%)	8,1 % (2020, RICYT)
Investigadores del sector EJC por cada 100.000 productores	0,88 (2014, ASTI)
Investigadores EJC en ciencias agrícolas	101,3 (ASTI, 2020)
Publicaciones en Scopus sobre ciencias agrícolas, como porcentaje del total de publicaciones del país (%)	16,64 % (2013, ASTI)
Patentes otorgadas en ciencias agrícolas	3 resultados (2018, WIPO)

EJC: equivalencia jornada completa.



Seguimiento y evaluación

No cuenta con un sistema de seguimiento y evaluación. El SNIAF está en construcción. Sin embargo, cuenta con la Encuesta de actividades de ciencia, tecnología e innovación (Encuesta de ACTI), desarrollada por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INEC).



Financiamiento

- 01.** El Gobierno es la principal fuente de financiamiento en las actividades de I+D, financiando un total de 73,49 %, seguido de instituciones de educación superior, que alcanza el 21,84 %.
- 02.** Algunos fondos de donantes son administrados por el gobierno de manera centralizada.
- 03.** El INIAP genera recursos por venta de semilla y servicios especializados.
- 04.** Presencia de fondos internacionales de donantes o agencias de cooperación.
- 05.** Recursos públicos de investigación que destinan para la investigación desde SENESCYT.
- 06.** Fondos concursables para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico no reembolsables.



Etiopía



Autora

Heydi Carolina Garavito Arcos

› Departamento de Articulación Institucional
AGROSAVIA.

Correo

hgaravito@agrosavia.co



Datos generales

Nombre oficial

República Democrática Federal
de Etiopía

Capital

Adís Abeba

Superficie

1.127.127 km²

Población (2023)

101,9 millones

PIB per cápita (2022)

USD 1.027,6

Localización geográfica

Limita al norte y noreste con Eritrea,
al este con Yibutí y Somalia, al sur
con Kenia y al oeste y sudoeste con
Sudán

Forma de gobierno

República federal parlamentaria,
basada en la constitución aprobada
en 1994

División política

11 regiones y 2 ciudades
independientes



Haga clic aquí
para conocer el
documento detallado
del país.



General

01



La política sectorial en ciencia, tecnología e innovación (CTI) de Etiopía se caracteriza por contar con una ley y reglamentación que establece el marco legal de la CTI en el sector agropecuario, así como los estamentos orgánicos y gubernamentales que la sustentan.

02



El objetivo del país en general para los sectores es erradicar el hambre del país por medio de programas y apoyo de la ONU.

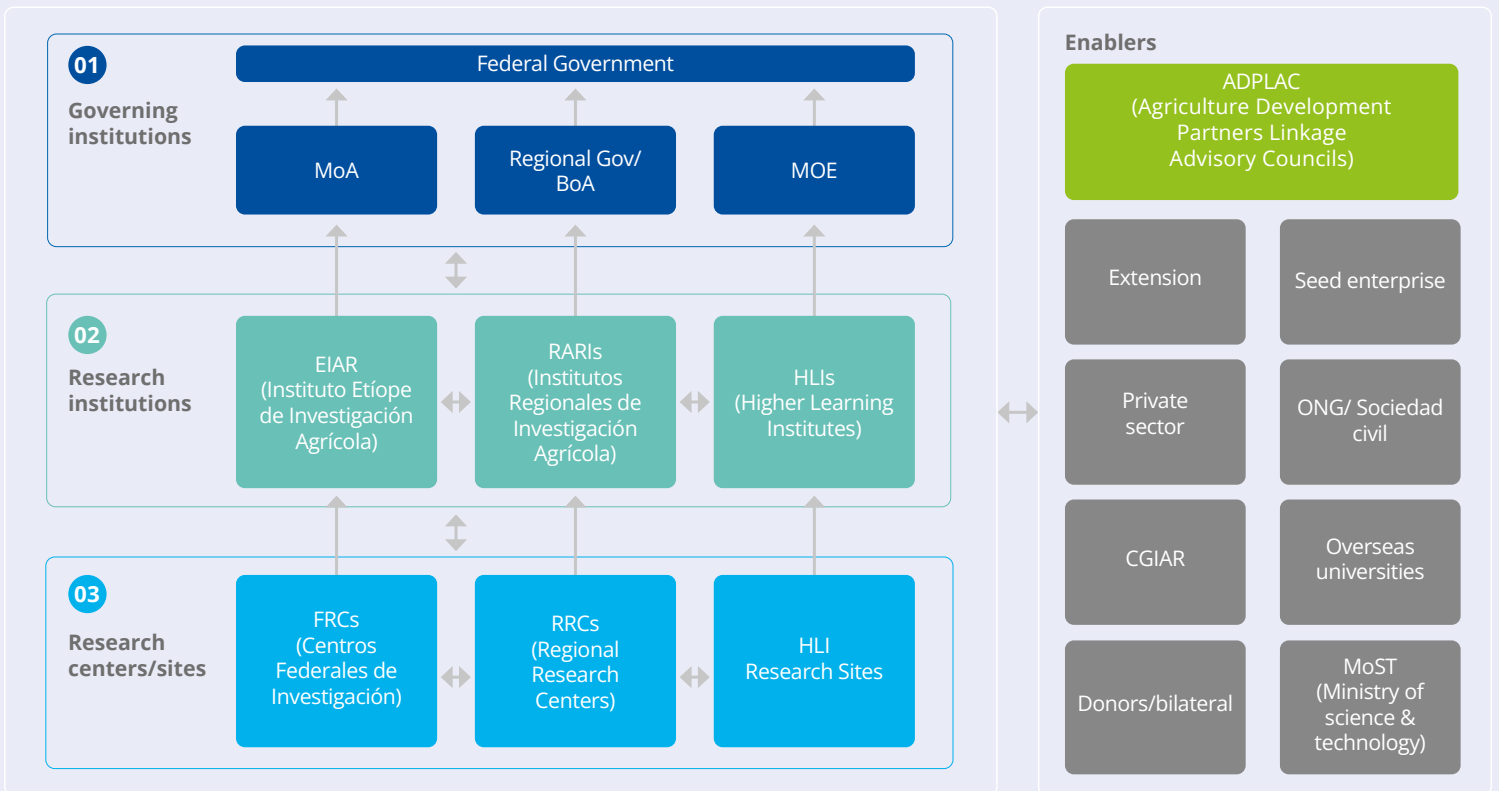
03



Cuenta con un plan vigente de CTI para el sector agropecuario que abarca lineamientos estratégicos a nivel sectorial para la promoción de la I+D+i, por medio de una hoja de ruta con directrices.

Figura 7. Sistema Nacional de Investigación Agrícola (NARS)

Fuente: ATA & EIAR (2015).



→ Reporting relationship

↔ Interaction



Entorno económico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción del PIB correspondiente al sector agropecuario (%)	37,6 % (2022, Banco Mundial)
Gasto en I+D como proporción del PIB (%)	0,27 % (2017, Banco Mundial)
Índice Global de Competitividad (IGC)	Puesto 122 (2018, FEM)
Capacidad de innovación (Pilar 12 IGC)	Puesto 126 (2023, FEM)
Índice Global de Innovación	Puesto 125 (2023, OMPI)



Entorno científico-tecnológico

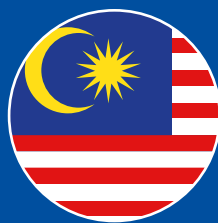
SUBVARIABLE	VALOR
Proporción de investigadores por disciplina científica - EJC (%)	59,57 % (2013, ASTI)
Investigadores del sector EJC por cada 100.000 productores	7,8 % (2016, ASTI)
Investigadores EJC en ciencias agrícolas	2.542 (2013, ASTI)
Publicaciones en Scopus sobre ciencias agrícolas, como porcentaje del total de publicaciones del país (%)	0,69 % (2023, Scopus)
Patentes otorgadas en ciencias agrícolas	1 (2020, Patentscope)

EJC: equivalencia jornada completa.



Financiamiento

La financiación de actividades de I+D+i en el NARS se ha apalancado principalmente a través de instituciones de microfinanciamiento para pequeños productores, financiación de proyectos desde recursos de gobiernos extranjeros y organizaciones no gubernamentales.



Malasia



Autora

Ana María Jiménez Guzmán

› Departamento de Articulación
y Cooperación Institucional, AGROSAVIA

Correo

amjimenez@agrosavia.co



Datos generales

Nombre oficial

Malasia

PIB per cápita (2022)

USD 11.971

Capital

Territorio Federal de Kuala Lumpur

Localización geográfica

Sudeste asiático, ubicado entre
Indonesia, Tailandia, Filipinas y
Singapur

Superficie

330.411 km², el 26,1 % son tierras
agrícolas

Forma de gobierno

Monarquía parlamentaria electiva

Población (2022)

33,9 millones

División política

13 estados y 3 territorios federales



Haga clic aquí
para conocer el
documento detallado
del país.



General

01



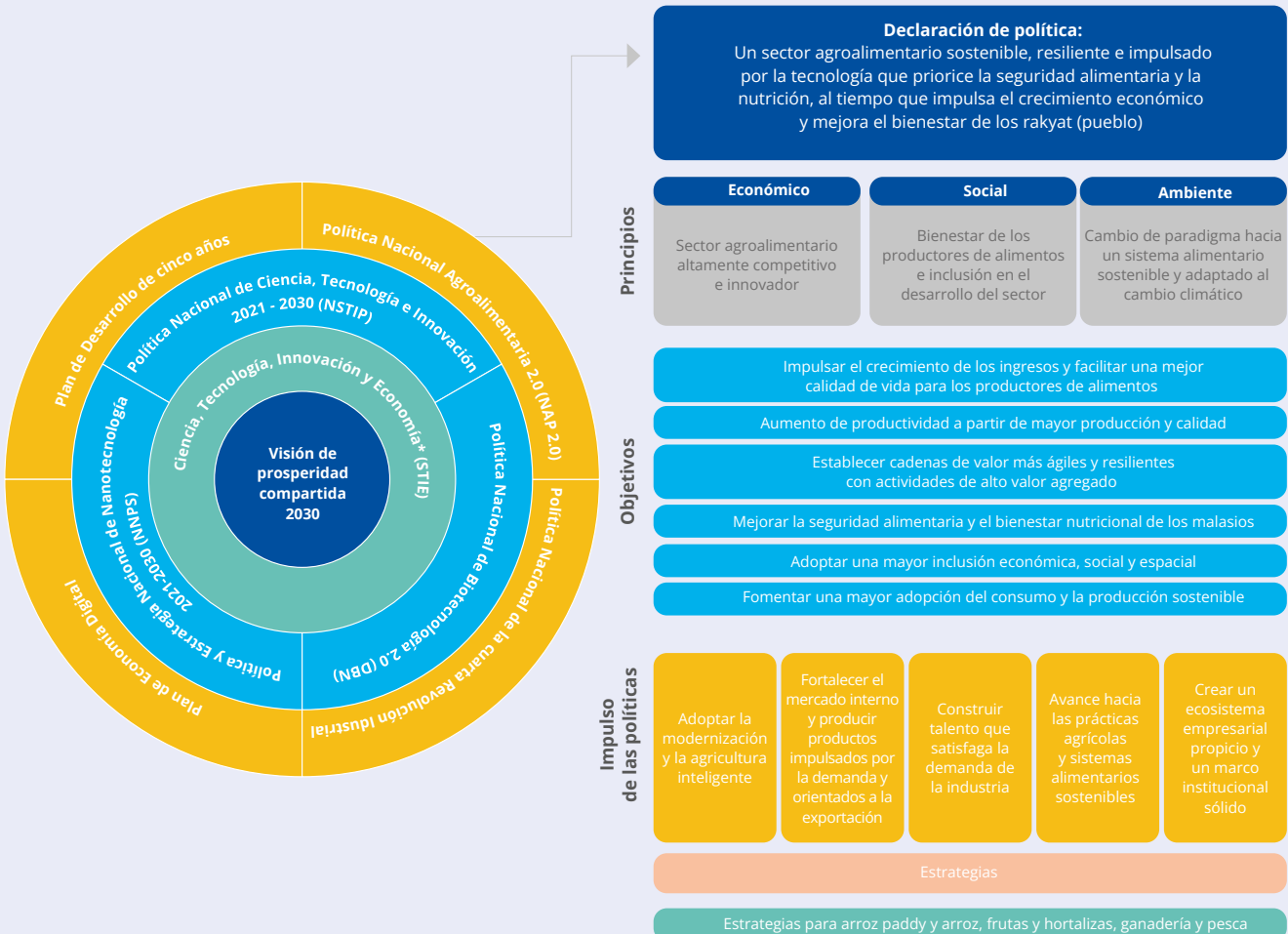
Malasia no cuenta con un Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria enfocado en el sector agrícola ni en ninguno que se especialice en áreas específicas. Pero tiene un entorno estructurado para la Ciencia, Tecnología, Innovación y Economía en general, que al igual que otros entornos, gira alrededor de la Visión de Prosperidad Compartida 2023. Esta es la apuesta de Malasia para “construir una sociedad progresista que haga uso de la ciencia y la tecnología modernas”.

02



El sector agroalimentario es uno de los que está en función de esta visión y se encuentra vinculado a través de las distintas políticas e iniciativas que genera el país.

Figura 8. Esquema del entorno de ciencia, tecnología, innovación y economía de Malasia





Entorno económico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción del PIB correspondiente al sector agropecuario (%)	8,9 % - 2022
Gasto en I+D como proporción del PIB (%)	0,95 %- 2020
Índice Global de Competitividad (IGC)	Puesto 27 - 2019
Capacidad de innovación (Pilar 12 IGC)	Puesto 30 - 2019
Índice Global de Innovación	Puesto 36 - 2023



Entorno científico-tecnológico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción de investigadores por disciplina científica - EJC (%)	2,64 % - 2013
Investigadores del sector EJC por cada 100.000 productores	112,4 - 2017
Investigadores EJC en ciencias agrícolas	1.494 - 2013
Publicaciones en Scopus sobre ciencias agrícolas, como porcentaje del total de publicaciones del país (%)	7,9 % (2015-2023)
Patentes otorgadas en ciencias agrícolas	3.896 - 2016

EJC: equivalencia jornada completa.



Seguimiento y evaluación

Malasia no cuenta con planes estratégicos, normativas y sistemas de innovación en CTI enfocados en sectores específicos, como por ejemplo el agrícola. Sin embargo, las estrategias y líneas de acción están definidas en las políticas que giran en torno a la Visión de prosperidad compartida 2030. Los temas relacionados con CTI se legislan, planean y ejecutan de manera general para todos los sectores en los que, según las autoridades competentes, tengan relación o puedan verse beneficiados por este.

No existe un INIA, pero sí cuenta con el Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícola de Malasia (MARDI), que sería la aproximación al rol, y es reconocido como la principal agencia de investigación agrícola.



México



Autora

Rubiela Rincón Novoa

› Departamento de Articulación
y Cooperación Institucional
OCTIAGRO-AGROSAVIA

Correo

rrincon@agrosavia.co



Datos generales

Nombre oficial

Estados Unidos Mexicanos o México

Capital

Ciudad de México

Superficie

1.964.375 km². 16,5 % del territorio
apto para explotación agropecuaria

Población (2022)

126,7 millones

PIB per cápita (2022)

USD 10.045,68

Localización geográfica

América del Norte. Limita al Norte
con Estados Unidos de América,
al Sur y Oeste con el Océano
Pacífico, al Este con el Golfo
de México y el mar Caribe, y al
Sureste con Guatemala y Belice

Forma de gobierno

República federal

División política

Entidades federativas



Haga clic aquí
para conocer el
documento detallado
del país.



General

01



El SNIA en México presenta una gobernanza bajo la coordinación de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y sus oficinas de representación en las entidades federativas (OREF), teniendo en cuenta la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y las directrices dadas en la Ley de Ciencia y Tecnología liderada por el CONACyT, apalancados en los comités intersectoriales, Consejo de Estado, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIAF), redes de gestión de conocimiento para articular investigación, extensión y productores.

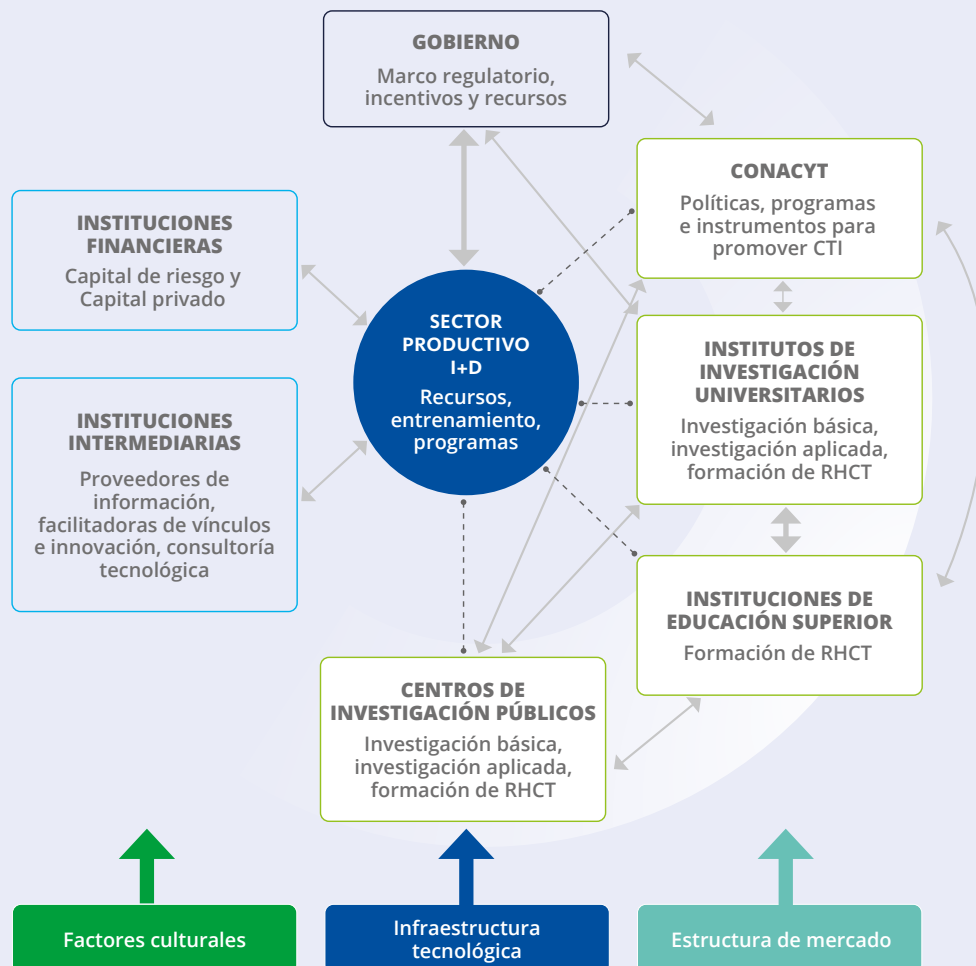
02



Reincorporación del INIAF al sistema de extensión y transferencia de tecnología. Delega la formación tecnológica de los extensionistas.

Figura 9. Sistema Nacional de Innovación (SNI)

Fuente: Dutrenit, *et al.*, citado por Trejo (2017)





Entorno económico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción del PIB correspondiente al sector agropecuario (%)	4,1 % (2022, BM)
Gasto en I+D como proporción del PIB (%)	1,05 % (2013, ASTI)
Índice Global de Competitividad (IGC)	Puesto 55 (2022, FEM)
Capacidad de innovación (Pilar 12 IGC)	Puesto 48 (2018, FEM)
Índice Global de Innovación	Puesto 58 (2023, WIPO)



Entorno científico-tecnológico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción de investigadores por disciplina científica - EJC (%)	8,4 % (RYCYT, 2020)
Investigadores del sector EJC por cada 100.000 productores	50,8 (ASTI, 2013)
Investigadores EJC en ciencias agrícolas	3.967,4 (ASTI, 2013)
Publicaciones en Scopus sobre ciencias agrícolas, como porcentaje del total de publicaciones del país (%)	17,6 % (2023, Scopus)
Patentes otorgadas en ciencias agrícolas	10.821 (2018, WIPO)

EJC: equivalencia jornada completa.



Seguimiento y evaluación

- 01.** Sistema de seguimiento y evaluación de impacto a programas y proyectos apoyados en sistemas de información geográfica para análisis de acciones en el territorio para orientar la política.
- 02.** Se cuenta con el Programa Anual de Evaluación (PAE).



Financiamiento

- 01.** CONACYT cuenta con fondos sectoriales, fondos institucionales, fondos mixtos y estímulos a la innovación a través de convocatorias públicas. Entre estos fondos se destacan: Los Fondos Mixtos de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica (FOMIX); el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT); el Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (PEI).
- 02.** Focalización de recursos dirigidos a planes estratégicos.
- 03.** Incentivos a los esquemas de trabajo multiactor y trabajo colaborativo.



Perú



Autor

Felipe Romero Perdomo

› Departamento de Articulación y Cooperación
Institucional OCTIAGRO- AGROSAVIA.

Correo

fromerop@agrosavia.co



Datos generales

Nombre oficial

República del Perú

Capital

Lima

Superficie

1.285.215 km²

Población (2022)

33,79 millones

PIB per cápita (2022)

USD 15.893

Localización geográfica

América del Sur, limítrofe con
Ecuador, Colombia, Brasil, Bolivia
y Chile

Forma de gobierno

Gobierno republicano, democrático,
representativo y federal

División política

24 departamentos y la provincia
constitucional del Callao



Haga clic aquí
para conocer el
documento detallado
del país.



General

01



Cuenta con un Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA), el cual se articula con el marco de políticas de desarrollo agrario y el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.

Figura 10. Organismos públicos a escala nacional que promueven la ciencia, la tecnología y la innovación agropecuaria en Perú

CyT: Ciencia y tecnología; Fuente: Elaboración propia con base en Patrouilleau *et al.* (2019).

● Formula, diseña, aprueba ● Espacios de articulación y priorización ● Coordinación y ejecución



CONID: Consejo Consultivo Nacional de Investigación y Desarrollo para la Ciencia, Tecnología e Innovación. **INIA:** Instituto Nacional de Innovación Agraria. **CONCYTEC:** Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. **PNCTI:** Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. **CONICA:** Comisión Nacional para la Innovación y Capacitación en el Agro. **ITP:** Instituto Tecnológico de la Producción. **EEAA:** Estaciones Experimentales Agrarias. **CORCYTEC:** Consejo Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. **CITEs:** Centros de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica.



Entorno económico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción del PIB correspondiente al sector agropecuario (%)	1,2 % agropecuario (2023, BCRP)
Gasto en I+D como proporción del PIB (%)	0,17 % (2020, Banco Mundial)
Índice Global de Competitividad (IGC)	Puesto 65 (2019, FEM)
Capacidad de innovación (Pilar 12 IGC)	Puesto 90 (2019, FEM)
Índice Global de Innovación	Puesto 76 (2023, OMPI)



Entorno científico-tecnológico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción de investigadores del sector respecto a todas las disciplinas - EJC (%)	6,78 % (2023, ASTI)
Investigadores del sector EJC por cada 100.000 productores	8,97 (2016, ASTI)
Investigadores EJC en ciencias agrícolas	339 (2016, ASTI)
Publicaciones en Scopus sobre ciencias agrícolas, como porcentaje del total de publicaciones del país (%)	15,72 % (2024, Scopus)
Patentes otorgadas en ciencias agrícolas	296 (2022, Patentscope)

EJC: equivalencia jornada completa.



Seguimiento y evaluación

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) lanzó la “Plataforma de Gestión del Conocimiento del Sistema Nacional de Innovación Agropecuario (PGC-SNIA)”, el cual es un sistema tipo CRIS (Current Research Information Systems), encargado de identificar, recopilar, evaluar, organizar y compartir información relevante relacionada con la investigación y producción científica, transferencia tecnológica, extensión agropecuaria, servicios agrarios, entre otros.

Aunque periódicamente se realiza el seguimiento de la implementación del SNIA mediante las comisiones técnicas regionales de innovación agraria, no se ha definido un sistema de seguimiento y evaluación explícito.



Uruguay



Autora

Angélica María Ramírez Beltrán

› Departamento de Articulación y Cooperación
Institucional OCTIAGRO- AGROSAVIA.

Correo

amramirez@agrosavia.co



Datos generales

Nombre oficial

República de Uruguay

Capital

Montevideo

Superficie

176.215 km², 95 % del territorio apto
para explotación agropecuaria

Población (2022)

3,44 millones

PIB per cápita (2022)

USD 18.214,8

Localización geográfica

América del Sur, limítrofe con
Argentina y Brasil

Forma de gobierno

República democrática con sistema
presidencial

División política

19 departamentos



Haga clic aquí
para conocer el
documento detallado
del país.



General

01

Los sistemas de innovación nacional y agropecuario de Uruguay son incipientes en normatividad e institucionalidad. Ninguno de estos se encuentra sancionado mediante la ley.

02

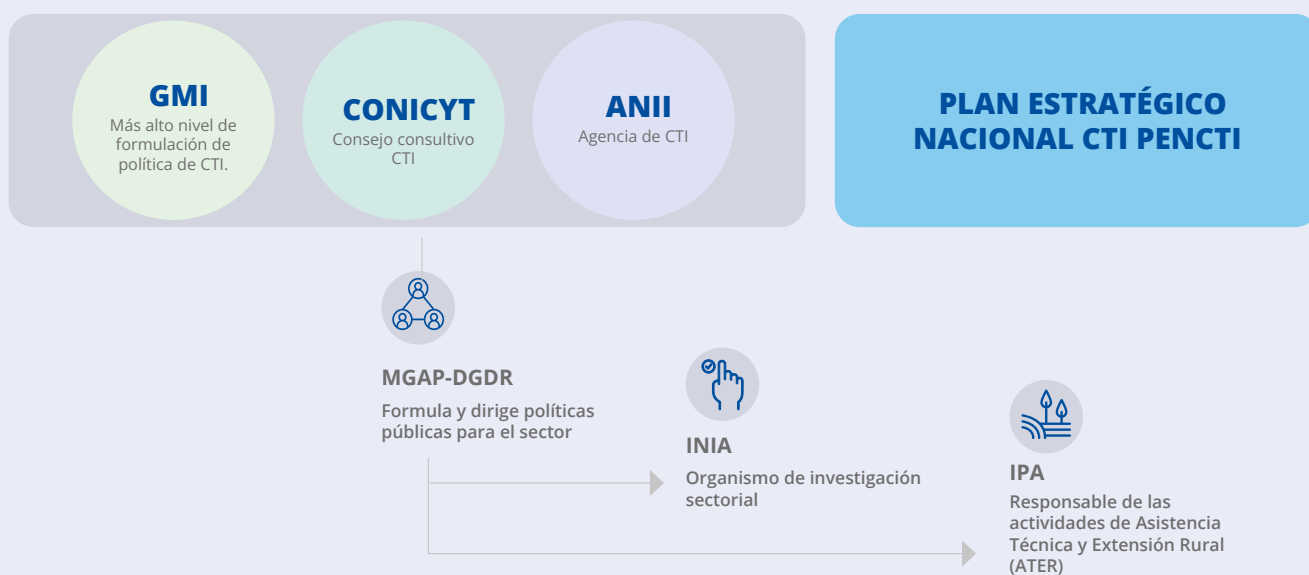
La cabeza del sistema nacional corresponde a un gabinete de ministros en lugar de una entidad establecida. No cuentan con una entidad de formación de capacidades para el sector agropecuario.

03

Cuenta con una alta participación del sector privado, gracias a un impuesto específico a las ventas brutas del sector agropecuario y un aporte público que equilibra el impuesto.

Figura 11. Estructura general del sistema de innovación agropecuaria en Uruguay

Fuente: Elaboración propia.



Entorno económico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción del PIB correspondiente al sector agropecuario (%)	7,3 % (2022, Banco Mundial)
Gasto en I+D como proporción del PIB (%)	0,45 % (2020, Banco Mundial)
Índice Global de Competitividad (IGC)	Puesto 54 (2019, FEM)
Capacidad de innovación (Pilar 12 IGC)	Puesto 67 (2019, FEM)
Índice Global de Innovación	Puesto 63 (2023, OMPI)



Entorno científico-tecnológico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción de investigadores del sector respecto a todas las disciplinas - EJC (%)	15,22 % (2013, ASTI)
Investigadores del sector EJC por cada 100.000 productores	202 (2013, ASTI)
Investigadores EJC en ciencias agrícolas	372 (2013, ASTI)
Publicaciones en Scopus sobre ciencias agrícolas, como porcentaje del total de publicaciones del país (%)	26,68 % (2023, Scopus)
Patentes otorgadas en ciencias agrícolas	1.555 (2023, Patentscope)

EJC: equivalencia jornada completa.



Seguimiento y evaluación

- 01.** No se evidencia la existencia de un sistema de seguimiento en el sector agropecuario.
- 02.** Cuentan con evaluaciones *ex ante* y *ex post* al INIA y a los proyectos financiados por el Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA), realizadas por terceros en 2011, 2016 y 2019.
- 03.** Tanto INIA como IPA presentan informes anuales que incluyen indicadores de gestión y de resultados.



Financiamiento

- 01.** 1,4 % del PIB agropecuario se destina a I+D agropecuaria (IFPRI, 2016). Para financiar investigación agropecuaria existe un impuesto específico a las ventas brutas que sale del sector privado y un aporte público que debe equilibrar este aporte.
- 02.** Para actividades ATER el presupuesto es público más endeudamiento externo. La aplicación a los fondos horizontales y sectoriales se hace a través de convocatorias públicas.



Colombia



Autora

Ana María Jiménez Guzmán

› Departamento de Articulación
y Cooperación Institucional
OCTIAGRO-AGROSAVIA

Correo

amjimenez@agrosavia.co



Datos generales

Nombre oficial

República de Colombia

Capital

Bogotá D.C.

Superficie

176.215 km², el 38,5 %
son tierras agrícolas

Población (2022)

51,8 millones

PIB per cápita (2022)

USD 6.630,3

Localización geográfica

América del Sur, limítrofe con Brasil,
Ecuador, Panamá, Perú y Venezuela

Forma de gobierno

República unitaria, descentralizada,
con autonomía de sus entidades
territoriales, democrática,
participativa y pluralista

División política

32 departamentos



Haga clic aquí
para conocer el
documento detallado
del país.



General

01



Colombia cuenta con un Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) consolidado a través de la Ley 1876 de 2017, en la cual se define una gobernanza clara para este y cada uno de sus subsistemas.

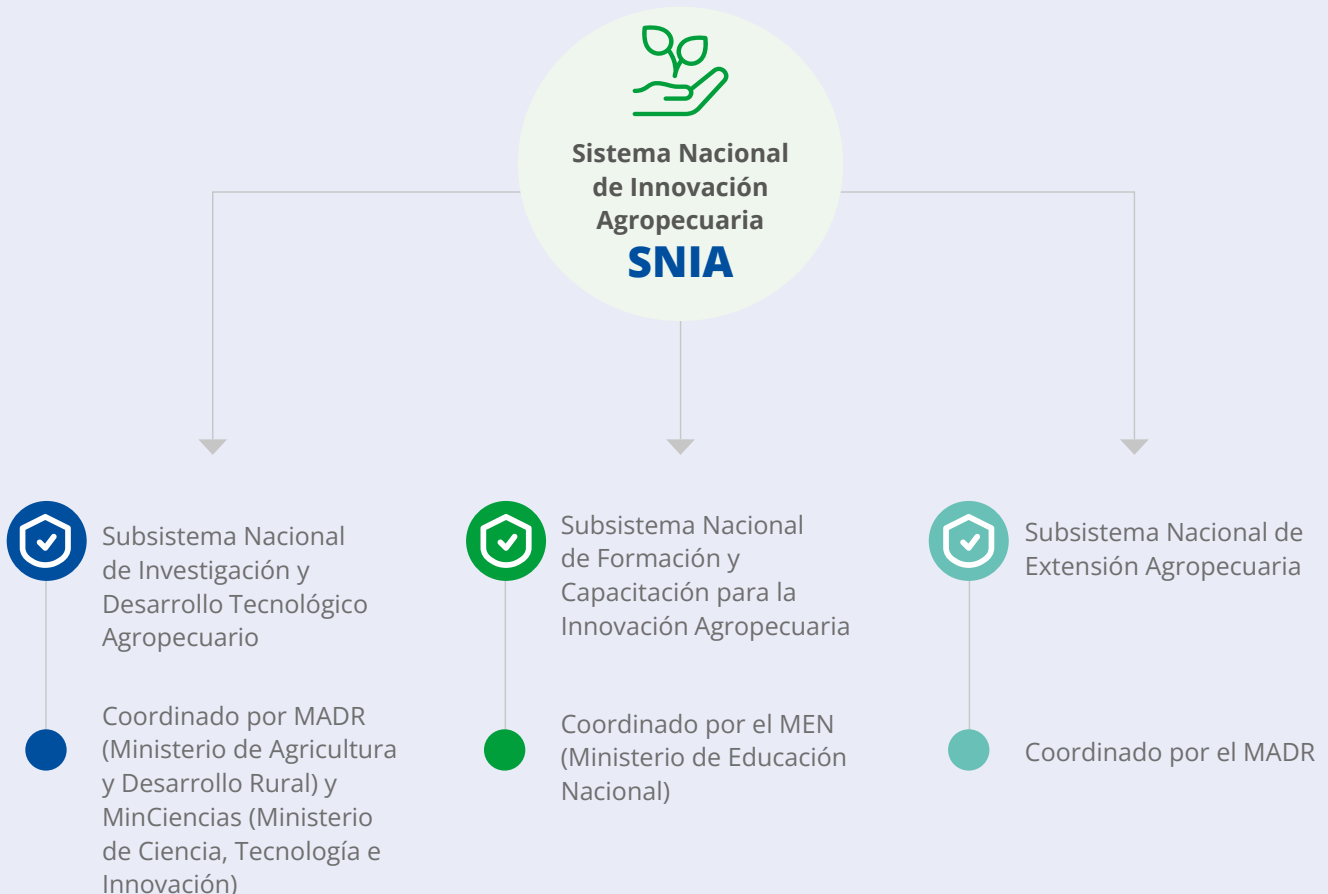
02



La Ley 1876 de 2017 menciona claramente que todos los planes, programas, proyectos e iniciativas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación agropecuaria a ser financiados con recursos públicos, deberán estar enmarcados en el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación Agropecuaria (PECTIA) y la Agenda de I+D+i que lo integra.

Figura 12. Organismos públicos a escala nacional que promueven la ciencia, la tecnología y la innovación agropecuaria en Colombia

CyT: Ciencia y tecnología; Fuente: Elaboración propia con base en la Ley 1876 de 2017.





Entorno económico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción del PIB correspondiente al sector agropecuario (%)	8,3 % - 2022
Gasto en I+D como proporción del PIB (%)	0,29 % - 2020
Índice Global de Competitividad (IGC)	Puesto 57 - 2019
Capacidad de innovación (Pilar 12 IGC)	Puesto 77 - 2019
Índice Global de Innovación	Puesto 66 - 2023



Entorno científico-tecnológico

SUBVARIABLE	VALOR
Proporción de investigadores por disciplina científica - EJC (%)	4,85 % - 2017
Investigadores del sector EJC por cada 100.000 productores	31,8 - 2013
Investigadores EJC en ciencias agrícolas	1.103 - 2013
Publicaciones en Scopus sobre ciencias agrícolas, como porcentaje del total de publicaciones del país (%)	13,3 % (2015-2023)
Patentes otorgadas en ciencias agrícolas	1.654 - 2016

EJC: equivalencia jornada completa.



Seguimiento y evaluación

El SNIA no cuenta aún con un sistema de seguimiento y evaluación (S&E), pero sí tiene varias aproximaciones que le permiten monitorear los recursos, las capacidades y las actividades dispuestas para la CTI agropecuaria; dichos elementos podrían articularse y ser insumos de nuevos procesos orientados al S&E del SNIA.

CAPÍTULO

03



RESULTADOS DEL ANÁLISIS COMPARATIVO

Con base en la información de los sistemas de innovación agropecuaria de los diez países incluidos en el estudio, se presenta un análisis de los hallazgos respecto a las variables contempladas para los cinco entornos, mostrando un comparativo entre países, en donde se identifican las mejores prácticas y, a nivel global, el país que las realiza. Posteriormente, se revisa la posición de Colombia con respecto a este país.



Entorno político-normativo e institucionalidad

En el marco de los sistemas de innovación agrícola, el entorno político normativo es un factor clave que favorece o propicia la innovación agrícola dentro de las estructuras organizacionales de gobernanza, regulación y diseño de las políticas públicas, entre las que se encuentra la política de innovación. La política y marcos regulatorios permiten reconocer formalmente el proceso de innovación como un objetivo de política, por cuanto vincula a los sistemas de innovación agrícola con el entorno y la infraestructura general de conocimiento, transferencia, formación, financiación de la I+D+i, seguimiento y evaluación, así como con los servicios de extensión, para la integración y mejora de acciones, roles, mecanismos de coordinación, instrumentos y prioridades de formación, entre otros, de forma que crean un clima favorable para la inversión, seguimiento y generación de indicadores que permitan comprender los procesos y un diseño de estrategias de intervención más acertadas. Se precisa que el hecho de contar con una norma que formalice el sistema de innovación no garantiza que este tenga un mejor desempeño.

Comparativo por país

El entorno político y normativo de los sistemas nacionales de innovación agropecuaria de los diez países seleccionados se revisó desde cinco variables: i) instrumentos de planificación, a partir del plan estratégico de ciencia, tecnología e innovación para el sector agropecuario o agroindustrial, o su equivalente; ii) las leyes, decretos estamentos y normas para la ciencia, la tecnología y la innovación sectorial; iii) la ley específica sobre un sistema o subsistema de innovación para el sector agropecuario o agroindustrial; iv) el marco de gobernanza del sistema nacional de innovación agropecuaria; y v) el rol del INIA en el sistema de innovación agropecuaria del país o su equivalente.

El valor general del entorno político y normativo que incluyó los diez países evaluados fue de 3,6 puntos sobre 5,0. El orden de destacamento por país ubica a Brasil (5,0), seguido por Colombia, Malasia, México y Perú (4,0 cada uno), Etiopía (3,6), Chile (3,5), Ecuador (3,0), Argentina (2,5) y Uruguay (1,8). Se precisa que estos valores se asignaron de acuerdo con el cumplimiento de lo dicho en la variable en específico y que

en ellos no se hizo referencia alguna a su funcionamiento, el cual se desarrolla posteriormente para cada variable con base en información secundaria referente a los países analizados, a la que luego se recurre para aproximarse a la identificación de la mejor práctica a partir de las brechas observadas.

Con respecto a las variables analizadas, la calificación general más destacada la obtuvo el plan estratégico de CTI para el sector agropecuario (4,0), seguido por las variables referidas al marco de gobernanza del SNIA y el rol del INIA en el SNIA (3,8 cada variable), que presentan una tendencia similar. Las variables que mostraron menor desempeño fueron la ley específica sobre un sistema o subsistema de innovación para el sector agro (3,6) y las leyes, decretos, estamentos y normas para la CTI sectorial (3,5).

Frente al Plan estratégico de CTI sectorial, los dos países más destacados fueron Brasil (4,8) y Malasia (4,5), seguidos por Chile, Colombia, Etiopía y México (4,0 cada uno), Ecuador y Perú (3,0 cada uno), Argentina (2,5) y Uruguay (1,5). En este sentido, en Brasil y Malasia —que obtuvieron los mayores puntajes frente a este instrumento de planificación— dichos planes surgen del marco de política nacional de CTI, bien como planes de acción o política. En el caso de Brasil, de la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ENCTI) se derivan varios planes relacionados con el sector agropecuario, entre los que están PACTI AGRO —plan para la agricultura sostenible—, PACTI Bioeconomía y PACTI SAN —relacionado con la seguridad alimentaria—. En el caso de Malasia, la Política Nacional Agroalimentaria (NAP 2.0) hace las veces del plan estratégico al definir las estrategias y líneas de acción para los impulsores y los sectores priorizados. Estos planes contemplan tendencias emergentes, tienen vínculos con el entorno y el territorio, involucran un alcance que va más allá de lo tecnológico, y permiten identificar evidencias en su ejecución.

De manera similar, los países que obtuvieron buen desempeño (4,0) cuentan con planes estratégicos que incluyen y orientan el sector agropecuario, como en los casos de Chile —Plan de Ciencia, Tecnología, Innovación y Emprendimiento (PCTIE), Colombia —Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (PECTIA)—, Etiopía —Hoja de ruta Roadmap-nars Etiopía— y México —el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024 (PECITI) y el Plan Nacional de Innovación 2019-2024, que se derivan de políticas nacionales—.

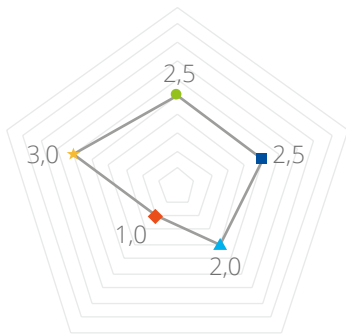
Con menor puntaje, se ubicaron Ecuador y Perú (3,0 cada uno). En el caso de Ecuador existen otros instrumentos orientadores de la CTI agropecuaria, como el Plan Estratégico de Investigación y Desarrollo Tecnológico 2018-2022 del INIAP, el Plan Estratégico de Ecuador 2023-2027 y el Proyecto Nacional de Innovación Tecnológica Participativa y Productividad Agrícola (PITPPA). En el caso de Perú, el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional al 2050 (PEDN) constituye el principal instrumento de planificación estratégica, que da lineamientos para la innovación sectorial.

Con respecto al marco de gobernanza del SNIA, seis de los diez países del estudio cuentan con una estructura de gobernanza más o menos desarrollada para coordinar su sistema sectorial. Entre ellos, la máxima puntuación corresponde a Brasil (4,8), seguido por Colombia, Malasia, México y Perú (4,0 cada uno), y Etiopía (3,6). En contraposición, los países cuyo marco de gobernanza se encontró más débil fueron Ecuador y Uruguay (3,0 cada uno), Chile (2,0) y Argentina (1,0), como se registra en la Figura 13.

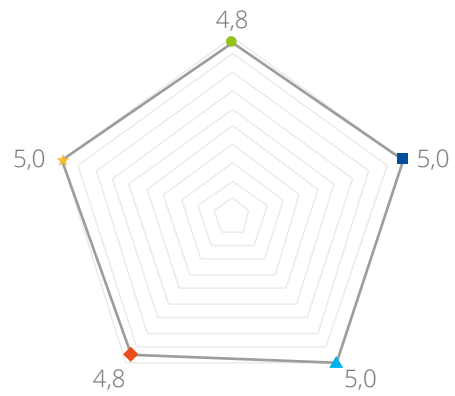
Figura 13. Comparativo entorno político-normativo

- Plan estratégico de CTI para el sector agropecuario
- ▲ Ley específica sobre un sistema o subsistema de innovación para el sector agro
- Leyes, decretos, estamentos y normas para la CTI sectorial
- ◆ Marco de gobernanza del SNIA
- ★ Rol del INIA en el SNIA

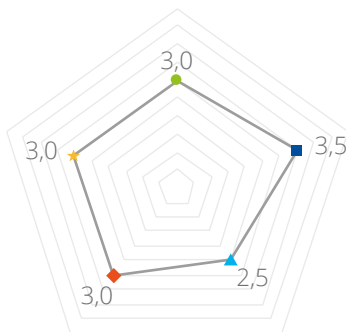
Argentina



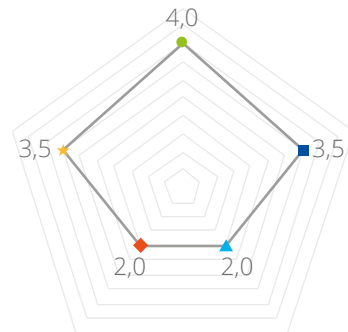
Brasil



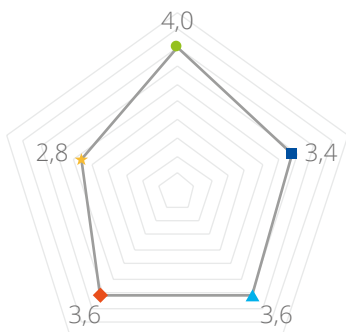
Ecuador



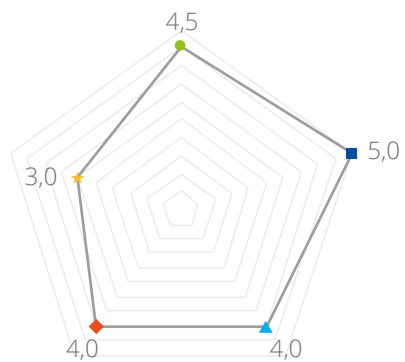
Chile



Etiopía



Malasia





Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la variable rol del INIA en el SNIA, países como Brasil y Uruguay registran los puntajes más altos (5,0 cada uno), seguidos por Colombia (4,5), México y Perú (4,0 cada uno), Chile (3,5) y Argentina, Malasia y Ecuador (3,0 cada uno); a su vez, el país que registró más débilmente este rol del INIA en el SNIA fue Etiopía (2,8). Los países con mayor puntaje en esta variable evidencian la articulación del INIA con instancias, instrumentos y actores del SNIA; sin embargo, y según la información secundaria, existen algunas fallas en el soporte estratégico a la generación, transferencia, adopción y seguimiento de la CTI a través de los diferentes programas sectoriales y subsistemas en el marco de la política pública.

Finalmente, en relación con el marco político normativo para la ciencia, la tecnología y la innovación agropecuaria, la variable sobre leyes, decretos, estamentos y normas para la CTI sectorial obtuvo el menor puntaje (3,5). Brasil y Malasia obtuvieron 5,0, Colombia obtuvo 4,5 y México 4,0, lo que indica que cuentan con marcos regulatorios robustos para orientar y regular este aspecto. Estos países están seguidos por Chile y Ecuador (3,5 cada uno). Los países que ocuparon las últimas posiciones fueron Argentina y Uruguay, que obtuvieron menos del 50 % de la calificación máxima.

Mejor práctica identificada

Como se mencionó en el comparativo, Brasil fue el país con las mejores prácticas en el entorno político normativo, con un valor general de 5,0 —prácticamente en las cinco variables analizadas—, seguido en especial por Colombia, Malasia, México y Perú (4,0 cada uno). El estudio evidencia fortalezas de Brasil respecto a la definición de políticas, así como un marco legal amplio que ha sido reglamentado y llevado a la práctica de manera aparentemente exitosa. No obstante, hay que recordar que la valoración de las variables seleccionadas se basa en los descriptores cualitativos definidos, cuyo alcance es la existencia de los elementos legales y de política, sin que ello implique valorar su implementación, la cual dependerá adicionalmente de su adecuada aplicación, de la articulación de los actores para desarrollar los objetivos trazados, de la disponibilidad de recursos y capacidades en términos de capital humano e infraestructura, y de la transparencia y capacidad de gestión de las instituciones, entre otros.

Igualmente, se encontró para el caso de Brasil que los marcos político, normativo y de gobernanza, así como el plan estratégico de CTI sectorial, soportan su sistema nacional de innovación —y sus líneas estratégicas—, el cual tiene un fuerte enfoque en la producción agroindustrial. Este enfoque contribuyó a que el país pasara de ser un productor de genéricos y básicos —*commodities*— a ser un gran productor de transformados y figurar entre los principales proveedores de alimentos para el mundo.

Por otra parte, su marco de gobernanza se apoya en el gobierno estadual y tiene instituciones formales en las que participan actores del sector privado y público involucrados en la investigación científica y la asistencia técnica y la extensión rural (ATER), con soporte en una comisión técnica interministerial. Las prioridades de I+D+i para el sector agropecuario son establecidas por el gobierno a través de los diferentes ministerios involucrados con la innovación, liderados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA), junto con el Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA) y el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovaciones y Comunicaciones (MCTIC).

Con la creación del Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria (SNPA) en Brasil, mediante la Ley 8.171 de 1991 —Ley Agraria— y la Ordenanza 193 de 1992, el Consejo Nacional de Entidades Estaduales de Investigación Agropecuaria (CONSEPA) refirió en 2020 que existía un diferencial con este SNPA al contar con una “organización [descentralizada] bien articulada y distribuida por todo el territorio nacional”, y que “la unión de diferentes instituciones permite el desarrollo de investigaciones dirigidas a diversos sectores de la agricultura y la ganadería del país”, aunque admite que “necesita ser repensado a la luz de los desafíos actuales y futuros[,] y el entorno de innovación nacional e internacional en ciencia, tecnología e innovación agrícola, con el fin de promover una mayor interacción entre las instituciones de investigación y desarrollo enfocadas en el sector”. Este Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria (SNPA), coordinado por EMBRAPA, se crea para fortalecer las capacidades de innovación y considera a todos los actores —públicos y privados— involucrados en la creación, adaptación y uso de los diferentes conocimientos conducentes a la innovación, e incluye la red nacional de investigación agropecuaria. Estos aprendizajes pueden ser capitalizados para mejorar las normas aplicables al respecto de la mejor práctica.

En el caso de Malasia, la principal política que enmarca la institucionalidad de la CTI en específico para el sector agropecuario es el entorno de ciencia, tecnología, innovación y economía (STIE), con una visión de prosperidad compartida 2030 que se enmarca en la “Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (NSTIP) 2021-2030”. A su vez, esta política está incluida en varias políticas y planes de gobierno, como las Políticas Nacionales Agropecuarias (NAP 2.0) —que contemplan un marco estratégico orientador de la CTI y la economía—, la cuarta revolución industrial (4IR) y la política de biotecnología y nanotecnología, con estrategias y metas definidas para el sector y los subsectores priorizados como claves en la dinámica económica del país y en el fortalecimiento del sector agropecuario. Las políticas implementadas a la fecha han transformado su economía hacia la exportación de bienes y el uso de alta tecnología con inclusión del sector privado, lo que facilita el acceso a tecnología, mercados e infraestructura, de manera que el país sea más resiliente y sostenible desde un enfoque sistémico.

Malasia cuenta con el Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícola de Malasia (MARDI) —que está a nivel de un INIA—, reconocido como la principal agencia de investigación agrícola, clave para el desarrollo de la política sectorial orientada hacia: i) el fortalecimiento del mercado interno y la producción de productos impulsados por la demanda y para exportación; ii) la agricultura inteligente; iii) la generación de valor agregado mediante I + D; iv) el incremento de la adopción de tecnología y el mejoramiento del sector agroalimentario; v) el impulso a industrias de producción local; vi) la promoción de la conservación y preservación de la biodiversidad —flora y fauna—; vii) la promoción de una actividad agropecuaria sostenible que cree un entorno propicio para la I+D y el desarrollo de la industria; viii) el aporte del 5 % del Producto Interno Bruto (PIB) por parte de las empresas de biotecnología; y ix) el mejoramiento de los servicios de los oficiales de extensión.

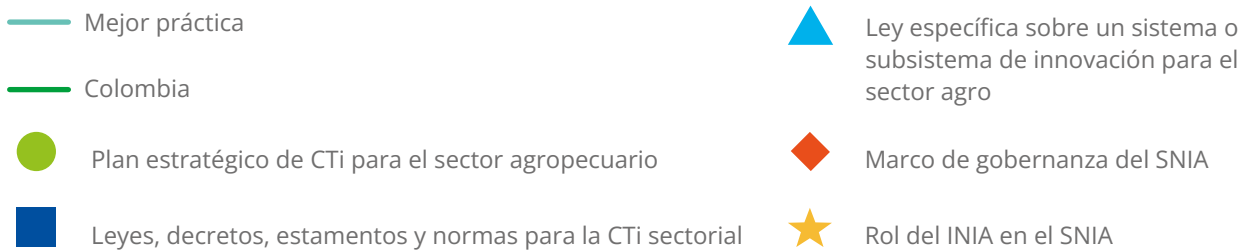
El Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícola de Malasia (MARDI) busca su objetivo a través de la adopción de políticas, programas y estrategias que promueven la I+D para sectores específicos, que incluye investigación científica, técnica, económica y sociológica, así como la provisión de formación y de enlace con otras organizaciones —públicas y privadas, nacionales y extranjeras— que realicen investigación agrícola, entre otras. Dichas políticas, programas y estrategias se aplican mediante una estructura de gobernanza en cabeza del Ministerio de Agricultura e Industrias Alimentarias (MAFI), a fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos de política con relación a los temas de los cinco ejes políticos, por lo que involucra a todas las agencias y divisiones del MAFI, un comité asesor de política con equipos internos de MAFI, otros ministerios, agencias clave y participación del sector privado, y un comité de monitoreo de la política —que es interno de MAFI—.

En el caso de México, la calificación en sus cinco variables fue de 4,0, por lo que el conjunto de políticas orientadas a mejorar las condiciones relacionadas con el desarrollo rural que involucra lo agropecuario se destacaron como prácticas sobresalientes. Entre ellas está la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, que busca una acción integral del Estado —coordinación de Estados federales y sus municipios— y que define los roles, la coordinación de acciones, los sistemas y subsistemas, el seguimiento y evaluación, y los fondos de financiación, en el marco de la descentralización de los procesos para la gestión de conocimiento en redes, de forma que permita articular investigación, formación, extensión y productores. Lo anterior ocurre con la coordinación de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) —y sus oficinas de representación en las entidades federativas (OREF)— y con las directrices dadas en la Ley de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación —liderada por el CONAHCYT— y el Plan Nacional de Desarrollo, apalancados en los comités intersectoriales, el Consejo de Estado y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIAF), entre otros actores que, desde lo público y privado, buscan atender las demandas de la población rural.

Con base en lo anterior, se considera que la brecha de Colombia frente a la mejor práctica (Brasil) es baja. Las acciones de cierre se dirigen hacia un entorno favorable para la innovación, que incluye la existencia de un marco institucional apropiado, reglamentación, instrumentalización, definición clara de roles y reconocimiento de componentes intangibles —convenciones sociales, valores y creencias—, además del fortalecimiento de la operacionalización del Plan Estratégico frente a las dinámicas actuales, para la puesta en marcha de las políticas y leyes existentes de forma articulada, coordinada y descentralizada, de tal manera que sea posible mejorar el accionar de los componentes del SNIA —actores y organizaciones— en la generación, transferencia, divulgación y uso del conocimiento, además de los productos y servicios con valor agregado y que están mediados por los procesos de innovación. Para ello, se recomienda el trabajo coordinado entre actores del sector privado y público involucrados en la generación de conocimiento y oferta tecnológica, los que prestan servicios de extensión y asistencia técnica, y los que forman y fortalecen capacidades en todos los actores involucrados en la CTI agropecuaria, de forma que se consideren las limitaciones y desafíos del entorno global y local, sectorial y de CTI (Figura 14), que permita el cierre de brechas.

Frente al promedio de los entornos, la brecha es nula, ya que cuantitativamente las valoraciones de Colombia están entre las mayores. Sin embargo, se pueden inferir las acciones de sostenimiento requeridas para no volver a un estado previo.

Figura 14. Mejor práctica vs. Colombia – Entorno político-normativo



Fuente: Elaboración propia.



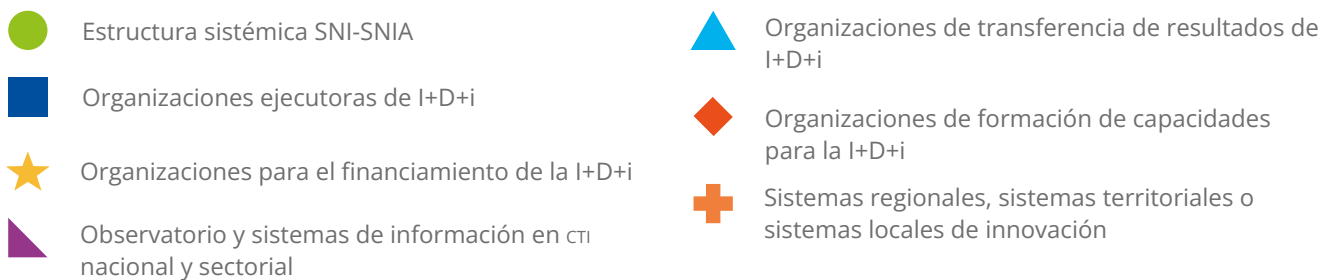
Entorno organizacional

En lo relacionado con el entorno organizacional, se presentan diferencias marcadas entre los entornos de comparación (Figura 15). Los países de menor desempeño en este contexto fueron Argentina y Ecuador; sin embargo, es importante resaltar que el sistema de Ecuador se está conformando desde hace poco tiempo, por lo que presenta una buena puntuación en comparación con su recorrido. Los países con las puntuaciones más altas son Brasil y Uruguay, pero en el caso de Brasil los puntajes son muy homogéneos.

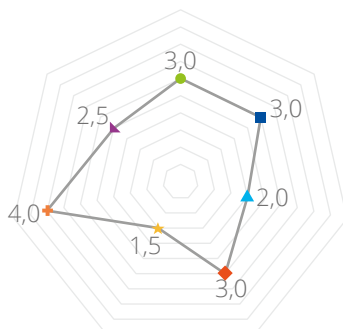
Comparativo por país

En este contexto, Brasil y Uruguay muestran altos desempeños, relacionados principalmente con la existencia de organizaciones ejecutoras de I+D+i, de transferencia de resultados de I+D+i, y de formación de capacidades para la I+D+i.

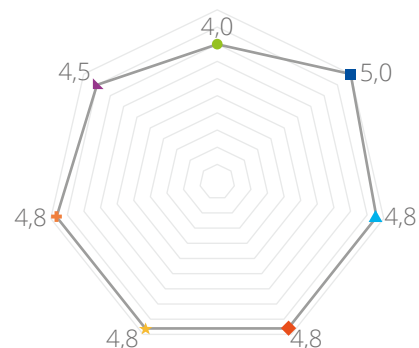
Figura 15. Comparativo entorno organizacional



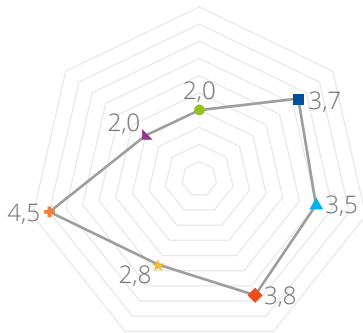
Argentina



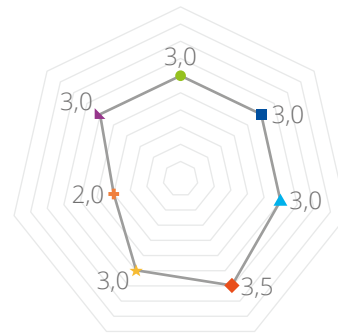
Brasil



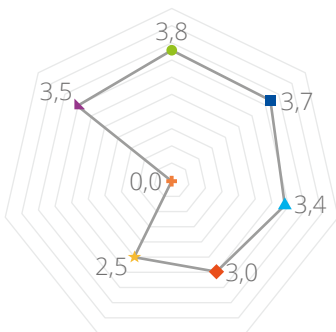
Chile



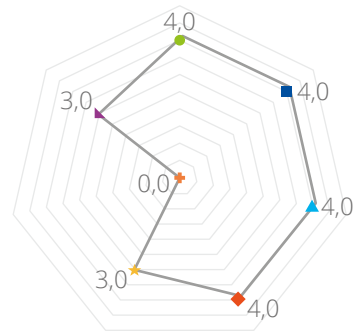
Ecuador



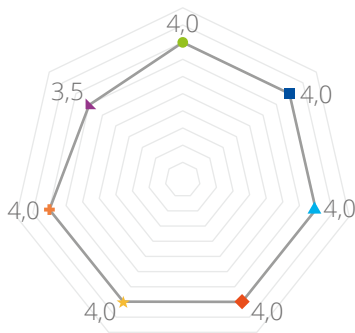
Etiopía



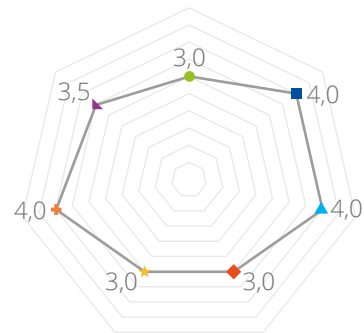
Malasia



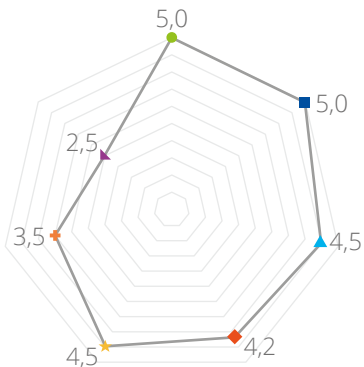
México



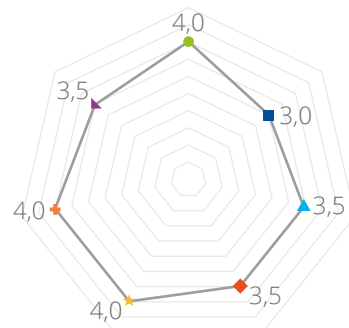
Perú



Uruguay



Colombia



Fuente: Elaboración propia.

También es importante resaltar que Brasil presenta el comportamiento más uniforme en todos los aspectos, lo que demuestra que las capacidades con las que se sustenta a nivel organizacional interactúan y ejercen fuerza en su desarrollo agropecuario.

En cuanto a la estructura sistémica SNI-SNIA, el país de mayor desempeño también es Brasil, que cuenta con estructuras y roles definidos para la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) a nivel país y a nivel sectorial. Esta estructura permite que se dé cumplimiento a los objetivos propuestos y las visiones holísticas del país en términos de CTI. Se destaca principalmente que Brasil cuenta con dinámicas establecidas propias del sistema, que se articulan para llevar a cabo la CTI y dar cumplimiento a la visión general de un sistema, aunque algunos de sus derivados no estén formalizados por ley.

Frente a la existencia de organizaciones ejecutoras de I+D+i se destacan casos como Brasil y Uruguay, que cuentan con una serie de entidades con dicho rol. En el caso de Brasil, se destaca que EMBRAPA es uno de los actores más reconocidos, que cuenta adicionalmente con las instituciones de educación superior (IES) del sistema brasileño de educación con facultades y escuelas propias y afines al sector, aunque existen otras entidades con dicha potencialidad. En Uruguay se destaca el rol de la academia —principalmente de la Universidad de la República— y del INIA, quienes comienzan a asumir el rol de líderes sectoriales de CTI.

En relación con las organizaciones de transferencia de resultados de I+D+i, Brasil presenta el mayor desempeño, pues cuenta con la existencia de entidades específicas para la prestación del servicio de asistencia técnica y extensión agropecuaria, que se encuentran reglamentadas por políticas del ámbito nacional y derivan su accionar hacia el ámbito territorial. Es importante resaltar que en Brasil existe una Agencia Nacional cuyo fin es mejorar el abordaje territorial de la extensión agropecuaria e incluir a agricultores asociados a los sistemas principales, además de generar estrategias vinculadas a la conectividad digital y a la visión prospectiva del servicio en el país.

Para los demás aspectos evaluados, Brasil continúa siendo el país de mayor evaluación, ya que presenta una serie de organizaciones para la formación de capacidades de I+D+i que se articulan con programas nacionales en el objetivo de mejorar la formación de los productores agropecuarios. Frente a temas de financiamiento de la I+D+i, cuenta con fondos para su desarrollo en contextos generales, con fondos sectoriales y con acciones transversales que apalancan recursos. Algunos de estos fondos se encuentran reglamentados por políticas nacionales y con asignaciones presupuestales a partir del recaudo de impuestos.

En lo relacionado con sistemas regionales, sistemas territoriales o sistemas locales de innovación, Brasil cuenta con los Organismos Estadales de Investigación Agropecuaria (OEPAS), que son los encargados de atender las demandas regionales y promover la articulación de la agroindustria local con la nacional; estos organismos tienen mecanismos de articulación y cooperación. EMBRAPA también cuenta con sedes descentralizadas que contribuyen a la articulación territorial, al igual que el Sistema de asistencia técnica y extensión rural (ATER).

En lo relacionado con la existencia de observatorios y sistemas de información en CTI nacional y sectorial, se menciona que, aunque Brasil no cuenta propiamente con un observatorio sectorial, sí cuenta con el Sistema de Inteligencia Estratégica de EMBRAPA —conocido como “AGROPENSA”—, que fue creado para ayudar a definir las estrategias de I+D+i de la empresa y las instituciones asociadas, luego de mapear, organizar, integrar y difundir bases de datos e información agrícola. Este sistema está articulado con una serie de observatorios y centros de inteligencia vinculados a la agroindustria, de los cuales seis son coordinados directamente por EMBRAPA.

Llama la atención la evidente brecha presente entre los países de América Latina (AL), principalmente en la forma en que se establece el entorno organizacional en países como Argentina, Chile, Colombia, Perú y Ecuador, donde los comportamientos son muy parecidos entre sí; no obstante, es necesario aclarar que Ecuador tiene un sistema en construcción que reconoce el sistema y que ha venido funcionando antes de la reforma constitucional, frente a casos como Argentina y Chile que, generalmente, son referentes en CTI.

Por último, es importante mencionar que casos como Etiopía y Malasia, que fueron seleccionados como referentes para identificación de mejores prácticas, presentan puntos distantes en el entorno organizacional, dadas las diferencias en las dinámicas nacionales. El caso de Etiopía presenta un muy bajo comportamiento frente a los demás países, mientras que Malasia se encuentra en el otro extremo, por cuanto su dinámica organizacional es de las mejores prácticas por la estructuración frente a un ecosistema de ciencia, tecnología, innovación y economía. Aunque Malasia cuenta con todas las condiciones evaluadas, su énfasis está en convertirse en un país altamente tecnológico, por lo que otorga al sector agropecuario la misma importancia que a los demás sectores productivos.

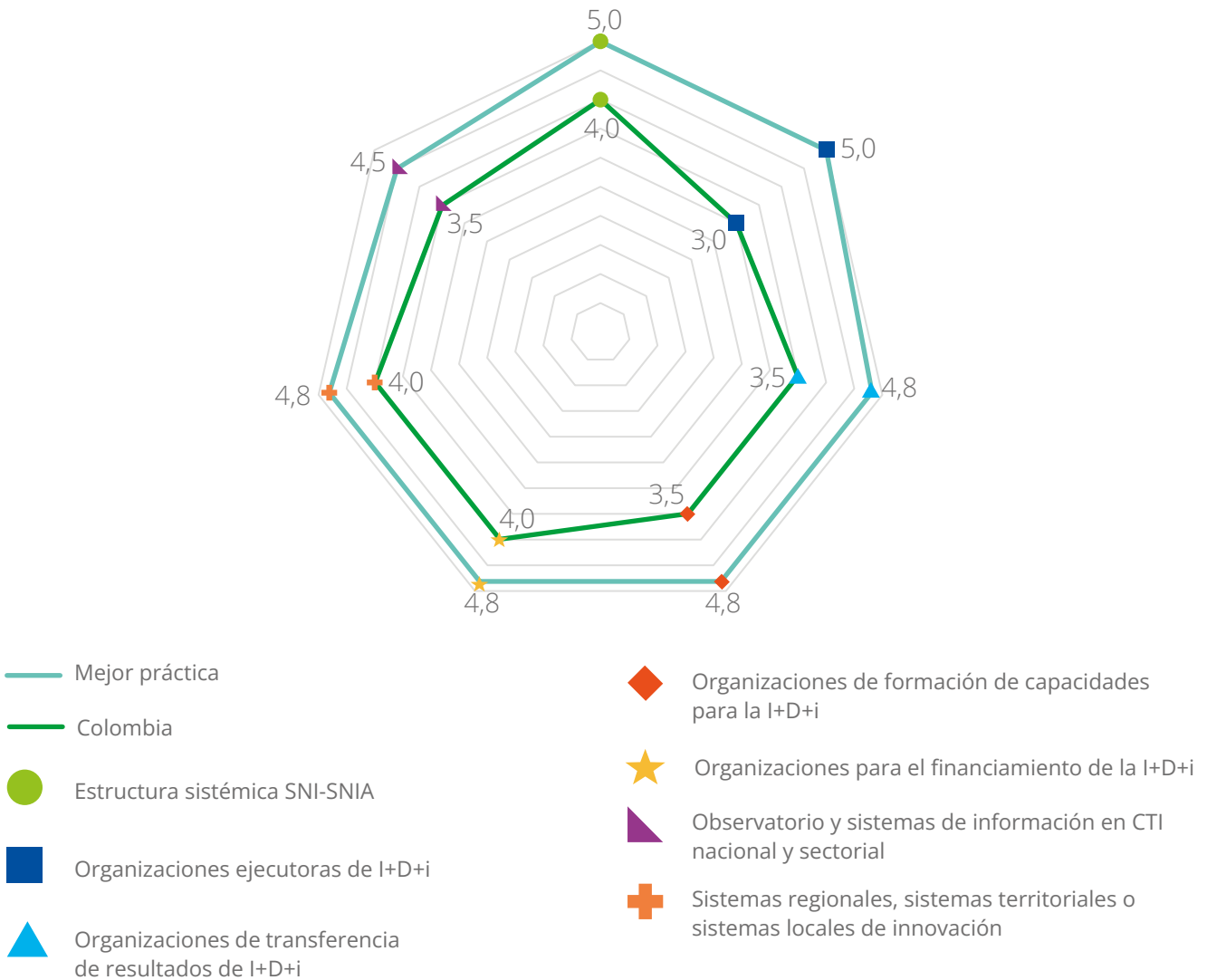


Fotografía: Ana María Jiménez.

Mejor práctica identificada

La Figura 16 permite identificar la diferencia entre Colombia y el país con la mejor práctica identificada, que corresponde a Brasil en todos los aspectos, excepto en la estructura del SNI, en el que la mejor práctica identificada se encuentra en Uruguay.

Figura 16. La mejor práctica vs. Colombia



Fuente: Elaboración propia.

En el contexto colombiano, el SNIa desempeña un papel integral al abordar el sector agropecuario desde su base hasta sistemas productivos complejos, dado que involucra activamente a todos los actores relevantes. Aunque se evidencia una estructura sólida, el desarrollo de sistemas regionales y clústeres productivos aún está en fase de consolidación, por lo que demanda un impulso adicional para alcanzar su pleno potencial y fomentar la diversificación y especialización de las regiones.

Las organizaciones ejecutoras de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en el Subsistema Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario en Colombia están definidas. Sin embargo, no se observa una articulación fuerte, por lo que se encuentra una oportunidad de mejora en el fortalecimiento del trabajo conjunto y la integración con la empresa privada y los gremios, con el objetivo de potenciar sinergias que impulsen la innovación en el sector agropecuario y fortalezcan la competitividad a nivel nacional e internacional.

El Subsistema Nacional de Extensión Agropecuaria en Colombia se destaca por tener organizaciones de transferencia de resultados de I+D+i claramente definidas y articuladas. Este reconocimiento de la extensión agropecuaria como pilar fundamental del SNIA subraya la importancia de alcanzar un equilibrio territorial y local para lograr sus objetivos. Es esencial fortalecer las conexiones a nivel local para maximizar el impacto de estas iniciativas en comunidades específicas.

En cuanto a la formación de capacidades para la I+D+i, el Subsistema Nacional de Formación y Capacitación para la Innovación Agropecuaria en Colombia presenta una estructura definida y poco articulada en el marco del accionar del SNIA. Aunque se identifican intereses del sector educativo, es imperativo fortalecer la colaboración con la empresa privada y realizar ajustes en los currículos para adaptarse a las demandas cambiantes del entorno innovador.

Se observa un compromiso financiero en las organizaciones de formación de capacidades para la I+D+i, con recursos asignados para financiar proyectos alineados con la CTI del país. No obstante, se resalta la necesidad de fortalecer alianzas internacionales, rediseñar currículos, mejorar la educación terciaria y facilitar la formación *in situ* para garantizar la sostenibilidad y relevancia de las capacidades desarrolladas.

En relación con los sistemas de información, se destaca la existencia de plataformas que consolidan los datos del CTI a nivel nacional y sectorial. A pesar de esto, se enfrentan desafíos en la vinculación de entidades en los procesos de actualización y carga de información. Fortalecer el rol de seguimiento y evaluación del SNIA, así como impulsar la participación de los actores del sector, son elementos cruciales para asegurar la efectividad y relevancia del sistema en la toma de decisiones y el avance continuo de la innovación agropecuaria en Colombia.

Es importante resaltar que para el caso colombiano es esencial considerar la implementación de capacidades descentralizadas de almacenamiento, análisis y recuperación de datos. Estas capacidades podrían interconectarse a través de sistemas expertos, de forma que faciliten la generación de informes a medida que abarquen sectores específicos, actores relevantes y variables clave. En lugar de buscar una centralización estricta, se debería enfocar en la consolidación y organización efectiva de la información, a fin de garantizar su disponibilidad para todos los actores del SNIA. Este enfoque, más dinámico y colaborativo, no solo promoverá una toma de decisiones más informada, sino que también mejorará la eficiencia en el acceso y uso de datos relevantes en el ámbito agropecuario.

En el ámbito de la extensión agropecuaria se observan acciones desde el nivel central, aunque la evidencia en los niveles territorial, regional y local señalan la necesidad de abordar y mejorar los procesos relacionados con la prestación del servicio de extensión agropecuaria, ya que su objetivo, además de

transferir los resultados de la I+D+i directamente al sector y a los productores, tiene que ver con fortalecer las capacidades de gestión del territorio. Para ello se requiere una mayor presencia institucional, que permita la inclusión de enfoques amplios y participativos.

Las entidades de financiamiento de la I+D+i y sus estrategias se destacan como elementos cruciales para el desarrollo del sector. A pesar de la presencia de diversas fuentes de financiamiento, persisten los desafíos para lograr una sostenibilidad real y una diversidad a lo largo del tiempo. La mayoría de los actuales mecanismos operan bajo condiciones que limitan la garantía de una asignación competitiva, diferenciada o directa de los recursos. Es esencial establecer mecanismos eficazmente vinculados con la demanda y oferta de actividades, productos y servicios relacionados con la I+D+i en el ámbito agropecuario. Además, se destaca la carencia de líneas de innovación específicas, especialmente para empresas de base tecnológica, *spin-off* o *ventures*. A nivel nacional, se identifica una oportunidad en las entidades de financiamiento para incentivar la inversión de productores y asociaciones en innovación y mejoras significativas. Esto podría lograrse mediante la introducción de líneas de crédito diferenciadas o mecanismos específicos de co-financiación, que promuevan la transformación productiva y fortalezcan la participación de los actores del sector en el proceso innovador.



Entorno económico

La relación entre la economía y el sector agropecuario es fundamental para el desarrollo integral de una nación y el bienestar de su población (Barrett & Just, 2022). El sector agropecuario no solo proporciona alimentos básicos para la población, sino que también impulsa la actividad económica a través de la generación de empleo, la inversión en infraestructura rural y la exportación de productos agrícolas (Raihan, 2023). Además, los cambios en los precios de los productos agrícolas pueden afectar la inflación y la estabilidad macroeconómica de un país. Por otro lado, las políticas económicas y comerciales pueden influir en la competitividad y la productividad del sector agropecuario, así como en su capacidad para adaptarse a los desafíos del cambio climático, el uso eficiente de recursos biológicos renovables y la sostenibilidad ambiental (Barrett & Just, 2022; Vargas-Carpintero *et al.*, 2023).

Comparativo por país

El análisis comparativo en el entorno económico incluyó variables como el PIB agropecuario, área de producción agropecuaria, balanza comercial agropecuaria, producción agrícola, gasto en I+D como proporción del PIB, índice global de competitividad, capacidad de innovación, índice mundial de innovación,

fuentes y mecanismos de financiamiento. La calificación más destacada la obtuvo Malasia (Tabla 1). Brasil, Colombia, Argentina y Uruguay completaron el top 5. En las siguientes posiciones se encontraron Chile, México y Ecuador. Las últimas posiciones las ocuparon Perú y Etiopía.

Tabla 1. Calificaciones de los países en el entorno económico

País	Argentina	Brasil	Chile	Ecuador	Etiopía	Malasia	México	Perú	Uruguay	Colombia
Valor*	3,3	3,5	2,9	3,0	2,1	3,8	3,0	2,3	3,3	3,4

* El valor proviene de la mediana de las calificaciones en las 10 variables del entorno económico.

Fuente: Elaboración propia.

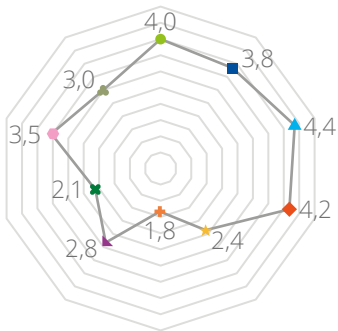
Malasia se destacó en diversas variables, como el PIB agropecuario, producción agrícola, competitividad, innovación y fuentes de financiamiento (Figura 17). Malasia supera a Brasil en todas las variables excepto en balanza comercial agropecuaria, producción agrícola, gasto en I+D como proporción del PIB y mecanismos de financiamiento. Así mismo, Malasia supera a Colombia en todas las variables, excepto en el área dedicada a producción agropecuaria y en mecanismos de financiamiento. Las menores calificaciones de Malasia están en la proporción de área dedicada a la producción agropecuaria (26,1 %), la balanza comercial agropecuaria (2.011 millones USD) y gasto en I+D como proporción del PIB (0,95 %). El éxito de Malasia puede atribuirse a políticas nacionales de desarrollo implementadas desde 1970, que transformaron su economía hacia la exportación de bienes semiprocesados y de alta tecnología³. Además, se han establecido políticas para fomentar la participación del sector privado en la modernización de la agricultura y para fortalecer la infraestructura rural, de forma que facilitan el acceso a mercados y tecnologías para los agricultores (Solaymani, 2018). Estas decisiones y transformaciones reflejan el compromiso de Malasia con un sector agropecuario más competitivo, sostenible y resiliente.

3. Consiste en el intercambio comercial que se hace por bienes o servicios con características similares que pertenecen a una misma industria.

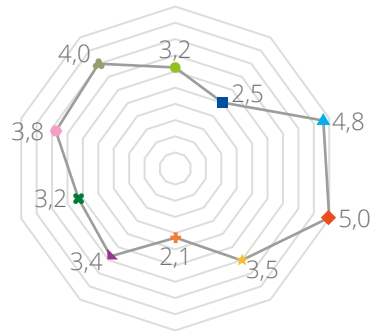
Figura 17. Comparativo del entorno económico



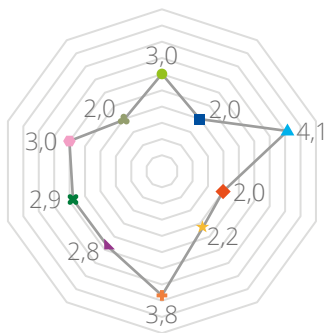
Argentina



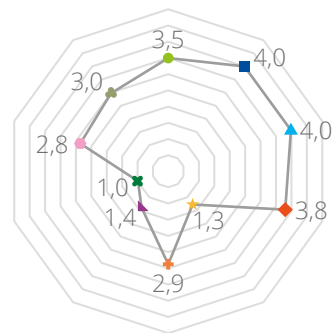
Brasil



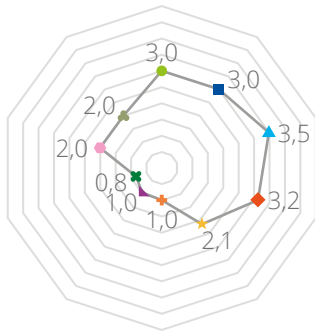
Chile



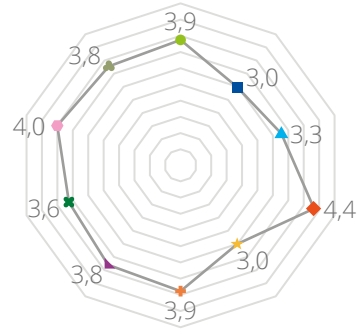
Ecuador



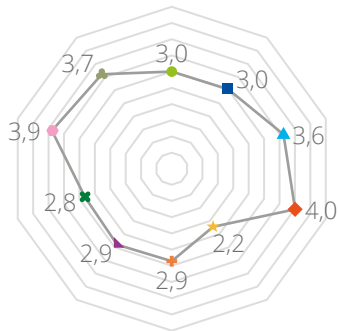
Etiopía



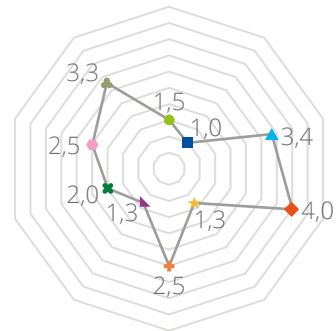
Malasia



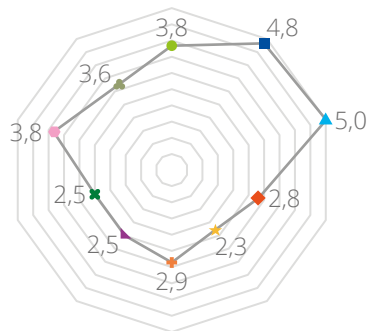
México



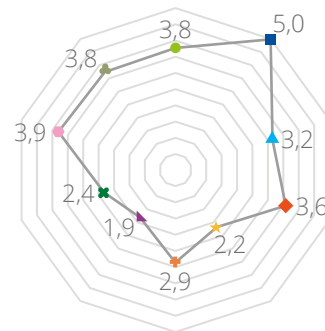
Perú



Uruguay



Colombia



Fuente: Elaboración propia.

Colombia se destacó en gran manera en la proporción del área dedicada para la producción agropecuaria, ya que su área abarca el 87,09 % del territorio (Figura 17); a este respecto, Uruguay fue el país que más se acercó a Colombia en su calificación (4,8), ya que registra un 80,4 % de área agrícola. Además, Colombia se destacó en el PIB agrícola, la balanza comercial agropecuaria y la producción agrícola, con valores de 8,3 %, 356 millones USD y 42,2 millones de toneladas. No obstante, Argentina y Malasia superaron a Colombia en el PIB agrícola, con 9,92 % y 8,9 %, respectivamente. A su vez, Uruguay y Brasil presentaron los mayores valores en la balanza comercial, con 161 mil millones USD y 141 mil millones USD, seguidos de Argentina y Chile, con 48 mil millones USD y 23 mil millones USD. Adicionalmente, la producción agrícola es liderada por Brasil (1.054 millones de toneladas), con una diferencia mayor al 85 % respecto a Malasia (114 millones de toneladas) y Argentina (76,8 millones de toneladas), que fueron países que resaltaron en su calificación.

El entorno económico de Colombia también mostró que el gasto en I+D como proporción del PIB (0,29 %) y la capacidad de innovación (puntaje de 77 en el pilar 12 de IGC) fueron los aspectos más débiles. La situación de Colombia en el gasto en I+D como proporción del PIB fue el aspecto con el valor más bajo de todos, y es similar a la de Etiopía, México, Uruguay y Chile. Por su parte, el panorama de Colombia en capacidad de innovación es más alto que en Etiopía, Ecuador y Perú. La ventaja comparativa de Colombia radica en su proporción de área agropecuaria en relación con su productividad, lo que le permite mantener un buen desempeño en su balanza comercial. De manera similar, Argentina cuenta con una alta dedicación de su área a la producción agropecuaria, pero su nivel de innovación no se destaca, a pesar de invertir más en I+D que Colombia. Esto sugiere que los procesos de investigación agropecuaria en Argentina son más efectivos en términos de uso de la tierra y aumento de rendimientos; sin embargo, a pesar de contar con organismos y dependencias que respaldan y financian la investigación, tanto Argentina como Colombia enfrentan desafíos similares, ya que dichos procesos de investigación no están debidamente articulados en las regiones.

Las variables que ubicaron a Brasil en la tercera posición fueron la balanza comercial agropecuaria, la producción agrícola y las fuentes y mecanismos de financiamiento, a pesar de que sus menores calificaciones fueron el índice global de competitividad y el área dedicada a producción agropecuaria; esto indica que en Brasil hay un uso eficiente del suelo dedicado a actividades agropecuarias. En este contexto, Chile exhibe una tendencia similar. México se destaca por las variables de balanza comercial agropecuaria, producción agrícola, y fuentes y mecanismos de financiamiento, pero a su vez requiere fortalecer el gasto en I+D como proporción del PIB. Perú mostró bajo desempeño en comparación con los demás países al respecto del PIB agropecuario, el área dedicada a producción agropecuaria y el gasto en I+D como proporción del PIB, mientras que Etiopía lo presentó en los índices de competitividad e innovación.

Mejor práctica identificada

En el entorno económico, la producción agrícola, la balanza comercial agropecuaria y las fuentes de financiamiento fueron las variables más destacadas, con calificaciones entre 3,7 a 3,9; esto indica un desempeño alto, de acuerdo con la escala de valoración (Tabla 2).

Tabla 2. Calificaciones de las variables entre los países en el entorno económico

Variables	Valor general*
PIB agropecuario	3,4
Área de producción agropecuaria	3,0
Balanza comercial agropecuaria	3,8
Producción agrícola	3,9
Gasto en I+D como proporción del PIB	2,2
Índice Global de Competitividad	2,9
Capacidad de innovación	2,7
Índice Mundial de Innovación	2,5
Fuentes de financiamiento	3,7
Mecanismos de financiamiento	3,5

* El valor general proviene de la mediana de las calificaciones de todos los países en cada variable del entorno económico.

Fuente: Elaboración propia.

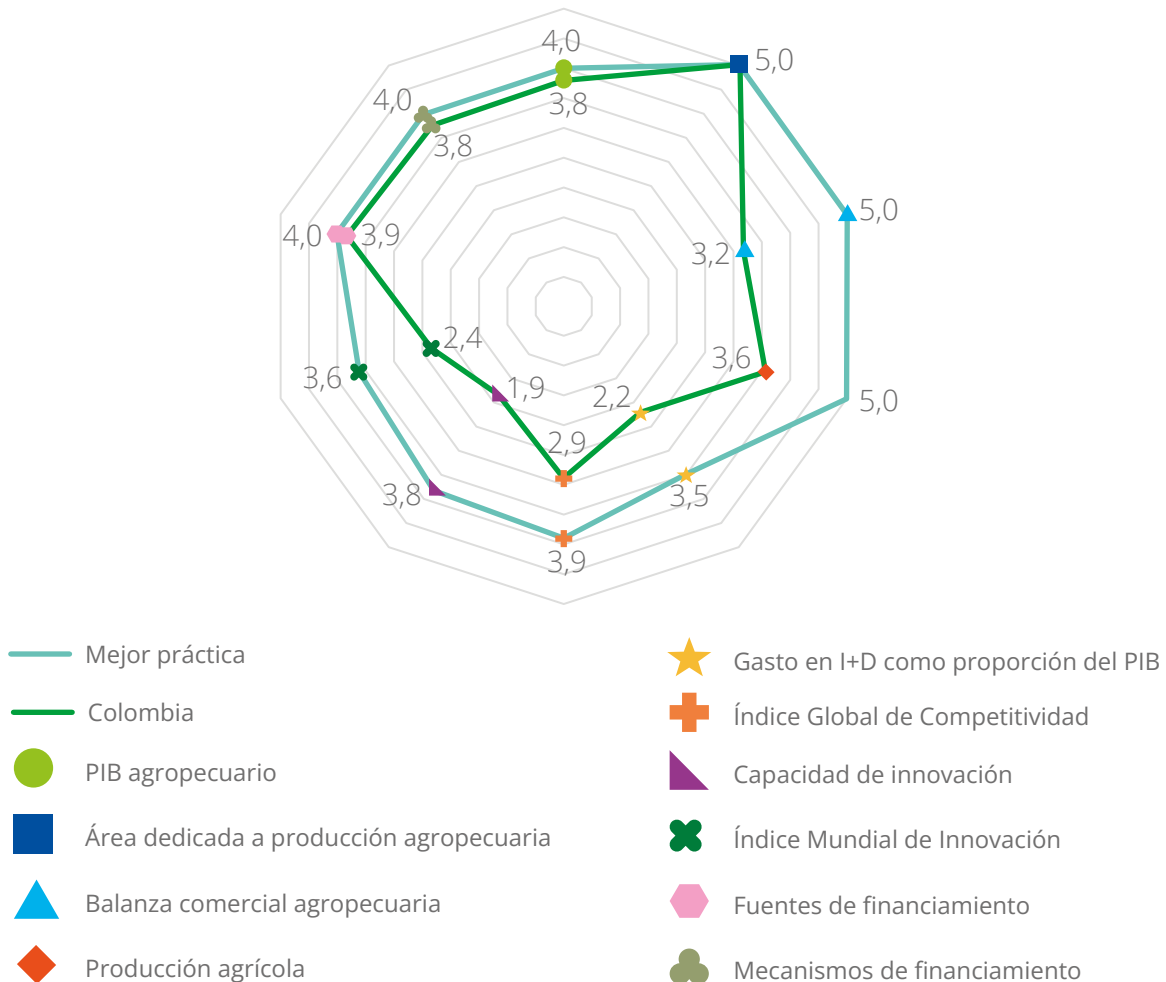
Con base en las calificaciones por países, las prácticas en Malasia pueden ser consideradas como las mejores prácticas. En Malasia se ha aumentado la inversión en I+D con respecto al PIB, se han impulsado capacidades para involucrar a los actores en procesos estratégicos desde los territorios y se han fortalecido los potenciales de la innovación, la gestión y la apropiación del conocimiento, con formación del talento humano y con una perspectiva intersectorial e interinstitucional. Además, Malasia ha mejorado las capacidades para movilizar recursos y hacer un uso óptimo bajo una mirada sistémica, pues cuenta con 42 incentivos financieros, de los cuales hay 13 fondos industriales y de comercialización que han permitido la comercialización de la I+D local —desarrollada por universidades e instituciones de investigación local o el sector privado—. Estos fondos son suministrados por entidades públicas y privadas —la participación privada representa un factor diferencial a favor de Malasia frente a los demás países—.

Desde la perspectiva de calificación por variable, las prácticas de Colombia, Brasil, Argentina y Uruguay también pueden ser tomadas como referencia. En Brasil, se ha promovido una fuerte integración sectorial, que considera e impulsa a la agroindustria —no restringida solo a los grandes establecimientos rurales— y a

los pequeños productores. El enfoque en pequeños productores o en la agricultura familiar —que Brasil no busca descuidar— ha permitido que se identifique la necesidad de ampliar la cobertura de cadenas productivas agrícolas para el otorgamiento de créditos y otros mecanismos de financiación. Además, el desempeño de la competitividad de Brasil se relaciona en gran medida con el fortalecimiento continuo de su capacidad de innovación. El país ha adoptado tecnologías agrícolas avanzadas —como la agricultura de precisión y la biotecnología— para aumentar la productividad y eficiencia en la producción de cultivos y ganado. La financiación para expandir la adopción de prácticas sostenibles —como la agricultura de baja emisión de carbono— también ha sido parte integral de las iniciativas para equilibrar la productividad con la conservación ambiental. Esto ha generado que la balanza comercial brasilera sea superavitaria y que se refleje que el compromiso de Brasil con el desarrollo agrícola combina la eficiencia productiva con la responsabilidad ambiental y social (Zilli *et al.*, 2020).

En contraste, el desempeño de Colombia mostró que se destaca en menos de la mitad de las variables, como puede observarse en la Figura 18.

Figura 18. Mejor práctica vs. Colombia - Entorno económico



Fuente: Elaboración propia.

Las acciones y prácticas realizadas en el país en torno al área dedicada a producción agropecuaria, fuentes y mecanismos de financiación y PIB agropecuario pueden ser tomadas como referencia para los demás países, pues las calificaciones de estas variables fueron las mejores o estuvieron muy cerca de serlo. El lanzamiento, ejecución y financiación del Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector Agropecuario (PECTIA) en Colombia es determinante en estas variables, pues con este se promueve la adopción de un marco de financiamiento coordinado e informado, tanto para el aprovechamiento eficiente de los recursos como para el funcionamiento de los subsistemas del SNIA. Aquí se destaca la creación y reglamentación del Fondo Nacional para el Servicio de Extensión Agropecuaria (FNEA), los instrumentos financieros creados en el marco del Sistema Nacional de Crédito Agropecuario y los recursos propios de los entes territoriales.

Argentina ha implementado diversas decisiones y transformaciones para potenciar su sector agropecuario en las últimas décadas, lo que se observa en que tiene el 9,92 % de participación de la inversión del sector en el PIB, lo que lo ubica como el país con el mayor valor de los países analizados. En los últimos 10 años, el PIB agropecuario en Argentina ha crecido más del 11 %, como resultado de acciones como la adopción de tecnologías modernas en la agricultura —especialmente concentrada en sus principales cultivos, como la soja, el maíz, el trigo, el girasol, la cebada, y el sorgo—. Además, Argentina también ha buscado diversificar su base productiva, por lo que ha incorporado actividades como la ganadería intensiva y la producción de alimentos de mayor valor agregado, para que empiecen a sumar en su economía (Marin & van Zwanenberg, 2023).

Uruguay ha implementado políticas orientadas a mejorar la competitividad y la sostenibilidad del sector, y a fomentar la inversión en tecnología e innovación agrícola, con el propósito de maximizar el uso del abundante suelo cultivable con que cuenta, como también de aumentar dicha área. Se ha avanzado en la diversificación de la producción, con un énfasis particular en la producción de carne de alta calidad y productos lácteos. Uruguay ha buscado ampliar su acceso a mercados internacionales y ha fortalecido sus lazos comerciales con socios estratégicos, debido a que algunas políticas gubernamentales —como la ausencia de limitaciones o restricciones a la exportación de bienes agroindustriales y la mejora salarial de empleos del sector— han favorecido marcadamente a este país (Mordor Intelligence, s.f.).



Fotografía: Ana María Jiménez.



Entorno científico-tecnológico

Dentro de los entornos definidos se encuentra el científico tecnológico, ya que constituye un pilar importante para el desarrollo de la innovación agrícola, así como el desarrollo social, económico y cultural de un país. Dentro de este, el factor humano es representado por investigadores o científicos que aportan a la disciplina o generadores de actividades científicas afines, y el factor cognitivo incluye los procesos necesarios para transferir los conocimientos teóricos o divulgaciones científicas —ya sean metodológicos, prácticos u otros—, los cuales se manifiestan a través de medios formales, tales como publicaciones científicas, revistas, manuales, creación de nuevas patentes, variedades vegetales registradas, entre otros. Estos productos son aporte a la ciencia y tecnología, y su impacto completa el cuadro de la realidad frente a las necesidades de la sociedad.

Comparativo por país

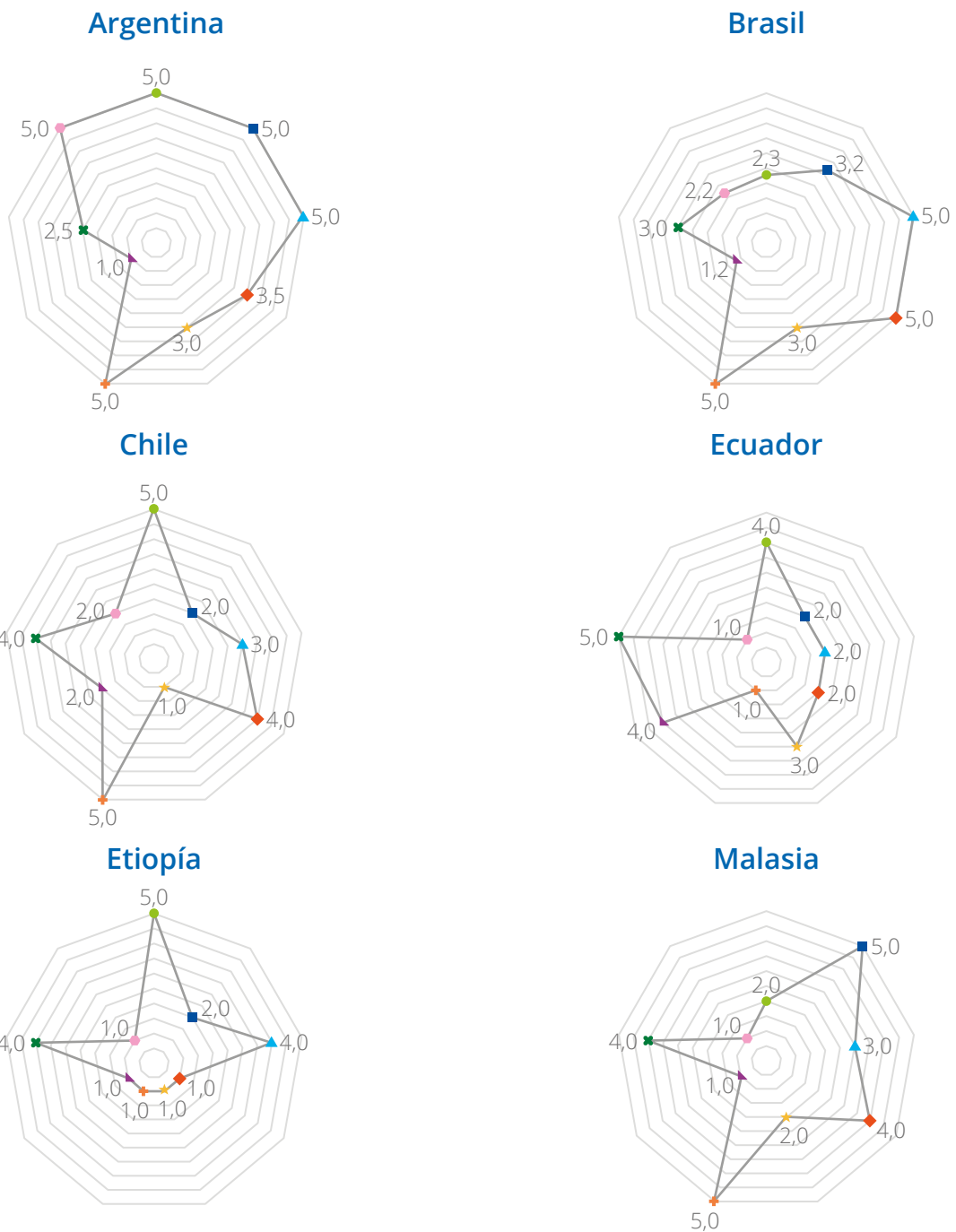
El entorno científico tecnológico de los sistemas nacionales de innovación agropecuaria para los 10 países seleccionados, se revisó desde las siguientes variables: i) la proporción de investigadores por disciplina científica; ii) investigadores del sector en equivalencia a jornada o a tiempo completo (EJC/ ETC) por cada 100.000 productores; iii) investigadores EJC/ETC en ciencias agrícolas; iv) investigadores EJC en ciencias agrícolas con doctorado; v) publicaciones en Scopus en ciencias agrícolas; vi) patentes otorgadas en ciencias agrícolas; vii) publicaciones en Scopus en ciencias agrícolas por cada investigador EJC; viii) investigadores EJC en ciencias agrícolas con maestría; y ix) variedades vegetales registradas.

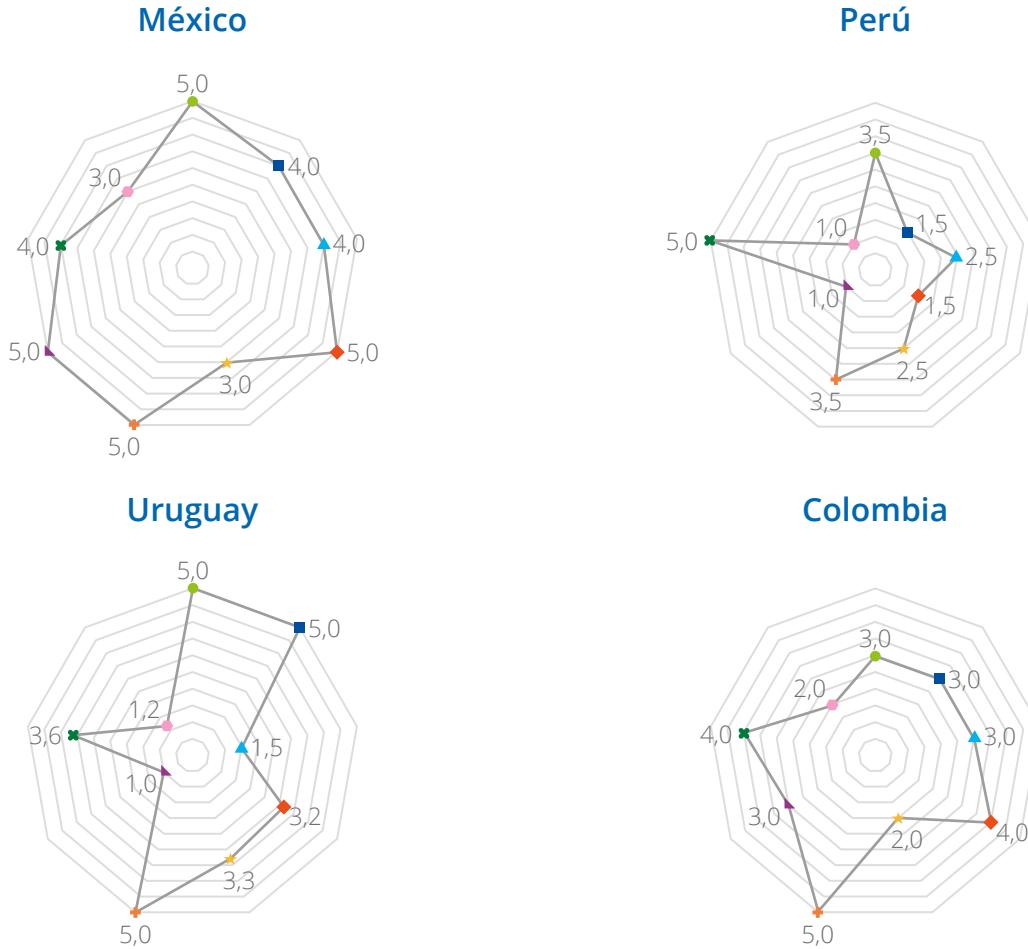
El valor general del entorno científico tecnológico para todos los países evaluados fue de 3,0 puntos, y de las nueve variables revisadas la relacionada con patentes otorgadas en ciencias agrícolas fue la mejor calificada (con 5,0 puntos), seguida de la proporción de investigadores por disciplina científica (con 4,5 puntos), que presentó una tendencia similar.

Frente las patentes otorgadas, siete de los diez países que forman parte del estudio cuentan con registro de patentes —instrumentos de propiedad intelectual— para las ciencias agrícolas —Argentina, Brasil, Chile, Malasia, México, Uruguay, Colombia—, por lo que cada uno de ellos obtiene la máxima puntuación (5,0). En contraposición, los países con puntuación más débil fueron Perú (3,5), Etiopía (1,0) y Ecuador (1,0), como se registra en la Figura 19.

Figura 19. Comparativo entorno científico-tecnológico

- Proporción de investigadores por disciplina científica
- ◆ Investigadores EJC en ciencias agrícolas con doctorado
- Investigadores del sector EJC/ETC por cada 100.000 productores
- ★ Publicaciones en Scopus ciencias agrícolas
- ▲ Investigadores EJC/ETC ciencias agrícolas
- + Patentes otorgadas ciencias agrícolas
- ▼ Publicaciones en Scopus en ciencias agrícolas por cada investigador EJC
- ✕ Investigadores EJC en ciencias agrícolas con maestría
- ⬠ Variedades vegetales registradas





Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, y con referencia a la variable de proporción de investigadores por disciplina científica, cinco de los diez países cuentan con el mayor número de investigadores en la disciplina científica de ciencias agrícolas —Argentina, Chile, Etiopía, México, Uruguay, con su máxima puntuación cada uno (5,0)—, mientras que los países con menor puntuación fueron Ecuador (4,0), Perú (3,5), Colombia (3,0), Brasil (2,3) y Malasia (2,0). La siguiente variable con una puntuación similar es investigadores EJC en ciencias agrícolas con maestría, para la cual se tiene que los países con mayor puntuación fueron Ecuador y Perú (5,0), seguidos de Colombia, México, Malasia, Etiopía y Chile (4,0 cada uno), y por Uruguay (3,6), Brasil (3,0) y Argentina (2,5).

En menor rango de puntuación de las variables en los países seleccionados con un rango de puntuación de 3,0 a 2,0 —de mayor a menor— son los investigadores EJC en ciencias agrícolas con doctorado —los países con mejor puntuación (5,0) fueron México y Brasil—, los investigadores del sector EJC/ETC por cada 100.000 productores —los países con mejor puntuación (5,0) fueron Uruguay, Malasia y Argentina—, los investigadores EJC/ETC ciencias agrícolas —los países con mejor puntuación (5,0) fueron Argentina y Brasil—, y las publicaciones en Scopus en ciencias agrícolas —la máxima puntuación (3,0) fue para Ecuador, México, Brasil y Argentina—. Los datos más bajos en las variables con la calificación con rango (1,0) son las variedades vegetales registradas y las publicaciones en Scopus en ciencias agrícolas por cada investigador EJC.

Para concluir, en este entorno se observa que de acuerdo con la calificación más alta de la mediana (con un puntaje de 5,0), el país con la mejor práctica es Argentina, seguido de México (con un puntaje de 4,0). Cabe resaltar que México tiene el número promedio más alto de los resultados de la calificación en el estudio para las nueve variables —el cual está por encima de 4,0—, pero para este estudio se mantienen los resultados finales que arrojó la mediana.

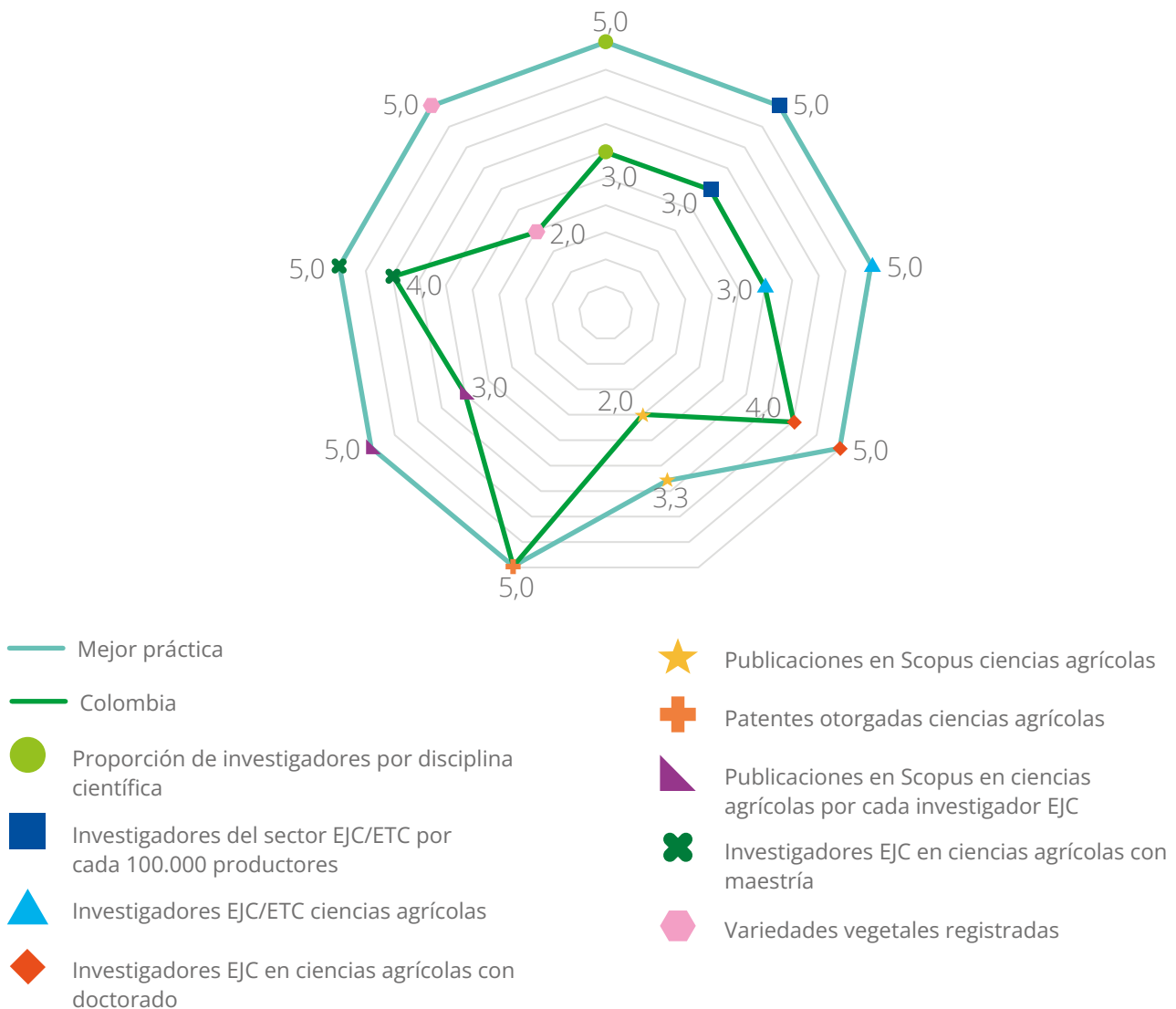
Adicionalmente, una ventaja competitiva identificada para Argentina como el país con la mejor práctica está relacionada con las variedades vegetales registradas, por cuanto su comportamiento es muy superior con respecto a los demás. El nivel de producción agrícola, área dedicada a cultivo y producción ganadera de Argentina han permitido jalonar capacidades, para lo cual las universidades y el INTA —con el apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)— han establecido convenios que permiten fortalecer y financiar procesos de capacitación, extensión y vinculación tecnológica.

En Etiopía ocurre el caso contrario, ya que su desempeño es el más bajo —o muy bajo— con respecto a las nueve variables analizadas; sus mayores desventajas se presentan con respecto a investigadores EJC en ciencias agrícolas con doctorado, publicaciones en Scopus en ciencias agrícolas y por cada investigador EJC, patentes otorgadas en ciencias agrícolas, y variedades vegetales registradas —para la cual no se encuentran registros reportados—. Su calificación más sobresaliente refiere a la variable de proporción de investigadores por disciplina científica, en la que el país presenta una de las mayores puntuaciones.

Mejor práctica identificada

La mejor práctica identificada está dada por las puntuaciones más altas de los países comparados. Como se observa en la Figura 20, las nueve variables alcanzan un nivel de desempeño muy alto (5,0), con excepción de una. Esto evidencia oportunidades en el sector agropecuario para la ciencia y tecnología, así como la existencia de un aumento de capacidades humanas de la disciplina en los diez países del estudio. Además, se evidencia que hay un número creciente de investigadores con doctorado y maestría —además del nivel científico—, un gran número de patentes otorgadas en ciencias agrícolas y de variedades vegetales registradas. La única variable que tiene un puntaje menor fue la de publicaciones en Scopus en ciencias agrícolas —especialmente en materia de producción científica— que, en general, muestra bajos resultados de porcentajes de publicación para todos los países.

Figura 20. Mejor práctica vs. Colombia – Entorno científico-tecnológico



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, si se compara a Colombia con esta mejor práctica, se identifica que la principal brecha está en las publicaciones en Scopus en ciencias agrícolas, además de que existen desafíos importantes en cuanto al número de investigadores EJC/ETC para ciencias agrícolas; esto hace evidente la importancia de seguir fortaleciendo las capacidades de recurso humano que se destinan a la ciencia, tecnología e innovación del sector agropecuario. De igual forma, aunque la diferencia es menor, Colombia debe avanzar en materia de producción científica para el sector, mejorar la productividad y aumentar las publicaciones de los investigadores para lograr posicionarse como referente frente a los otros países analizados en el presente estudio.

Además, es válido mencionar que Colombia solamente alcanza en un aspecto —patentes otorgadas, con un desempeño alto (5,0)— un nivel que se encuentra a la par con la mejor práctica identificada.

Por último, se considera destacar que fuentes confiables como los datos e indicadores encontrados en la página ASTI⁴ —usados para este entorno— tienen los datos comparativos de los países desactualizados, pues sus últimos datos son de aproximadamente 7 años atrás. Por ello, se evidencia una brecha importante a nivel de la disponibilidad de datos recientes para las mejores prácticas comparativas con Colombia en relación con los nueve datos cuantitativos científicos y tecnológicos mencionados anteriormente.

4. ASTI: El Programa de Indicadores de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (ASTI) es una fuente de datos confiables y de libre acceso sobre sistemas de investigación agropecuaria de países en desarrollo. Funcionó bajo el liderazgo del Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI, por sus iniciales en inglés) y parte del Programa de Investigación del CGIAR sobre políticas, instituciones y mercados (PIM). En 2024 ASTI anunció que su programa realizará la transición a la FAO.



Entorno de seguimiento y evaluación

De los 10 países analizados, tan solo cuatro tienen establecido un sistema de seguimiento y evaluación exclusivo para el sector agropecuario; los demás dependen del seguimiento que se realiza desde el sistema nacional de innovación general, que cubre a todos los sectores de la economía del país. En estos últimos casos, fue difícil estimar si dentro del alcance de este seguimiento general está suficientemente cubierto el sector agropecuario y rural, tanto en la pertinencia y precisión de los indicadores generales establecidos, como en la frecuencia con que se realizan análisis desagregados y recomendaciones exclusivas para el sector.

Dicha situación hizo que, *a priori*, aquellos países que no cuentan con un sistema de seguimiento y evaluación exclusivo para el sector agropecuario no alcancen las más altas calificaciones. De hecho, Brasil y México, países con sistemas de innovación agropecuaria sólidamente establecidos, fueron los únicos que obtuvieron una calificación agregada de su entorno de seguimiento y evaluación por encima de 4.0. Por otra parte, carecer de un sistema de innovación agropecuaria formalmente establecido a través de una norma no es impedimento para que el sector agropecuario y rural de un país no pueda adelantar acciones funcionalmente eficaces de seguimiento y evaluación en aspectos de CTI. Tales pueden ser los casos de Uruguay —donde la institucionalidad del sector privado tiene un rol muy importante dentro de los desarrollos e innovaciones del sector agrícola ganadero y pesquero, que es una condición que se da sin estar normada, ya que se realiza principalmente a través de alianzas o convenios—, o Ecuador —cuyo sector público ha desarrollado sólidos instrumentos de seguimiento a la CTI agropecuaria sin necesidad de expedir un marco normativo sobre este asunto—.

En este orden de ideas, para la calificación del entorno de seguimiento y evaluación de los sistemas de CTI agropecuaria se buscó si en la normativa vigente están definidos el sistema de seguimiento y evaluación y sus indicadores, si existe una institucionalidad para realizar esta tarea —un observatorio sectorial, por ejemplo—, si se publican estadísticas y a partir de estas se generan informes periódicos, y si se realizan, más allá del simple monitoreo de variables de interés, evaluaciones de resultados e impactos —dentro de las que se da especial valor a aquellas realizadas por terceros—. En los casos en los que se tuvo acceso a la información más detallada, se consultaron los informes anuales de las entidades responsables de la ejecución de actividades de CTI sectoriales en los que, por lo general, se encuentran indicadores de gestión institucional. No obstante, el poco acceso que se tuvo a la información generada del sector privado —principalmente gremios— y la cooperación internacional se considera una debilidad de este trabajo.

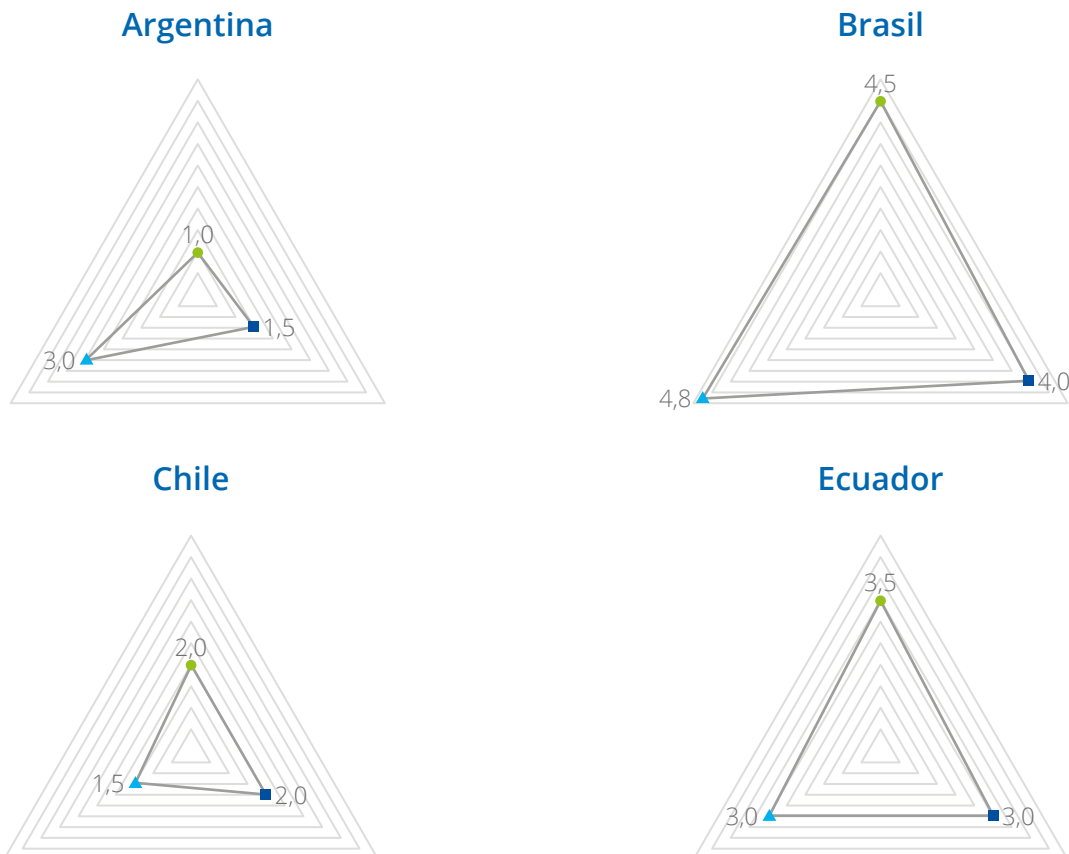
También, es importante recalcar que el análisis solamente logró desagregar entre el seguimiento que se hace a las actividades de investigación de las que se hace a los servicios de asistencia técnica y extensión agropecuaria (ATER) en el caso de aquellos países para los cuales la información consultada fue lo suficientemente detallada. Esta diferenciación es muy importante ya que, por lo general, la institucionalidad, normativa, financiamiento y gobernanza de estos dos aspectos suele tener cierto grado de independencia, problemas de coordinación y desbalance.

Comparativo por país

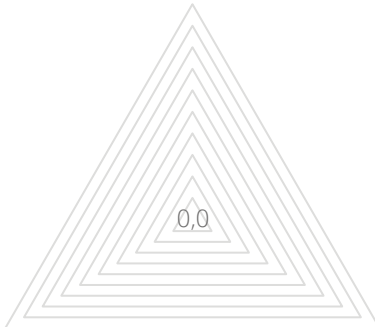
Como ya se mencionó, los países mejor calificados fueron: Brasil (4,5) y México (4,0), mientras que el peor fue Etiopía (0,0), dado que no se encontró información que evidencie un trabajo de seguimiento y evaluación sobre sus actividades de CTI —lo que, por supuesto, no implica que estas no existan—. Estos resultados son presentados en la Figura 21.

Figura 21. Comparativo por país – Entorno de seguimiento y evaluación

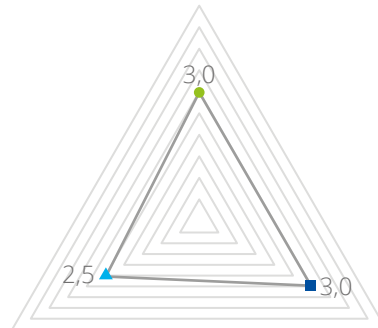
● Sistema de seguimiento y evaluación al SNIA ■ Mecanismos o instrumentos para el seguimiento y la evaluación del SNIA ▲ Generación de indicadores



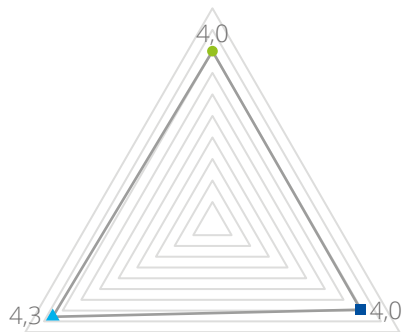
Etiopía



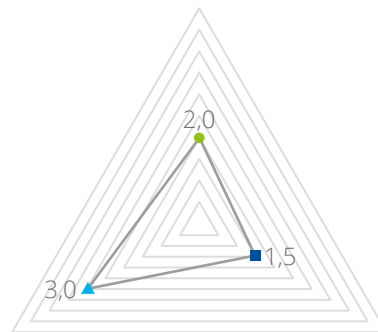
Malasia



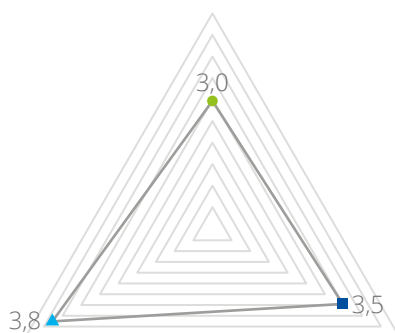
México



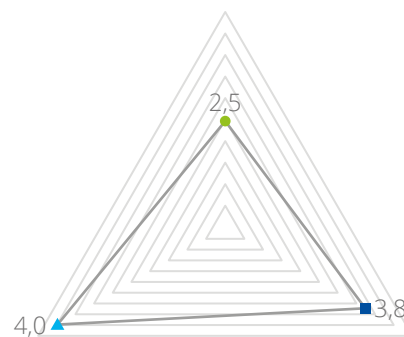
Perú



Uruguay



Colombia



Fuente: Elaboración propia.

Las medianas de la calificación de las tres variables en las que se desglosa este entorno de seguimiento y evaluación fueron bajas para el conjunto de países analizados: 2,8 para la variable relativa a la existencia de un sistema de seguimiento y evaluación de innovación agropecuario, 3,0 para la relacionada con la existencia de herramientas e instrumentos que permitan el seguimiento y evaluación, y 3,0 para la que se refiere a la definición de una batería de indicadores de innovación agropecuaria.

Con pocas excepciones, los sistemas de seguimiento y evaluación para la ciencia, la tecnología y la innovación agropecuaria de los países analizados son incipientes, están mal definidos y cuentan con recursos exiguos. Esta es una voz de alarma para la región, ya que sin procesos de seguimiento y evaluación robustos y funcionales el mejoramiento continuo de las políticas públicas y la toma informada de decisiones es precaria.

Mejor práctica identificada

Puede considerarse que Brasil fue el país con el sistema de innovación agropecuaria de las mejores prácticas dentro del entorno de seguimiento y evaluación a su sistema nacional de innovación agropecuaria, con una calificación global de 4,5, además de que obtuvo las máximas calificaciones en cada una de las tres variables definidas para este componente, según se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3. Puntuación de Brasil, el país con las mejores prácticas en seguimiento y evaluación

Variables	Brasil
5.1 Sistema de seguimiento y evaluación al SNIA	4,5
5.2 Mecanismos o instrumentos para el seguimiento y la evaluación del SNIA	4,0
5.3 Generación de indicadores	4,8
Mediana	4,5

Fuente: Elaboración propia.

Las fortalezas de Brasil para las actividades de seguimiento y evaluación se pueden resumir en la robustez que tiene la Empresa brasilera de investigación agropecuaria (EMBRAPA) —la principal entidad nacional en materia de investigación agropecuaria—, que cuenta con una sólida batería de indicadores a los que hace seguimiento regularmente, y que además tiene incorporada en su quehacer institucional una metodología de evaluación de impacto de su oferta tecnológica. Todo este trabajo es publicado en informes que la entidad realiza periódicamente. El trabajo de EMBRAPA es complementado con los indicadores que maneja la Agencia Nacional de Asistencia Técnica y Extensión Rural ANATER para el seguimiento de las actividades de extensionismo agropecuario, aunque se reconoce que dicho seguimiento no está al mismo nivel que el desarrollado por EMBRAPA.

No es menos importante que este país cuenta con dos ministerios exclusivos para el sector rural y una institucionalidad pública y rural significativa a nivel de sus Estados, tanto para los componentes de investigación como para la prestación de los servicios ATER.

Las mayores debilidades del sistema de seguimiento y evaluación para la innovación agropecuaria en Brasil están en la ya mencionada asimetría entre el componente de seguimiento a las actividades de investigación y aquel que se hace a las actividades ATER, y en la ausencia de un observatorio sectorial que se constituya como un tercero idóneo e independiente para monitorear y evaluar imparcialmente el desempeño del sistema nacional de innovación agropecuaria —el cual involucra al ámbito de investigación científica y tecnológica, así como al de asistencia técnica y extensión rural—.

Paradójicamente, también se puede señalar que la fortaleza constituida por la concentración de recursos y la robustez técnica de EMBRAPA puede jugar en contra de la funcionalidad del sistema de CTI, ya que es usual que esta entidad desarrolle de forma totalmente autónoma muchas de las actividades que deberían ser ejecutadas a través de la integración y coordinación con los demás actores del sistema.

Mediante la utilización del entorno de seguimiento y evaluación al sistema nacional de innovación agropecuaria brasileño como hito, se puede señalar que la deficiencia relevante de Colombia en este sentido está relacionada con la ausencia de un sistema para el monitoreo, seguimiento y evaluación de su SNIA —variable 5.1, calificada con 4,5 para Brasil y con 2,5 para Colombia—, como puede observarse en la Tabla 4 y la Figura 22.

Tabla 4. Diferencia entre Colombia y el país de las mejores prácticas – Entorno de seguimiento y evaluación

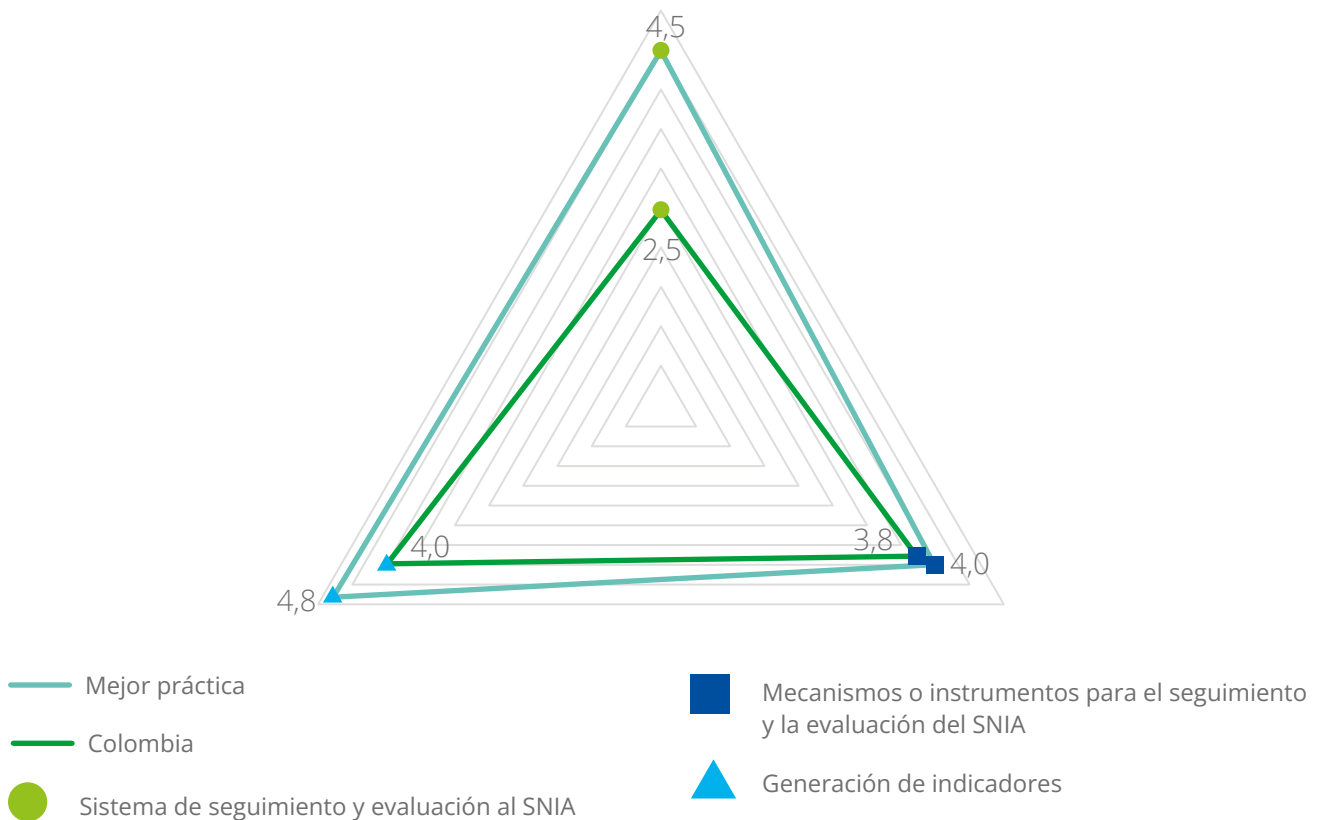
Variables	Brasil	Colombia	Diferencia
5.1 Sistema de seguimiento y evaluación al SNIA	4,5	2,5	2,0
5.2 Mecanismos o instrumentos para el seguimiento y la evaluación del SNIA	4,0	3,5	0,5
5.3 Generación de indicadores	4,8	4,0	0,8
Mediana	4,5	3,5	1,0

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, Colombia aún no cuenta con un sistema establecido para el seguimiento del SNIA, aunque se destaca que existen algunas aproximaciones en las que se plantea un acercamiento conceptual a lo que sería un mecanismo de seguimiento y evaluación de la innovación agrícola en Colombia. Es imperativo para el país darle prioridad y continuidad a esta iniciativa en el corto plazo.

Figura 22. Comparación entre Colombia y el país de las mejores prácticas – Entorno de seguimiento y evaluación

Fuente: Elaboración propia.



En relación con las otras dos variables calificadas —5,2 y 5,3—, las diferencias entre Colombia y Brasil son inferiores a un punto, por lo que es necesario un trabajo de revisión, ajuste, actualización o adopción de medidas correctivas en el SNIA colombiano. Dentro de los aspectos a mejorar se señalan el mejoramiento de la batería de indicadores de CTI sectorial existente, pues se requiere, entre otros, fortalecer la información sobre servicios ATER y datos regionales, así como desarrollar estudios periódicos de evaluación de impacto de la oferta tecnológica nacional sobre los productores agropecuarios.



Fotografía: Ana María Jiménez.

CAPÍTULO

04

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Fotografía: Brastock / www.shutterstock.com

Son varias las preguntas para reflexionar en torno al sistema de innovación agropecuaria con el que se cuenta en Colombia y el que se querría y convendría; es decir, en torno al punto de partida y de llegada para transformar el sector agropecuario a partir de las diferentes acciones, estrategias y recursos para la funcionalidad del sistema.

En este sentido, la aproximación a la implementación de buenas prácticas desde el entorno político-normativo debería orientarse hacia la creación y generación de condiciones para: i) dar un uso efectivo al conocimiento generado en el sistema; ii) participar en la conceptualización, diseño, aplicación e integración de los instrumentos de política por parte de los actores e instancias de gobernanza, a fin de potenciar esfuerzos del gobierno nacional y territorial para la competitividad, sostenibilidad y equidad territorial desde la claridad de roles; iii) afianzar los procesos de descentralización que posibiliten poner en práctica el enfoque territorial; iv) incluir el enfoque multidimensional para trascender lo productivo e impulsar una comprensión sistémica entre las partes que estructuran el SNIA, lo que implica generar capacidades y competencias en temas diversos que se requieran —desde los aspectos del enfoque— para la prestación del Servicio Público de Extensión Agropecuaria, la política pública, y los subsistemas de investigación y formación; v) orientar las necesidades a partir de las demandas, particularidades y contextos específicos, lo que requiere de la integración, coordinación y articulación entre los subsistemas y el SNIA como un todo —investigación, extensión y formación—, y los diferentes actores e instancias —entre los productores como agentes de la I+D+i con todos los demás actores, pero también entre las organizaciones que coordinan el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria con el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación y el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación—, para que sus esfuerzos vayan en la misma dirección y sea posible lograr el propósito, los objetivos y la funcionalidad del SNIA; vi) promover la participación y pluralidad de actores públicos y privados; vii) contar con mecanismos e instrumentos de política que faciliten la implementación y operativización de las políticas públicas frente al nuevo entorno, y las preferencias como atributos de estas —calidad e inocuidad de productos, orientación hacia la preservación de los recursos naturales, ordenamiento territorial, finanzas rurales, agro logística, mejoramiento de la participación de mujeres y jóvenes, entre otros—; y viii) brindar sostenibilidad a los procesos del sistema mediante la integración de instrumentos, actores y otros recursos, para llevar a cabo procesos exitosos de generación y transferencia de conocimiento, acompañados de un adecuado seguimiento y evaluación —líneas base e indicadores—.

Frente al entorno organizacional en Colombia, la Ley 1876 de 2017 establece la articulación de organizaciones del sector agropecuario en torno a la innovación, así como la manera de concebirla como un proceso de interacción y retroalimentación constante que se soporta en una estructura —subsistemas—, en espacios de coordinación —Sistemas Territoriales de Innovación STI, entre otros— y en instancias de gobernanza, financiamiento y roles —entre estos, el rol del INIA: AGROSAVIA en el SNIA—, entre otros. Sin embargo, se evidencia en otros países que la existencia de un entorno organizacional no es suficiente, pues hay parámetros que se deben tener en cuenta y buenas prácticas orientadas hacia: i) la articulación entre los subsistemas, instrumentos e instancias para mejorar la identificación de necesidades desde las exigencias u oportunidades que brinda la dinámica sectorial, el mercado y las demandas de los actores, así como la

pertinencia en las soluciones bajo un enfoque sistemático; ii) el mejoramiento de la gobernanza para la movilización de recursos y la apropiación de roles; iii) el fortalecimiento de capacidades para la toma de decisiones colectivas y para la identificación de debilidades u oportunidades en etapa temprana; y iv) el aprendizaje social y colaborativo para la innovación —a nivel individual, organizacional, de políticas y del entorno—. Estos parámetros son necesarios para cumplir los objetivos del SNIA y su funcionalidad, así como para contribuir en la mejora de la gestión del conocimiento, el acceso a la información, la tecnología pertinente para minimizar riesgos y facilitar los procesos de adopción, y el acceso a los servicios e instrumentos conexos al desarrollo rural orientado hacia la creación de capital social.

En esta última, es necesario trabajar de forma colaborativa, participativa y en red para la mejora de capacidades, gestión y apropiación social del conocimiento, entendido como un proceso integral y cíclico de la producción —aprendizaje— y difusión de conocimiento a partir de la construcción social, que incluya diferentes grupos de actores —jóvenes, enfoque de género, étnico y campesinado, entre otros— y el diálogo de saberes asociados desde los distintos ámbitos —científico y no científico—. Para ello se debe tener en cuenta que la apropiación social del conocimiento vincula los ocho procesos fundamentales de gestión del conocimiento, relacionados con la identificación, adquisición, creación, codificación, transferencia, aplicación, evaluación y protección.

Con respecto al entorno económico, las buenas prácticas para el país deberán estar orientadas —o ser complementarias— a los esfuerzos relacionados con: i) aumentar la inversión del PIB en I+D para lograr al menos una inversión del 1 % al 2031 (Conpes 4069 de 2021) y, de este modo, mejorar la contribución de la CTI al sector; ii) mejorar las capacidades para movilizar recursos y hacer un uso óptimo bajo una mirada sistémica, de contexto y de costo-beneficio, que incluya la identificación y desarrollo de mecanismos para el seguimiento y la evaluación de los recursos de la CTI agropecuaria; iii) mejorar capacidades para involucrar a los actores del SNIA en procesos estratégicos desde los territorios; iv) aprovechar las potencialidades y ventajas comparativas de la diversificación de la producción, la transdisciplinariedad, el diálogo de saberes y el enfoque diferencial; v) fortalecer los potenciales de la innovación, la gestión del conocimiento y la información y su apropiación, asunto en el que la formación del talento humano con articulación intersectorial e interinstitucional es clave; y vi) establecer alianzas con base en el enfoque de cuádruple hélice —academia, sector productivo, Estado y sociedad civil organizada— para la solución de los problemas del sector productivo, en especial hacia la economía campesina familiar y comunitaria y los servicios de extensión. Aunque Malasia es el principal referente de estas 6 prácticas, en Colombia se podría considerar, en algunos aspectos, la gestión en Brasil, Argentina y Uruguay, a fin de identificar y consolidar nuevas iniciativas a favor del SNIA.

En cuanto al entorno científico tecnológico, se hacen explícitas variables relacionadas con las capacidades en talento humano con que cuenta el sistema, estimadas en torno a la proporción de investigadores por disciplina científica en ciencias agrícolas, con maestrías y doctorados, publicaciones en Scopus y producción científica en general. En este sentido, los retos que se deben afrontar requieren del desarrollo de estrategias y capacidades en contexto y bajo las particularidades propias de la ruralidad. Por tal razón, las prácticas deberían orientarse a:

- Promover la articulación de los subsistemas de investigación y extensión con el de formación para la innovación, de tal forma que los subsistemas que se encuentran en la Ley 1876 de 2017 — SNIA— den al sistema educativo señales oportunas y pertinentes para la generación de currículos y programas que respondan a los objetivos y demandas identificadas y definidas en los instrumentos de planeación con que cuenta el SNIA. Esta construcción deberá ser participativa y descentralizada —desde los territorios—, además de que deberá incluir el abordaje de los temas relacionados con la educación básica y media rural —colegios agropecuarios— con calidad y equidad, como contribución a la disminución de brechas entre lo urbano y lo rural, al fortalecimiento de capacidades locales a partir de la educación, al mejoramiento en las TIC y redes de internet locales. Adicionalmente, esta construcción requiere articular en el sistema las instituciones, programas, instrumentos e incentivos relacionados con la educación.
- Generar capacidades para la innovación orientadas hacia los actores que integran el SNIA y sistemas conexos, que incluyan metodologías innovadoras para la andragogía e implementación de estrategias que posibiliten integrar la realidad rural a los procesos educativos, además de potenciar sinergias —especialmente en las zonas más apartadas del país— que sigan los lineamientos de la política de ordenamiento territorial y de la educación en contexto.
- Fortalecer y generar redes para el intercambio y generación de conocimiento basado en la transdisciplinariedad y el diálogo de saberes, orientadas hacia la solución de los problemas en contexto, el apoyo a la toma de decisiones en la comprensión y aplicación de nuevas prácticas, tecnologías y conceptos, el manejo de información estratégica —instrumentos de política, riesgos, cambio climático y comercialización TIC— y la conexión con servicios conexos al desarrollo rural, entre otros.
- Articular y coordinar acciones, estrategias, recursos y capacidades para la innovación, que incluyen la revisión del sistema actual sobre producción científica por parte del ente rector en cuanto a la valoración e incentivos. De igual forma, es importante considerar otras formas de producción científica —manuales, videos, cartillas— en lenguaje práctico y sencillo, orientadas hacia las comunidades rurales —entre ellas, a los pequeños productores—. Por otra parte, esta visión incluye la revisión a incentivos tributarios en CTI, así como becas e incentivos para la formación de los jóvenes de la ruralidad.
- Trabajo articulado entre las universidades, grupos de investigación, investigadores, centros de investigación y demás actores del SNIA para potenciar los resultados y mejorar las capacidades en los territorios y su vinculación con las EPSEA, de acuerdo con los lineamientos de los marcos regulatorios.

En relación con el entorno de seguimiento y evaluación, aunque falta un sistema formal para el desarrollo de estas actividades, Colombia cuenta con diversos mecanismos y herramientas, como la plataforma Siembra, el Observatorio de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector Agropecuario (OCTIAGRO), la Encuesta Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Agropecuaria y el Boletín de Indicadores en CTIA, que permiten el seguimiento de acciones en el marco del SNIA. No obstante, para Colombia es imperativa

la creación y promulgación de un marco normativo específico que establezca claramente el sistema de seguimiento y evaluación del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA). Esta normativa debería definir las responsabilidades e indicadores clave que involucren con igual grado de relevancia los temas asociados a la investigación y desarrollo tecnológico, a la formación de capacidades al servicio del sector y a la prestación de servicios de extensión y asistencia técnica. Asimismo, el sistema de seguimiento y evaluación debe incorporar una visión de sistema, procesos de recolección de datos y la periodicidad de las evaluaciones. Establecer un sistema formal de seguimiento y evaluación para el SNIA proporcionará una base sólida para evaluar el impacto de las acciones de innovación agropecuaria.

Otra recomendación en este entorno tiene que ver con instar al gobierno a mejorar la calidad y amplitud de la batería de indicadores utilizados en el seguimiento y evaluación del SNIA. Es crucial incluir información detallada sobre los servicios ATER, así como datos regionales específicos, pues esto permitirá una evaluación más completa y precisa de las acciones implementadas y adaptadas a las realidades locales, y facilitará la toma de decisiones a nivel regional.



En esta misma vía, se recomienda promover la integración y coordinación efectiva entre los diferentes actores del SNIA, por lo que se sugiere incentivar la colaboración entre entidades gubernamentales, instituciones de investigación, el sector privado y la sociedad civil para evitar duplicidades, mejorar la eficiencia y fortalecer la funcionalidad del sistema. Además de las mejores prácticas de Brasil, Colombia podría explorar experiencias exitosas en la región como las de Uruguay y México, a fin de obtener ideas sobre formas de desarrollar mecanismos efectivos de seguimiento y evaluación bajo esquemas menos normados y con una participación más protagónica por parte del sector privado.

Entre otras consideraciones, es relevante tener en cuenta que el análisis presenta retos y complejidades para reunir información suficiente de fuentes secundarias que sean pertinentes y oportunas en la calificación de las variables de cada entorno en los países. Las variables y escalas de valoración deben ser validadas en un futuro por algún experto en el tema para cada uno de los países analizados —entrevista semiestructurada o encuesta—. No obstante, la información presente en este documento se complementó con las ponencias del Foro Gestión de Sistemas de Innovación Agropecuaria, realizado en Bogotá el 13 de diciembre de 2023⁵.

La visión de un SNIA debe ser descrito y evaluado en varios aspectos clave bajo una mirada sistémica —más allá de lo tecnológico—, a saber:

- Normativa, institucionalidad, planificación, financiamiento y operatividad de la investigación.
- Normativa, institucionalidad, planificación, financiamiento y operatividad de los servicios ATER, con especial atención en su regionalización.
- Formación de capital humano idóneo, tanto en investigación como en extensionismo.
- Interacción, coordinación y gobernabilidad entre la investigación, el desarrollo tecnológico y los servicios ATER.
- Herramientas e instrumentos —especialmente financieros y fiscales— para la adopción de la oferta tecnológica por parte de los productores.

Una situación compleja de analizar es cuando un país cuenta con el desarrollo de un SNI pero no con un SNIA. En estos casos, no se requería desagregación para poder evaluar si con la institucionalidad, planificación, financiamiento, procedimientos y seguimiento a la CTI que se han desarrollado, se satisfacen las necesidades del sector agropecuario y rural de forma eficaz y eficiente.

5. Ver <https://www.youtube.com/watch?v=vSUewDmq1ck>.

Siglas y acrónimos

4IR	Cuarta revolución industrial
ASTI	Programa de indicadores de ciencia y tecnología agropecuaria
ATER	Asistencia técnica y extensión rural
CGIAR	Grupo consultivo sobre investigación agrícola internacional
CONAHCYT	Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología de México
CONICET	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CONSEPA	Consejo Nacional de Entidades Estaduales de Investigación Agropecuaria de Brasil
CTI	Ciencia, tecnología e innovación
EJC/ETC	Equivalencia a jornada completa o a tiempo completo
EMBRAPA	Empresa brasilera de investigación agropecuaria
ENCTI	Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil
EPSEA	Entidades Prestadoras del Servicio de Extensión Agropecuaria
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FNEA	Fondo Nacional para el Servicio de Extensión Agropecuaria de Colombia
I+D	Investigación y desarrollo
I+D+I	Investigación, desarrollo e innovación

IES	Instituciones de educación superior
IFPRI	Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias
IGC	Índice global de competitividad
INIA	Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria
INIAF	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia
MAFI	Ministerio de Agricultura e Industrias Alimentarias de Malasia
MAPA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento de Brasil
MARDI	Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícola de Malasia
MCTIC	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovaciones y Comunicaciones de Brasil
MDA	Ministerio de Desarrollo Agrario de Brasil
MINCIENCIAS	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia
MEN	Ministerio de Educación Nacional de Colombia
NAP 2.0	Política Nacional Agropecuaria de Malasia
NSTIP	Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Malasia

OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OCTIAGRO	Observatorio de Ciencia Tecnología e Innovación del sector Agropecuario
OEPAS	Organismos Estadales de Investigación Agropecuaria de Brasil
OREF	Oficinas de Representación en las Entidades Federativas de México
PACTI	Plan de Acción de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil
PCTIE	Plan de Ciencia, Tecnología, Innovación y Emprendimiento de Chile
PECITI	Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de México
PECTIA	Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano
PEDN	Plan Estratégico de Desarrollo Nacional de Perú
PIB	Producto Interno Bruto
PIM	Políticas, instituciones y mercados
PITPPA	Proyecto Nacional de Innovación Tecnológica Participativa y Productividad Agrícola de Ecuador
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México
SI	Sistemas de innovación
SNI	Sistema Nacional de Innovación
SNIA	Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria

SNPA	Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria de Brasil
SRI	Sistemas Regionales de Innovación
SSI	Sistemas Sectoriales de Innovación
STI	Sistemas Tecnológicos de Innovación
STIE	Entorno de ciencia, tecnología, innovación y economía de Malasia
TIC	Tecnologías de la información y las comunicaciones
USD	Dólares estadounidenses

Referencias

- Asheim, T., Lawton, H., & Oughton, C. (2011). *Regional Innovation Systems: Theory, Empirics and Policy. Regional Studies*, 45(7), 875–891.
- Barrett, C. B., & Just, D. R. (2022). *Handbook of agricultural economics*. Elsevier.
- Breschi, S., & Malerba, F. (1997). Sectoral innovation systems: Technological regimes, Schumpeterian dynamics and spatial boundaries. En C. Edquist, *Systems of innovation: technologies, institutions and organisations*. Casell.
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 1, 93–118.
- Carlsson, B., Jacobsson, S. H., Holmen, M., & Rickne, A. (2002). Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research Policy*, 31(2), 233–245.
- Cooke, P. (2005). Regionally asymmetric knowledge capabilities and open innovation: Exploring 'Globalisation 2' - A new model of industry organisation. *Research Policy*, 33(8), 133–145.
- Freeman, C. (1984). The economics of technical change. *Cambridge Journal of Economics*, 18(5), 463–514.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance*. Pinter.
- Freeman, C. (1989). *Technology Policy and Economic Performance*. Pinter.
- Frenz, M., & Oughton, C. (2005). *Innovation in the UK regions and devolved administrations: A review of the literature*. Departamento de Industria y Comercio.
- Lundvall, B. A. (1985). *Product Innovation and user-producer interaction*. Aalborg Universitetsforlag.
- Lundvall, B. A. (1992). *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter.
- Lundvall, B.-A., Joseph, K., C., C., & Vang, J. (2009). *Handbook of innovation systems and developing countries*. Edward Elgar.
- Malerba, F. (2005). Sectoral Systems. En J. Fagerberg, & D. Mowery, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 390–406). Oxford University Press.
- Marin, A., & van Zwanenberg, P. (2023). A dialogue between innovation studies of economic development and transition studies: an illustration from Argentina's agriculture sector. *Innovation and Development*, 14(1): 1–20.
- Metcalf, S. (1995). The Economic Foundations of Technology Policy Equilibrium and Evolutionary

Perspectives. En P. Stoneman, *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell Publishers.

Mordor Intelligence. (s.f.). Uruguay Agriculture Industry Size & Share Analysis Source: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/agriculture-in-uruguay>.

Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. Oxford University Press.

OCDE, O. p. (1997). *National Innovation Systems*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

Patel, P., & Pavitt, K. (1994). La naturaleza e importancia económica de los sistemas nacionales de innovación. OCDE, *STI Revue* [OCDE], 14.

Pino, R., & Ortega, A. (2018). Regional innovation systems: Systematic Literature review and recommendations for future research. *Cogent Business and Management*, 5(1), 1-17.

Raihan, A. (2023). The dynamic nexus between economic growth, renewable energy use, urbanization, industrialization, tourism, agricultural productivity, forest area, and carbon dioxide emissions in the Philippines. *Energy Nexus*, 9, 100180.

Solaymani, S. (2018). Impacts of climate change on food security and agriculture sector in Malaysia. *Environment, Development and Sustainability*, 20(4), 1575-1596.

Vargas-Carpintero, R., Romero-Perdomo, F., Martínez, J. F., & Lewandowski, I. (2023). A review of the knowledge base for the development of natural ingredients value chains for a sustainable biobased economy in Colombia. *Discover Sustainability*, 4(1), 33.

Zilli, M., Scarabello, M., Soterroni, A. C., Valin, H., Mosnier, A., Leclere, D., Havlík, P., Kraxner, F., Lopes, M.A., Ramos, F. M. (2020). The impact of climate change on Brazil's agriculture. *Science of the Total Environment*, 740, 139384.

