

ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA

Un abordaje hacia las mejores
prácticas para Colombia



México

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

Jede Departamento de Articulación Institucional y
OCTIAGRO

Claudia Patricia Uribe Galvis

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

OCTIAGRO
AGROSAVIA
2024

ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA

Un abordaje hacia las mejores prácticas para Colombia

Citación: Rincón, R. (2024). Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria de México. En A. M. Ramírez & F. A. Romero (Eds.), *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/20.500.12324/40202>

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@AGROSAVIA.co
<http://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.



Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria de México

	Generalidades.....	2
	Entorno político-normativo	6
	Entorno organizacional	31
	Entorno económico.....	53
	Entorno científico-tecnológico	56
	Entorno de seguimiento y evaluación	59
	Referencias.....	63



Haga clic para dirigirse al documento principal "Análisis comparativo de sistemas de innovación agropecuaria: un abordaje hacia las mejores prácticas".

Autora

Rubiela Rincón Novoa

Profesional de Planeación y Cooperación Institucional
OCTIAGRO - AGROSAVIA
rrincon@agrosavia.co



Generalidades

Desde la proclamación de la Constitución Política en 1917, México se divide en Estados, pues se trata de un Estado federal gobernado bajo la forma de república. El territorio se encuentra dividido en 32 entidades federativas —31 son Estados y la Ciudad de México—. Según el Instituto Nacional de Estadística y Demografía (INEGI) de México, la población registró un total de 129 millones de habitantes en 2023, con un crecimiento anual de 1,4% en 2011 a 0,6% en 2022, siendo el undécimo país más poblado del mundo, además de ser étnicamente diverso —con más de 72 lenguas indígenas—.

Este país se ubica en América del Norte y es considerado el tercer país americano en cantidad de extensión costera, además de ser territorio cuna de una de las civilizaciones más antiguas del mundo: la mesoamericana. Posee una superficie total de 1.964.375 km², que lo hacen el decimocuarto país más extenso. Cuenta con una importante presencia volcánica y es uno de los países con mayor diversidad climática, es megadiverso y cuenta con un 16,5% del territorio nacional apto para explotación agropecuaria.

Su economía es la decimocuarta más grande del mundo, a pesar de sus importantes márgenes de pobreza, exclusión y problemas institucionales. Al igual que los demás países de América Latina, ha seguido desde 1980 un modelo neoliberal, con énfasis en la industria petrolera, de automóviles y el turismo —que es la mayor actividad económica y que brinda el principal ingreso per cápita—. En este sentido, México registró para el año 2022 un PIB per cápita de USD 11.091,3, un crecimiento del PIB de 3,1 con una diferencia de 1,6 con respecto al 2021 —% anual—, un desempleo total de 3,3% —% de la población activa— y una inflación anual de 7,9%, entre otros (Banco Mundial, 2023).

El sistema económico mexicano está basado en el conocimiento y la innovación, lo que requiere alta especialización, elevar el nivel educativo y ampliar la cobertura educativa. Así mismo, se requiere superar el rezago en la formación del recurso humano de alta calidad que genere nuevo conocimiento, que promueva la innovación en el sector productivo —en beneficio de la población— y que contribuya con el mejoramiento de los índices de desarrollo humano —puesto 77—, de competitividad global —puesto 55 (FEM, 2018)—, de capacidad de innovación —puesto 48 (FEM, 2018)—, global de innovación —puesto 58 (WIPO, 2023)— y de gasto empresarial en investigación y desarrollo —puesto 79—, así como con la calidad del sistema educativo y el marco institucional público.

En cuanto al Producto Interno Bruto (PIB), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) estimó mejoras para el 2023 de 2,6% a 3,3%. En el tercer trimestre de 2023 ha crecido un 1,1% respecto al trimestre anterior. Por componentes o actividades económicas, la participación en el PIB de las actividades primarias creció 5,6% y de las terciarias avanzaron en 1%, mientras que la de las secundarias descendió -2,1% en el mismo lapso de comparación. El sector agropecuario se caracteriza por su orientación hacia la ganadería, cultivos como maíz grano blanco, frijol grano, maíz grano amarillo, sorgo grano, jitomate —tomate rojo—, chile, trigo grano, frutas, coles, entre otros.

Según el informe que el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2019) realiza para analizar las perspectivas de la economía mundial, se establece que tras la fuerte desaceleración en los últimos trimestres de 2018 —y la crisis financiera asociada— el ritmo de la actividad económica mundial continúa siendo débil. Para el caso de México, tanto el FMI como el Banco Mundial (BM) auguran una perspectiva de crecimiento a la baja, que se ratifica en el informe de junio de 2020, en el que se estima que el PIB de México se contraerá en un 10,6%.

Así mismo, en su iniciativa de inteligencia estratégica, el Foro Económico Mundial ha diseñado perfiles de las economías del mundo a partir de tópicos nucleares y tópicos específicos, que buscan orientar su desarrollo futuro. Para el caso específico de México, el informe identifica áreas de trabajo como desigualdad, corrupción sistematizada, reforma energética, infraestructura, seguridad ciudadana, diversificación del comercio y baja productividad (Figura 7-1).

En este sentido, frente al componente de desigualdad constante, se recomienda que México fortalezca acciones en torno al mejoramiento en los sistemas de prestación de salud y la política en torno al capital humano, la infraestructura y la medicina de precisión, la igualdad de género, la participación ciudadana, la generación de empleo, la innovación y la educación. Así mismo, frente a la orientación de futuro del gobierno, se recomienda fortalecer la tecnología orientada hacia la gobernanza del internet y las TIC, la cuarta revolución industrial y la seguridad cibernética, así como avanzar hacia nuevos modelos de gestión con énfasis en el desarrollo sostenible, la innovación social, la participación social y las finanzas, y un crecimiento inclusivo.

Frente al componente de baja productividad, se recomienda el fortalecimiento de acciones que se concreten en procesos de innovación y educación, finanzas públicas y sistemas de protección social. La innovación deberá ser vista desde el concepto de los sistemas de innovación inclusivos en lo social, la gobernanza, los modelos de negocios, lo tecnológico, el desarrollo sostenible, el emprendimiento y las TIC. Los sistemas de innovación deberán propender por el desarrollo sostenible, la cuarta revolución industrial y el fortalecimiento de la educación y talento humano con habilidades y competencias para afrontar los diferentes retos.

Figura 7-1. Perfil de México en el Foro Económico Mundial

Fuente: <https://intelligence.weforum.org/>. Consultado en mayo 2020.



En el componente de diversificación del comercio, se deberá prestar especial atención a temas relacionados con el futuro de la producción, como la tecnología y la innovación para la producción, la evolución de las habilidades de fabricación, la regulación en la producción y gobernanza global, y el incremento de las expectativas de los consumidores, así como los temas relacionados con comercio e inversión extranjera directa, la gobernanza global, la geoeconomía y la sustentabilidad.

En general, México ha realizado grandes esfuerzos para transitar hacia la construcción de sus Sistemas Nacionales de Innovación, influenciado por su contexto histórico, político y económico —que incluye la relación fronteriza con Estados Unidos, que ejerce una enorme influencia sobre las políticas mexicanas—. Así mismo, el Tratado de Libre Comercio de América del Norte —Canadá, Estados Unidos y México— establece reglas sobre el intercambio comercial de bienes y servicios entre dichos países, lo que incide en las instituciones y prácticas de crecimiento económico e innovación en México (Trejo, 2017).

De manera complementaria, en las siguientes secciones se desarrolla un análisis cualitativo-cuantitativo cuyo objetivo es identificar elementos clave del SNIA de México que contribuyan a la identificación de una mejor práctica.



Entorno político-normativo

El modelo desarrollado por México para la generación de políticas referidas a la ciencia y tecnología cuenta con un enfoque basado en la sociedad del conocimiento, el desarrollo científico y la innovación como motores para el desarrollo económico y social sostenible. Este modelo se estructura en los niveles federal y estatal, aunque el gobierno federal concentra los principales organismos de formulación de políticas, dirección y coordinación. Así mismo, la mayoría de las entidades que ejecutan actividades de CTI corresponden al Estado o son del sector académico —principalmente, las universidades públicas (Loray, 2017)—. En el nivel estatal, los gobiernos cuentan con órganos específicos para el fomento y coordinación de las actividades científicas y tecnológicas en los territorios.

Según Martínez & García (2019), el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) surgió en 1970¹ con la integración de instituciones públicas, privadas y del sector social, académico y gremial, de forma que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) —ahora Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT)— fuera el eje articulador y coordinador del sistema. La política en CTI se enmarca en la nueva Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación² —expedida el 8 de mayo de

1 Un año más tarde, con la expedición de la Ley de Ciencia y Tecnología, el Instituto Nacional de la Investigación Científica se convirtió en el conacyt. A la fecha, ha tenido tres reformas: en 1999; 2002 y 2023. Mediante la última reforma se promulgó una nueva Ley de ciencia y tecnología, que promueve un enfoque sistémico, incluyente, diverso y federalista, que toma como ejes rectores: i) el establecimiento de políticas de Estado que fortalezcan la cadena de educación, ciencia básica y aplicada, tecnología e innovación; ii) la descentralización de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación; iii) una mayor financiación a la ciencia básica y aplicada, tecnología e innovación; iv) la ampliación de la inversión en infraestructura científica, tecnológica y de innovación; y v) la evaluación de la inversión pública en formación de recursos humanos de alta calidad y en actividades de I+D+i.

² Esta Ley tiene como objeto garantizar el ejercicio del derecho humano a la ciencia conforme a los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad, con el fin de que toda persona goce de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica, así como de los derechos humanos en general.

2023—, pues mediante ella se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales³ y de la Ley de Planeación.

En el marco de la esta nueva Ley, el SNCTI se denominó Sistema Nacional de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (SNHCTI). La estructura de gobierno para la administración del SNHCTI⁴ está conformada principalmente por: i) el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico e Innovación; ii) el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT)⁵ —antes CONACYT—; y iii) el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCYT). La Tabla 7-1 presenta la institucionalidad en lo relativo a la definición y coordinación de políticas de CTI.

Tabla 7-1. Organismos de coordinación y definición de políticas de CTI

Fuente: Elaboración propia a partir de la información disponible; incluye la nueva Ley general de HCTI.

Nombre de entidades e instancias	Objetivo	Integrantes
Comisiones de ciencia y tecnología	Elaborar y analizar las iniciativas legislativas tendientes a promover la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación.	Congreso de la Unión, Cámara de senadores y diputados.
Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo	Establecer políticas nacionales para el avance científico y la innovación tecnológica que apoyen el desarrollo nacional.	Titulares de las Secretarías de Estado que realizan actividades científicas y tecnológicas. Asociaciones de científicos y de la academia.

³ Son ejemplos la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural vs las entidades paraestatales como el Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, el Colegio de Postgraduados, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2021).

⁴ El artículo 3 de la Ley referencia como uno de sus objetivos “la integración, articulación y rectoría de un Sistema Nacional de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación que promueva la coordinación entre la Federación, las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, así como la participación de los sectores social y privado en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática”.

⁵ El Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, no sectorizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que goza de autonomía técnica y de gestión, con domicilio en Ciudad de México, y que tiene como objeto formular y conducir la política nacional en materia de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación (art. 62, Ley de ciencia y tecnología).

<p>Tecnológico e Innovación</p> <p>Máximo órgano rector del Sistema Nacional de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación</p>	<p>Definir líneas de acción reconocidas en la Ley general de HCTI como parte de las agendas temáticas de los Programas Nacionales Estratégicos.</p> <p>Definir criterios y prioridades para la asignación del gasto público federal en ciencia y tecnología, lo que incluye la definición de áreas estratégicas y programas específicos y prioritarios.</p> <p>Aprobar el proyecto de presupuesto de ciencia y tecnología que será incluido en el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación y emitir anualmente un informe general acerca del estado que guarda la ciencia y la tecnología en México.</p> <p>Establecer un sistema independiente para la evaluación de la eficacia, resultados e impactos de los principios, programas e instrumentos de apoyo a la investigación científica y tecnológica.</p>	<p>Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, que ejerce como secretario técnico.</p> <p>El Coordinador General del Foro Consultivo Científico y Tecnológico.</p> <p>El presidente de la Academia Mexicana de Ciencias.</p> <p>Un representante de la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología.</p> <p>Tres representantes del sector productivo que tengan cobertura y representatividad nacional, que serán designados por el presidente de la República a propuesta del Secretario de Economía, y se renovarán cada tres años.</p> <p>Un representante del Sistema de Centros Públicos de Investigación.</p> <p>El Secretario General Ejecutivo de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.</p>
<p>Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT) — antes CONACYT, antes Instituto Nacional de Investigación Científica—.</p> <p>Organismo público descentralizado de la administración pública federal, no sectorizado</p>	<p>El articulado de la Ley Nacional de humanidades ciencias, tecnologías e innovación de 2023 le confiere los siguientes objetivos:</p> <p>Definir, coordinar y articular las estrategias, esfuerzos y capacidades nacionales en investigación humanística y científica, desarrollo tecnológico e innovación en el país, para impulsar la ciencia básica e investigación de frontera en todas las áreas y campos del saber científico.</p> <p>Articular el Sistema Nacional de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, que incluye la coordinación de la Secretaría de Educación Pública.</p> <p>Articular las políticas públicas del gobierno federal que promuevan la</p>	<p>El Consejo Nacional contará con:</p> <p>Órganos de gobierno: La Junta de Gobierno estará integrada por el titular de la dirección general quien la presidirá y por representantes de las dependencias y entidades de la administración pública federal así: Secretarías de Agricultura y Desarrollo Rural, de Bienestar, de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, de Cultura, de Economía, de Educación Pública, de Energía, de Hacienda y Crédito Público, de Defensa Nacional, de la Marina, del Medio Ambiente y Recursos Naturales, de Relaciones Exteriores, y de salud (Art. 68), así como el Instituto Nacional de Pueblos indígenas (Art. 67, Ley General en materia de humanidades, CTI).</p> <p>Órganos de Administración, representados por la Dirección General del CONAHCYT.</p>

<p>investigación científica y tecnológica, así como la innovación.</p> <p>Materializar la reforma constitucional en materia de HCTI.</p> <p>Lograr que se establezcan canales de comunicación efectiva con las distintas secretarías de Estado y los grupos pertinentes de científicas, científicos, tecnólogas y tecnólogos.</p> <p>Coordinar el Plan Nacional de Innovación 2019-2024.</p> <p>Articular capacidades nacionales en CTI que aseguren que el conocimiento científico se traduzca en soluciones — sociales, ambientales, culturales, entre otras— sustentables a través del desarrollo tecnológico y la innovación en beneficio de la sociedad y desarrollo de México.</p> <p>Administrar el Sistema Nacional de Investigadores e investigadoras (SIN).</p> <p>Seleccionar, aprobar, supervisar y evaluar las investigaciones financiadas por el FONACYT.</p> <p>Formular y conducir la política nacional en humanidades, ciencias, tecnologías e innovación; es decir, regular su estado y desarrollo.</p> <p>Asesorar al Ejecutivo Federal y fungir como instancia de consulta especializada del Estado mexicano.</p> <p>Establecer las Agendas de Investigación prioritarias que inciden en el entendimiento y búsqueda de soluciones a grandes retos nacionales en las diversas materias —sistemas socio ecológicos, agua, educación, alimentación, y ejes temáticos de los</p>	<p>Órganos consultivos internos: A través de ellos se participará en la integración de la Agenda Nacional mediante la formulación de propuestas de líneas de acción en torno a asuntos estratégicos o prioritarios para el desarrollo del país y temas de interés público nacional. Estará integrado por académicas, investigadoras, tecnólogas e innovadoras, representantes de universidades, instituciones de educación superior, centros de investigación y de la comunidad en general, así como de los sectores social y privado, cuya formación, experiencia y conocimientos les permitan contribuir al cumplimiento de las funciones del Órgano Interno Consultivo (Art. 72).</p>
---	--

	<p>Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES), entre otros—.</p> <p>Promover y apoyar el desarrollo de tecnologías estratégicas de vanguardia y el impulso a la innovación abierta.</p> <p>Promover las publicaciones científicas mexicanas y fomentar la difusión sistemática de los esfuerzos realizados y logros obtenidos en el país, así como publicar anualmente los avances nacionales destacados y las actividades relevantes del sector.</p> <p>Promover la articulación y coordinación del Sistema de Centros Públicos de Investigación (CP), conformado por 26 instituciones (Art 77).</p> <p>Impulsar y apoyar la ciencia básica y de frontera en todas las áreas y campos del saber científico.</p> <p>Promover ante las autoridades competentes mejoras normativas en materia de políticas sobre humanidades, ciencias, tecnologías e innovación, que incluyen la protección de todas las formas del conocimiento y de los derechos de propiedad intelectual.</p> <p>Elaborar, integrar, actualizar y aprobar, según corresponda, el Programa Especial y el Programa Sectorial, así como coordinar su ejecución y evaluación, de conformidad con la normativa aplicable.</p> <p>Construir y coordinar comités de carácter técnico o de colaboración y articulación con los sectores público, social y privado, en materia de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación.</p>	
--	---	--

	<p>Diseñar programas de posgrado institucionales enfocados en la incidencia en los asuntos y temas de la Agenda Nacional.</p>	
<p>Foro consultivo científico y tecnológico (FCCYT)</p>	<p>Ser el órgano consultivo del Poder Ejecutivo Federal, del Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico y la Junta de Gobierno del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT). Es una instancia autónoma e imparcial que se encarga de analizar el desarrollo de la CTI en el país.</p> <p>Captar la opinión de la comunidad académica y del país para que llegue a cada una de las instancias que determinan las políticas de ciencia y tecnología.</p> <p>Promover los instrumentos necesarios para que el Consejo General y el Congreso de la Unión, adopten programas y asignen partidas presupuestales para el apoyo a la Ciencia y Tecnología.</p> <p>Comunicar y difundir la ciencia, la tecnología y la innovación mediante la promoción de congresos, seminarios, talleres, mesas de discusión.</p>	<p>Mesa Directiva, conformada por 20 representantes de la academia y del sector empresarial, de los cuales 17 son titulares de diversas organizaciones y tres pertenecen al Sistema Nacional de investigadores (SNI) y son electos por sus pares para ocupar esta posición. Actúa como órgano autónomo y permanente de consulta del poder ejecutivo federal, del Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico y de la Junta de Gobierno del CONAHCYT.</p>
<p>Conferencia Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (CNCTI)</p>	<p>Coordinar la institucionalidad entre el CONACYT y las dependencias o entidades de los gobiernos de las entidades federativas competentes en materia de fomento a la investigación científica y tecnológica, por lo que contribuye a la gobernabilidad del SNCTI.</p> <p>Promover acciones para apoyar la investigación científica y tecnológica, además de la divulgación y participación en la definición de políticas y programas en esta materia.</p>	<p>Director general del CONAHCYT.</p> <p>Los titulares de las dependencias y entidades federativas competentes en materia de investigación científica y tecnológica —es decir, CONAHCYT y los representantes de los gobiernos Estatales en materia de CTI—. Esta representatividad recae en los directores generales de los consejos y organismos estatales de ciencia en cada entidad federativa. La Secretaría Técnica de la Conferencia está a cargo del Director Adjunto de Desarrollo Regional.</p>

<p>Consejos y organismos estatales de la Ciencia y Tecnología</p>	<p>Discutir y proponer programas y acciones que fomenten la investigación científica y el desarrollo tecnológico en los Estados.</p>	<p>Se han conformado redes (REDNACECYT).</p>
--	--	--

Si bien el CONAHCYT debería ser el órgano líder en materia de CTI, la operación del sistema se lleva de manera desagregada en términos de gobernanza y manejo de recursos. Del CONAHCYT dependen 26 centros públicos ejecutores de la política de Investigación y Desarrollo (I+D), agrupados en tres subsistemas: ciencias exactas y naturales (10 centros), ciencias sociales y humanidades (8 centros) y desarrollo tecnológico y servicios (8 centros) —tal y como se muestra en la Tabla 7-2—, los cuales se encuentran inmersos en un nuevo modelo de innovación de PENTA HÉLICE e innovación abierta en el marco de la Ley General de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación y su gobernanza (Figura 7-2 y Figura 7-3).

Figura 7-2. Gobernanza del ecosistema de la innovación en México.

Fuente: Pedroza & Ortiz (2015). ALTEC XVI Congreso Latino Iberoamericano de Gestión de Tecnología.

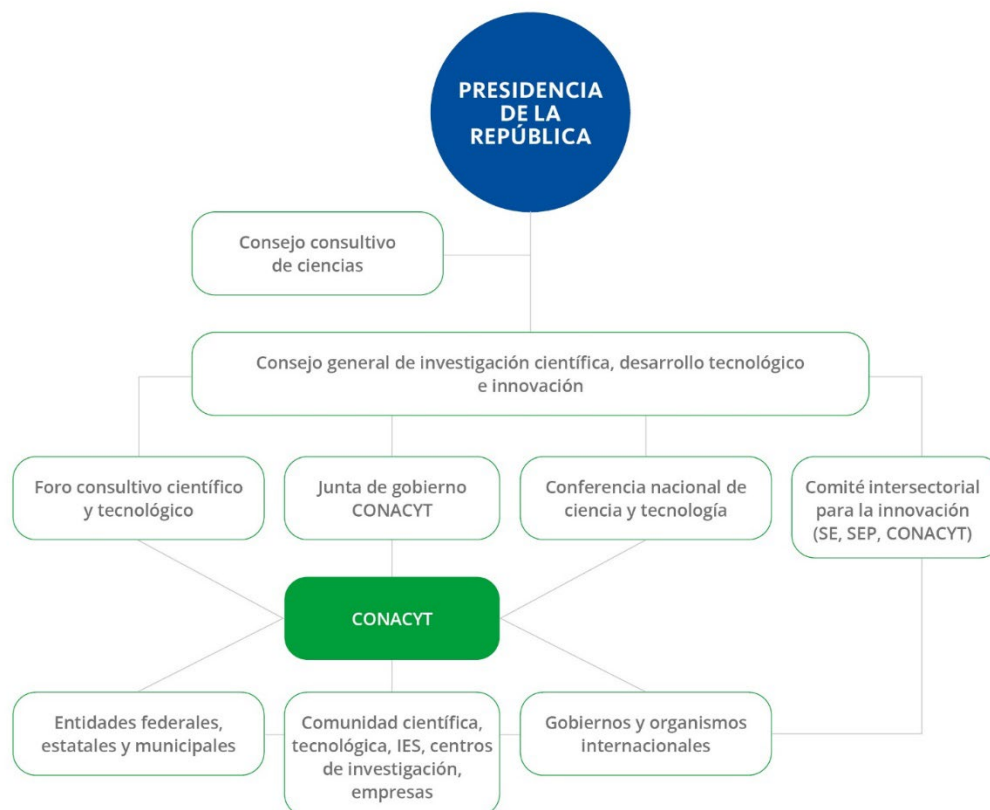
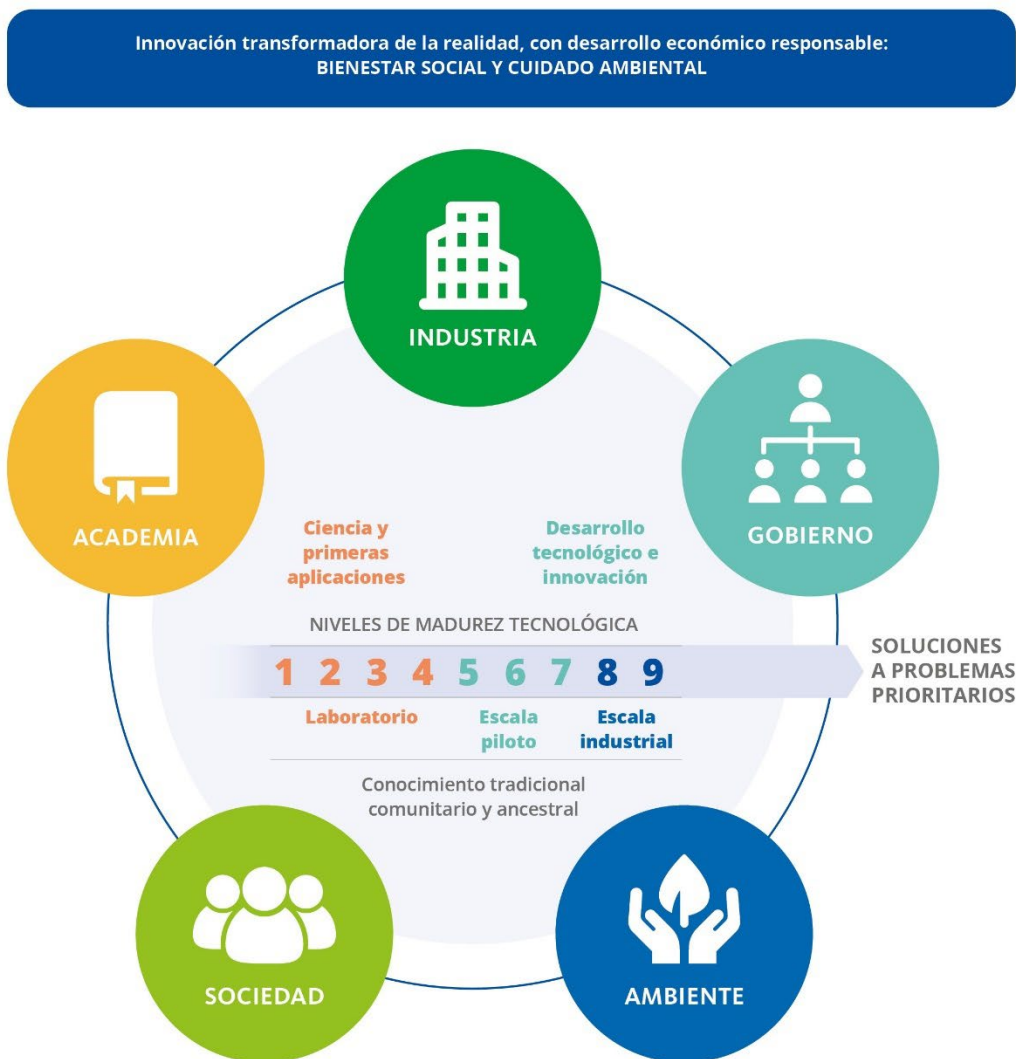


Figura 7-3. Modelo mexicano de innovación: la PENTA HÉLICE y la innovación abierta

Fuente: Plan Nacional de Innovación 2019-2024.



Estos 26 centros públicos comparten ejes fundamentales del quehacer, tales como: i) realizar actividades de investigación; ii) formar recursos humanos altamente especializados a través de programas de posgrado; iii) promover la mejora y avance científico que impacte en los sectores público, productivo y social; y iv) generar información técnica y científica derivada de los procesos de investigación y gestión del conocimiento. Estos centros son coordinados sectorialmente por la Unidad de Articulación Sectorial y Regional.

Tabla 7-2. Organismos ejecutores de las políticas de CTI

Fuente: Elaborado a partir de la información contenida en http://bd.politicascsti.net/report_SI.php/instrument/ver/173/es y la Ley de CTI de México.

Nombre de entidad e instancias	Objetivo	Integrantes
<p>Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras (SNI)</p>	<p>Promover y reforzar la cantidad y calidad de la investigación en México mediante la evaluación del trabajo realizado —es decir, del desarrollo de las actividades relacionadas con la investigación—, con el fin de fortalecer la calidad, desempeño y eficiencia.</p> <p>Reconocer la labor de la investigación en el país, a través de concurso científico y tecnológico —distinciones y estímulos económicos—.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representar a la academia ante el gobierno federal. 	<p>Está conformado por:</p> <p>Consejo de aprobación.</p> <p>Un comité consultivo.</p> <p>Siete comisiones dictaminadoras revisoras.</p> <p>Una Junta de Honor.</p> <p>Un secretario ejecutivo.</p> <p>Un director de área.</p> <p>El reporte de investigadores en EJC a 2016 en todas las áreas correspondió a 71.788, por lo que es una parte integral del sistema de educación superior y científico de México.</p>
<p>Sistema de Centros Públicos de Investigación — Organismos de ejecución de la I+D+i—</p>	<p>Promover las actividades de ciencia y tecnología en cinco ejes fundamentales:</p> <p>Realizar actividades de investigación.</p> <p>Formar recursos humanos altamente especializados, principalmente a través de programas de posgrado.</p> <p>Transferir conocimiento para promover la modernización y mejora de sectores productivos, públicos y sociales.</p> <p>Comunicar a la sociedad la información técnica y científica derivada de las investigaciones.</p> <p>Aumentar los niveles de productividad y competitividad en México a través de sus aportes en materia de CTI.</p>	<p>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD).</p> <p>Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY).</p> <p>Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (CIMAT).</p> <p>Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA).</p> <p>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología del Estado de Jalisco (CAITEJ).</p> <p>Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV).</p>

	<p>Estos centros son entidades paraestatales que poseen diferentes naturalezas, tamaños, ubicación y especialidades temáticas, lo que les confiere mayores posibilidades para la colaboración entre disciplinas del conocimiento y entre las regiones. Además, ejecutan actividades de I+D+i.</p>	<p>Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (CentoGeo).</p> <p>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR).</p> <p>Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ).</p> <p>Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS).</p> <p>Centro de Investigación Científica y de Educación Superior Ensenada, Baja California (CICESE).</p> <p>Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO).</p> <p>Centro de Investigación y Docencias Económicas, A.C. (CIDE).</p> <p>Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI).</p> <p>Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo", A.C. (CENTRO GEO).</p> <p>Instituto de Ecología, A.C. (INECOL).</p> <p>Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE).</p> <p>Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT).</p> <p>El Colegio de la Frontera Norte, A.C. (COLEF).</p> <p>El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).</p> <p>El Colegio de Michoacán, A.C. (COLMICH).</p> <p>El Colegio de San Luis. A.C. (COLSAN).</p> <p>El Colegio de México.</p>
--	---	--

	<p>Instituto de Investigaciones “Dr. José María Luis Mora” (MORA).</p> <p>Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).</p> <p>Comité Intersectorial para la Innovación.</p> <p>Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (COMIMSA).</p>
--	---

Por otra parte, el mecanismo de vinculación del CONAHCYT con las entidades federativas y municipios es el “Programa Presupuestario (Pp) S278: Fomento Regional de las Capacidades Científicas, Tecnológicas y de Innovación” (SIICYT, 2015), que se creó a partir de la fusión de los fondos mixtos (FOMIX) y el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT). Este programa tiene como fin fortalecer las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación de los Sistemas Locales y Regionales de CTI, tanto en el ámbito nacional, estatal, municipal y regional. Igualmente, se cuenta con las direcciones regionales.

El sistema de centros públicos de investigación es apalancado por el Fondo para el Desarrollo de Recursos Humanos (FIDERH), que es un fideicomiso federal administrado por el Banco de México y sectorizado en CONAHCYT para la financiación de estudios de posgrado a través de créditos y convocatorias de estudiantes mexicanos. Igualmente, el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) es un pilar fundamental del sistema de educación superior, puesto que muestra que la mayoría de las universidades mexicanas e instituciones tienen una conexión con la empresa.

Sistema de Innovación del Sector Agroalimentario (SINA)

La institucionalidad para el sector agropecuario en México ha sufrido grandes cambios y reformas desde la década de los años cincuenta, cuando se adoptó el modelo norteamericano de Servicio Técnico Agrícola Colombo Americano (STACA) —acogido por la mayoría de los países de América Latina para el sector agropecuario—, con un enfoque que en sus inicios era lineal, unidireccional y difusionista, y que era guiado desde los centros de investigación, por cuanto estaba inmerso en el modelo de la revolución verde (Janssen y Ekanayaken, citados por Aguilar, Reyes & Rendón, 2010, y Aguirre, 2012). En la década de los años 80, México redujo el gasto público y del Estado, por lo que transfirió responsabilidades a las localidades en un proceso de descentralización, para luego poner en práctica la privatización en un contexto de apertura económica. Dichas reformas se han acentuado desde principios del siglo XX hasta la fecha.

En la década de los años 90, en el contexto de Alianza para el Campo, se crearon el Sistema Nacional de Capacitación y Extensión Rural (SINDER) y las fundaciones PRODUCE, como instrumento principal para la financiación de la investigación, validación y transferencia de tecnología. Esto sirvió para promover los procesos de adopción tecnológica y de innovación basado en la formalización de alianzas público-privadas que pretendían promover la articulación entre los productores, los investigadores y los entes gubernamentales, a partir de una coordinación nacional denominada COFUPRO, que se encargaría de la gestión y orientación de las prioridades del sector a través de la construcción de una Agenda Nacional de Investigación Agropecuaria; sin embargo, la sinergia esperada entre los actores involucrados —así como a nivel estatal— no se dio debido a la falta de coordinación institucional, principalmente en la implementación de dichos programas. En el año 2003, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) pasó a ser el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

El estudio del IICA (2012), menciona que los sistemas de investigación y transferencia de tecnología en el sector agroalimentario se ubicaban en un proceso de cambio gradual hacia sistemas de innovación bajo un enfoque centrado en procesos interactivos y de relación para la creación y uso efectivo del conocimiento con la participación de todos los actores relacionados con la producción y el desarrollo tecnológico, bajo un marco normativo que define su operación orientada a la innovación, la inclusión de los procesos de divulgación y de gestión del conocimiento. En este sentido, la capacidad para innovar por parte de los pequeños y medianos productores dependerá del grado en que estén vinculados con los demás actores en la cadena de valor y de la organización de los flujos de conocimientos a lo largo de la cadena (Trejo, 2017).

Según menciona la tesis doctoral de Trejo (2017), “en México se fomenta un modelo de transferencia de tecnología (TT) que privilegia un enfoque contractual sobre uno de cooperación en detrimento de la vinculación y equilibrio de su Sistema Nacional de Innovación (SNI), además de priorizar la innovación tecnológica como el fundamento de la transferencia de tecnología. En este contexto, las Oficinas de Transferencia de Tecnología se han convertido en comercializadoras de tecnología, en lugar de ser dinamizadoras del SNI y de atender desafíos sociales de la nación mediante el fomento de la innovación social”.

Por otra parte, la institucionalidad del sector agroalimentario se configura, según las funciones y roles que desempeña, en el nuevo marco de política agrícola que se enmarca en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y la política de Capacitación Rural Integral. Aunque más adelante se detallan las organizaciones e instancias para cada subsistema del SNA, la Tabla 7-3 presenta la información relacionada con la definición y coordinación de la política de CTI para el sector.

Tabla 7-3. Organismos de coordinación y definición de políticas de CTI en el SNIA

Fuente: Elaboración propia.

Nombre de la entidad	Objetivo	Integrantes
<p>Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (CONAHCYT). Ley General de HCTI</p>	<p>Diseñar, planear, formular, instrumentar, evaluar y ejecutar las políticas nacionales en materia de ciencia, tecnología e innovación, como órgano asesor de la presidencia de la República.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Director general del CONAHCYT. • 26 centros públicos de investigación. • Un organismo internacional asociado. • Un fideicomiso. • Específicos SNIA: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste (CIBNOR), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior Ensenada (CICESE), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) y Colegio de Posgrados de la Frontera Sur (ECOSUR), entre otros.
<p>Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural</p>	<p>Planificar, financiar y ejecutar programas y actividades de desarrollo agrícola y rural.</p>	
<p>Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, antes SAGARPA), en el marco de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y demás marcos regulatorios, conforme a las reformas políticas e institucionales dadas en el 2021</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir la política y orientación del sistema, y coordinar los diversos órganos ejecutores relacionados con la investigación agrícola, la generación de tecnología, la experimentación y el extensionismo. • Desempeñar un rol estratégico de vinculación y concertación con pares de otras dependencias del Gobierno Federal, así como de los niveles de 	<p>SADER transitará de un esquema de delegaciones en cada Entidad Federativa hacia un nuevo modelo de desconcentración y descentralización para la atención de los productores agropecuarios a través de la coordinación de la Red Operativa, integrada por 33 Oficinas de Representación en las Entidades Federativas (OREF) —una por entidad federativa, que desarrollan un Programa Operativo en función de las metas e indicadores del Plan Nacional de Desarrollo—, 193 Distritos de Desarrollo Rural (DDR) y 731 Centros de Apoyo al Desarrollo Rural Sustentable (CADERS), así como Consejos Estatales y municipales, las SEDAGROS (Secretarías de Desarrollo Agropecuario). Esto quiere decir que la Red deberá desempeñar un rol estratégico de vinculación y concertación con pares de otras dependencias del Gobierno</p>

	<p>gobierno estatal y municipal.</p> <ul style="list-style-type: none"> Las demás otorgadas en la reforma del 2016 y en el Manual de organización general de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 	Federal, así como de los niveles de Gobierno Estatal y Municipal.
Comisión Interministerial de Desarrollo Rural Sostenible	Planificar, coordinar y evaluar programas implementados a nivel federal, que tengan como objetivo principal el desarrollo rural sostenible.	

La institucionalidad del sector agropecuario en México tiene en la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) —antes Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA⁶)—, el ente encargado del desarrollo del campo mexicano y líder de la política de desarrollo agrícola, que se sustenta en la *Ley de Desarrollo Rural Sustentable* —última reforma DOF 03-06-2021— y el actual Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. El proyecto de nación —reflejado en el Plan Nacional de Desarrollo— incluye al sector agrícola como preponderante para el desarrollo del país. Adicionalmente, a través de SADER se manejan 16 instrumentos de planeación, entre los que se encuentran el Programa Sectorial, los 4 Programas Nacionales y Especiales, y los 11 Programas Institucionales.

En este sentido, a través de dicho Plan y sus programas sectoriales y regionales, el gobierno federal se encarga de definir los objetivos y metas para el fortalecimiento de la CTI en México dentro del Sistema Nacional de Planeación Democrática, motivo por el que ha establecido tres pilares para el desarrollo de la agricultura: productividad, responsabilidad e inclusión. Lo anterior requiere contar con una visión compartida, con acciones y roles concretos de cada actor, y con indicadores de desempeño que permitan valorar la efectividad de las acciones, con el fin de aumentar la seguridad alimentaria, disminuir la dependencia extranjera y fortalecer los programas de apoyo a la comercialización y la agricultura por contrato.

⁶ SAGARPA cuenta con una estructura a nivel nacional integrada por 32 representaciones —una por entidad federativa—, 192 Distritos de Desarrollo Rural y 731 Centros de Apoyo al Desarrollo Rural, lo que permite instrumentar mecanismos de coordinación y concertación entre los productores, los gobiernos estatales y municipales, y entregar información y orientación de los programas y servicios para el agro. Cabe precisar que la coordinación nacional del sistema (SNIA) es función de las Fundaciones Produce (COFUPRO) y el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica (SNITT).

En general, el SNIA en México presenta gobernanza bajo la coordinación de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y gracias a sus oficinas de representación en las entidades federativas (OREF), por lo que estas tienen en cuenta la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y 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, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIAF), las diferentes secretarías y las Redes de Gestión de Conocimiento, a fin de articular la investigación, la extensión y los productores.

Plan estratégico de CTI para el sector agropecuario

En el caso de México, el Programa Especial de CTI 2021-2024 (PECITI) y el Plan Nacional de Innovación 2019-2024 involucran en específico al sector agropecuario, razón por la que la CTI es diferenciada y transversal a todos los programas sectoriales y estatales, e incluye lineamientos sobre la política de desarrollo regional y descentralización que impulsan la creación de sistemas regionales de innovación en el marco de un modelo PENTA HÉLICE que, a su vez, involucre los grupos poblacionales étnicos y rurales, así como el sector social de la economía.

Según el Programa Especial de CTI 2021-2024⁷ —denominado igualmente Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación—, si bien en las últimas décadas México ha logrado avances en materia de CTI, estas actividades no se han dado a la velocidad requerida —en comparación con otros países, incluso en la propia región de América Latina—, de acuerdo con la baja inversión en CTI —medida a través del gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE) por debajo del 0,5% del PIB—, entre otros aspectos. En este sentido, el gobierno de México reconoce que en el futuro se deberán enfrentar grandes retos que requieren soporte en el conocimiento y la innovación, por lo cual propuso al Congreso de la Unión la necesidad de fortalecer el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, así como de trabajar en una planeación a largo plazo.

El Programa Especial de CTI 2021-2024 (PECITI) fue radicado mediante DOF: 28/12/2021 por el Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación (CONACYT, 2021). Este instrumento contiene los principales elementos para iniciar la consolidación de una política de Estado en CTI, con un horizonte de al menos 25 años y procesos de actualización cada tres años para alcanzar el objetivo estratégico y las líneas más relevantes. En este sentido, el gobierno federal concentra los principales organismos de formulación de políticas, dirección y coordinación, de los cuales los más importantes son el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico y el Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología (CONAHCYT).

Es relevante tener presente que la ciencia y la tecnología son transversales a las instancias y áreas de competencia de la Administración Pública Federal en el marco del Plan Nacional de Desarrollo, razón por la que

⁷ Las competencias del Estado en materia de ciencia y tecnología se localizan en los niveles federal y estatal.

en ellas se incluyen la investigación y uso del conocimiento para el bienestar social, el desarrollo sostenible y la salud. Por tanto, la CTI, la investigación científica y el desarrollo tecnológico, así como a las instituciones que conforman el SNCTI, se colocan en el centro de la gestión pública.

Este PECITI se alinea con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo y, en consecuencia, impulsa un cambio de paradigma en la política de CTI sobre la base del modelo PENTA HÉLICE, razón por la que busca promover una articulación entre el gobierno, la academia, las empresas, la sociedad y el ambiente que involucre los grupos poblacionales étnicos y rurales, así como al sector social de la economía.

El propósito fundamental del PECITI es aportar al logro de los grandes objetivos nacionales con base en la investigación científica y el desarrollo tecnológico como factores determinantes para un desarrollo integral de los mexicanos y para el incremento y eficiencia en el financiamiento y uso de los recursos. Un segundo propósito es involucrar diferentes actores para el desarrollo de estos objetivos como política de Estado, más allá de los cambios sexenales, plazos e indicadores de seguimiento y evaluación, además del mejoramiento de la gobernanza para la mejora continua y ajustes.

Igualmente, a través de este instrumento se incorporan el Programa para el Desarrollo de la Bioseguridad y la Biotecnología (PDBB) y la aplicación de la política de desarrollo nacional en lo regional, con afianzamiento de procesos de descentralización bajo una expresión territorial de y desde lo local —desarrollo propio—, que implica que el desarrollo regional debe ser un elemento central a partir del reconocimiento de las capacidades, prioridades y vocaciones regionales, así como de sus complementariedades con otras regiones, para ser incluidas en la agenda nacional. En este sentido, la CTI debe ser diferenciada y transversal a todos los programas sectoriales y estatales (Tabla 7-4).

Tabla 7-4. Pilares del PECITI

Fuente: Elaboración propia a partir del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación PECITI, 2021-2024.

Pilar	Formulación
Misión	Garantizar los mecanismos de acceso universal —de todos los sectores de la población, particularmente de los grupos subrepresentados— al conocimiento científico, tecnológico y humanístico, así como a sus beneficios, como base del bienestar social.
Visión	Se pretendía que para 2024 México contara con una ciencia pública fuerte que garantizara el bienestar general de la población y del ambiente.

<p>Objetivo general</p>	<p>Exponer los problemas del país en materia de ciencia, tecnología e innovación, así como prever sus soluciones en una proyección sexenal, para contribuir al diagnóstico y a la solución de los grandes problemas nacionales referidos en el PND 2019-2024, a partir de la investigación científica y el desarrollo tecnológico.</p>
<p>Objetivos prioritarios</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Promover la formación y actualización de especialistas de alto nivel en investigación científica, humanística, tecnológica y socioeconómica que aporten a la construcción de una bioseguridad integral para la solución de problemas prioritarios nacionales, de forma que incluyan el cambio climático y aporten al bienestar social. ● Alcanzar una mayor independencia científica y tecnológica, además de posiciones de liderazgo mundial, a través del fortalecimiento y consolidación de las capacidades para generar conocimientos científicos de frontera y de la infraestructura científica y tecnológica, en beneficio de la población. ● Articular a los sectores científico, público, privado y social en la producción de conocimiento humanístico, científico y tecnológico, para solucionar problemas prioritarios del país con una visión multidisciplinaria, multisectorial, de sistemas complejos y de bioseguridad integral. ● Articular las capacidades de CTI de forma que se asegure que el conocimiento científico se traduzca en soluciones sustentables a través del desarrollo tecnológico y la innovación, con lo que se fomenta la independencia tecnológica en favor del beneficio social, el cuidado ambiental, la riqueza biocultural y los bienes comunes. ● Garantizar los mecanismos de acceso universal al conocimiento científico, tecnológico y humanístico, así como a sus beneficios, a todos los sectores de la población. ● Articular la colaboración entre los diferentes niveles de gobierno, IES y centros de investigación para optimizar y potenciar el aprovechamiento y reutilización de datos e información, así como la implementación de políticas públicas con base científica.
<p>Áreas estratégicas prioritarias</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Desarrollo tecnológico: A través de investigación básica, aplicada y adaptativa, avanzar en el desarrollo de la biotecnología, nanomateriales y nanotecnología, genómica, ingenierías para incrementar el valor agregado en las industrias, conectividad informática y desarrollo de las tecnologías de la información, la comunicación y las telecomunicaciones. ● Área ambiental: Mitigación y adaptación al cambio climático, resiliencia frente a los desastres naturales y tecnológicos, aprovechamiento y protección de

	<p>ecosistemas y de la biodiversidad, energías alternativas y los océanos y su aprovechamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo sustentable: Alimentos y su producción, además de estudios de política y prospectiva, con una orientación de largo plazo —al 2040.
<p>Desarrollo de capacidades de base</p>	<p>Funcionamiento articulado de la investigación, formación de recursos humanos, fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica, y fortalecimiento de capacidades.</p>

De acuerdo con lo anterior, el Programa proporciona lineamientos generales de política de desarrollo regional y descentralización que impulsan la creación *de sistemas regionales de innovación* a partir de redes de colaboración que articulan el gobierno, empresa, academia, la sociedad y el sector ambiental, además de que mejoran la política pública y permiten identificar áreas estratégicas y prioritarias desde las regiones —alineadas con la visión nacional—, entre otros. Su orientación reconoce la necesidad de articular y diferenciar las acciones de los sectores productivos a partir del entendimiento de sus dinámicas y de la forma en que contribuyen al avance productivo, económico y social de la nación.

Entre los pilares del PECITI se identifican la investigación, la innovación y la educación. Para el logro de los objetivos en el largo plazo, se requiere instrumentar acciones con las instituciones académicas y de investigación —instituciones de educación superior, universidades, centros públicos de investigación e institutos de investigación—.

Leyes, decretos, estamentos y normas para la CTI

El marco legal nacional sobre los temas de innovación está integrado por la Ley de Propiedad Industrial, la Ley Federal de Derechos de Autor, la Ley General de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación —Ley General de HCTI— y la legislación ambiental (Ortiz & Pedroza, 2015). Para el caso específico del SNHCTI, se cuenta con la Ley de Ciencia y Tecnología promulgada en el año 1970, que crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y que fue modificada en el año 2023. Esta Ley General de HCTI establece las bases para el funcionamiento actual del Sistema Nacional de Humanidades Ciencias, Tecnologías e Innovación de México.

Adicionalmente, se cuenta con la Ley de Coordinación y Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico (1984), la Ley de Protección a la Propiedad Industrial (1991), la Ley Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2002), la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica, la Ley de Ciencia y Tecnología (2002), la Ley de Creación del Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (2002), la Ley de Creación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2002), la Ley de Presupuesto del

CONACYT (2002), la Ley de Aplicación de Estímulos Fiscales (2008) y el Decreto de Reforma de la Ley de Ciencia y Tecnología (2009), entre otras.

Para el caso específico del SNIA, México cuenta con un conjunto de políticas orientadas hacia el mejoramiento de las condiciones relacionadas con el desarrollo rural que involucra lo agropecuario, entre las que se encuentran la Ley de Desarrollo Rural Sustentable expedida en el año 2001, que tuvo su última reforma en 2021. Por otra parte, y a través de la Ley de HCTI, “se estableció el compromiso para que los Estados elaboraran sus respectivas leyes, comisiones de ciencia y tecnología y planes o programas” para el fomento de acciones y desarrollo de capacidades en CTI; sin embargo, pocos Estados han implementado programas o acciones en el marco de la “descentralización de recursos implementados en concertación con la Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología (REDNACECYT) (...) y la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología”, instancias en las que se fijan los criterios de prioridad y operación de los instrumentos de fomento a la CTI con carácter regional (Ortiz & Pedroza, 2015).

Ley específica de un subsistema o sistema nacional de innovación para el sector agropecuario

La Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 2001, aunque ha tenido tres reformas —DOF 12-01-2012, DOF 12-04-2019 y DOF 03-06-2021—. Esta Ley es reglamentaria de la Fracción XX del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y de aplicación general en toda la República. De hecho, según el artículo 2 de la Ley, son sujetos de este marco regulatorio “los ejidos, comunidades y las organizaciones o asociaciones de carácter nacional, estatal, regional, distrital, municipal o comunitario de productores del medio rural, que se constituyan o estén constituidas de conformidad con las leyes vigentes y, en general, toda persona física o moral que, de manera individual o colectiva, realice preponderantemente actividades en el medio rural”.

La Ley tiene como objeto el desarrollo rural sustentable, que incluye la planeación y organización de la producción, industrialización y comercialización agropecuaria, de los demás bienes y servicios asociados a ella, y de todas aquellas acciones tendientes a la elevación de la calidad de vida de la población rural. Para ello, esta Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) deberá tener en cuenta las recomendaciones que emita el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (CONAHCYT).

El artículo 22 de la Ley establece que para “impulsar la generación de investigación sobre el desarrollo rural sustentable y, en particular, el desarrollo tecnológico, su validación, transferencia y apropiación, por parte de los productores y demás agentes, se establecerá el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable (SNITT) como una función del Estado que se cumple a través de sus instituciones y a través de organismos privados y sociales dedicados a dicha actividad”.

El artículo 4 de la Ley promueve el desarrollo rural sustentable a través del fomento de las actividades productivas y de desarrollo social que se realicen en el ámbito de las diversas regiones del medio rural, para lo que procura el uso óptimo, la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales, y se orienta hacia la diversificación de la actividad productiva —incluida la no agrícola— en el campo, además de la elevación de la productividad, la rentabilidad, la competitividad, el ingreso y el empleo de la población rural.

Adicionalmente, en su artículo 36 esta Ley dispone que “en materia de investigación agropecuaria, el Gobierno Federal impulsará la investigación básica y el desarrollo tecnológico; (...) y con base en la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica (Ley de HCTI) y demás ordenamientos aplicables, la Secretaría tendrá a su cargo la coordinación de las instituciones de la administración pública federal cuya responsabilidad sea la investigación agropecuaria, socioeconómica y la relacionada con los recursos naturales del país”.

Marco de gobernanza del SNIA

A través de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) se propende por una acción integral del Estado en apoyo al desarrollo rural sustentable, que incluye el Ejecutivo Federal —en el marco del federalismo y la descentralización; es decir, en coordinación con los Estados y los municipios—, por conducto de la Comisión Intersecretarial⁸, quien coordinará, difundirá y dará seguimiento a las acciones y programas sectoriales y especiales de las dependencias y entidades relacionadas con el desarrollo rural sustentable. Además, la política general relacionada con el desarrollo rural se enmarca en el "Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable" (PEC), soportado por la propia Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS).

Mediante la concertación con las dependencias y entidades del sector público y con los sectores privado y social, y a partir de sus capacidades institucionales y de aquellas de las estructuras administrativas, la Comisión Intersecretarial deberá integrar servicios especializados y los siguientes sistemas: i) el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable; ii) el Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral; iii) el Sistema Nacional de Fomento a la Empresa Social Rural; iv) el Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales; v) el Sistema Nacional de Bienestar Social Rural; vi) el Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable;

⁸ El artículo 21 de la Ley modificada en el 2021 precisa que la Comisión Intersecretarial estará integrada por los titulares de las siguientes dependencias del Ejecutivo Federal: i) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (actualmente SADER), cuyo titular la presidirá; ii) Secretaría de Economía; iii) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; iv) Secretaría de Hacienda y Crédito Público; v) Secretaría de Comunicaciones y Transportes; vi) Secretaría de Salud; vii) Secretaría de Desarrollo Social; viii) Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano; ix) Secretaría de Educación Pública; x) Secretaría de Energía; y xi) las dependencias y entidades del Poder Ejecutivo que se consideren necesarias, de acuerdo con los temas que se traten. Igualmente contará con un Sistema Nacional de apoyo a programas inherentes a la política de fomento al desarrollo rural sustentable, entre los que se encuentra el Servicio Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral.

vii) el Sistema Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agropecuaria y Alimentaria; viii) el Sistema Nacional de Financiamiento Rural; y ix) el Sistema Nacional de apoyos a los programas inherentes a la política de fomento al desarrollo rural sustentable —en lo relativo a reconversión productiva y tecnológica, asistencia técnica, apoyo a la comercialización, equipamiento, entre otros— (LDRS, art. 22). Los servicios que debe integrar son: i) Servicio Nacional de Normalización e Inspección de Productos Agropecuarios y del Almacenamiento; ii) Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agropecuaria y Alimentaria; iii) Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas; iv) Servicio Nacional del Registro Agropecuario; v) Servicio Nacional de Arbitraje del Sector Rural; y vi) Servicio Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral.

Adicionalmente, con la participación del Consejo Mexicano, y bajo principios de federalización, la Comisión Intersecretarial integrará desde lo local los Consejos para el Desarrollo Rural Sustentable —homologados al Consejo Mexicano— en los municipios, en los Distritos de Desarrollo Rural y en las entidades federativas, como instancias de participación y priorización de necesidades por parte de los productores (art. 24). Además, dicha Comisión integrará la Política Nacional de Investigación para el Desarrollo Rural Sustentable, que deberá ser multidisciplinaria e interinstitucional, y que tendrá que considerar las prioridades nacionales, estatales y regionales, así como la programación y coordinación nacional en esta materia, con base en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, en la Ley de HCTI, en el Plan Nacional de Desarrollo y en los demás ordenamientos aplicables. Para ello, debe tomar en consideración las necesidades que planteen los productores y demás agentes de la sociedad rural, de acuerdo con el artículo 33 del capítulo II de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, en lo relativo a la investigación y transferencia de tecnología.

Así mismo, esta Ley dispone en su artículo 34 que “para impulsar la generación de investigación sobre el desarrollo rural sustentable y, en particular, el desarrollo tecnológico, su validación, transferencia y apropiación por parte de los productores y demás agentes, se establecerá el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable, como una función del Estado que se cumple a través de sus instituciones y se induce y complementa a través de organismos privados y sociales dedicados a dicha actividad”.

Este Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología para el Desarrollo Rural Sustentable, tiene como objetivo “Coordinar y concertar las acciones de instituciones públicas, organismos sociales y privados que promuevan y realicen actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico y validación y transferencia de conocimientos en la rama agropecuaria, tendientes a la identificación y atención tanto de los grandes problemas nacionales en la materia como de las necesidades inmediatas de los productores y demás agentes de la sociedad rural respecto de sus actividades agropecuarias”. Este objetivo estará dirigido por SEDER. (art 34 y 35, LDRS). Así mismo, el artículo 41 de esta Ley dispone que “el gobierno federal desarrollará la política de capacitación a través del Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral, atendiendo la demanda de la población rural y sus organizaciones”.

Por otra parte, la Ley de HCTI y el respectivo decreto de creación de INIFAP, soportan el reconocimiento del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, antes INIA), como la entidad que rige su relación con la administración pública federal a través de convenios por resultados, con la Secretaría de

Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, antes SAGARPA) —como coordinadora sectorial—, con CONAHCYT, con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y con la función pública (Informe de INIFAP, 2018; LDRS).

El INIFAP se encargada de realizar la investigación científica a través de los 8 Centros de Investigación Regional (CIR), 38 campos experimentales y 6 Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria (CENID) —de fisiología y mejoramiento animal, de sanidad animal e inocuidad, de la relación agua, suelo, planta y atmósfera, de la conservación y mejoramiento de ecosistemas forestales, de agricultura familiar, y el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG)—, que concentran personal científico especializado a nivel nacional para generar conocimientos y metodologías de punta, y que debe responder a los lineamientos establecidos en el PECITI (Figura 7-4).

Figura 7-4. Distribución de centros de investigación universitarios, regionales y federales por zona agroecológica (INIFAP)

Fuente: Tomado de la página de INIFAP, Consulta 2020. <https://www.gob.mx/inifap/acciones-y-programas/centros-de-investigacion>.



Rol del INIA en el SNIA

El INIFAP es el principal centro de investigación público de México relacionado con el SNIA. Su misión es “contribuir al desarrollo productivo, competitivo, equitativo y sustentable de las cadenas agropecuarias y forestales, mediante la generación y adaptación de conocimientos científicos e innovaciones tecnológicas, y la formación de recursos humanos para atender las demandas y necesidades en beneficio del sector y la sociedad, en un marco de cooperación institucional con organizaciones públicas y privadas” (Informe de rendición de cuentas INIFAP, 2018).

En su rol de articulador institucional para atender la demanda de investigación de productos y servicios en apoyo a la innovación con otros actores del SNIA y el SNI, y como generador de conocimiento y transferidor en materia de CTI, se relaciona con otros así: i) relacionamiento con otras entidades de investigación, que incluyen centros de investigación orientadas a fortalecer el desarrollo rural sustentable —entre estas están el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) y el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ)—; ii) relacionamiento con SADER, empresas rurales y productores; y iii) relacionamiento con transferidores de tecnología, para que los desarrollos generados en los laboratorios, campos experimentales, parcelas y ranchos de los productores puedan tener un uso, entre otros.

En el marco del trabajo compartido con SADER, y bajo un contexto de descentralización, el INIFAP alinea sus actividades de investigación, transferencia de tecnología e innovación con la academia, de forma que se dirijan hacia el logro de los objetivos de política en torno a la autosuficiencia alimentaria con enfoque sustentable —para mejorar los procesos productivos agropecuarios, acuícolas y pesqueros— y al desarrollo rural con prioridad en las microrregiones de Atención Prioritaria (MAP).

Lo anterior está soportado por el desarrollo de “1.341 proyectos de investigación, que se insertan en tres áreas del conocimiento: Agricultura (55%), Medio Ambiente (27%) y Sociedad (18%)”, en el periodo comprendido entre 2022 y 2023. En la ejecución de estos proyectos participan la academia e investigadores del Programa de Investigadoras e Investigadores por México del CONAHCYT —es decir, que el 66% del total de académicos del COLPOS que participan en el desarrollo de los proyectos pertenecen al Sistema de Investigadoras e Investigadores (SNII)—. Igualmente, para cumplir con estos objetivos de política, se establecen convenios específicos de colaboración y prestación de servicios entre instancias de gobierno, centros de investigación, empresas privadas, Consejos Estatales, y Secretarías de Desarrollo de los Estados para la ejecución de los proyectos (SADER, 2022-2023). La Tabla 7-5 presenta la valoración general correspondiente al entorno político-normativo e institucional.

Tabla 7-5. Resumen de valoraciones: Entorno Político-normativo e institucionalidad

Fuente: Elaboración propia.

Subvariables	Escala de desempeño	Nivel de desempeño	Aspectos relevantes
1.1 Plan estratégico de CTI para el sector agropecuario	4,0	Medio	Se cuenta con el PECITI, que es un instrumento integrador de la política en CTI, cuya visión a 25 años —para el año 2040— incluye al sector productivo —entre otros instrumentos—, y que hace énfasis en lo territorial —con evidencias como los Sistemas Regionales de Innovación—. Se cuenta con el Plan Nacional de innovación 2019-2021.
1.2 Leyes, decretos, estamentos y normas para la CTI sectorial	4,0	Alto	México no tiene una política rural nacional explícita. Sin embargo, cuenta con un conjunto de políticas orientadas hacia el mejoramiento de la ruralidad, como la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, su articulación con la política de HCTI y la normativa específica —y su relacionamiento con otros sistemas—.
1.3 Ley específica sobre un sistema o subsistema de innovación para el sector agropecuario/agro industrial, que incluye marco legal que institucionaliza el rol del INIA dentro del SNIA	3,5	Medio	El INIA pasó a ser INIFAP (art 59, Ley CTI). Se creó la Comisión Intersectorial, encargada de integrar la Política Nacional de Investigación para el Desarrollo Rural Sustentable —sectorial— a los demás ordenamientos, de acuerdo con el artículo 33 del capítulo II, en lo relativo a la investigación y transferencia de tecnología. Igualmente, se cuenta con la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, que especifica el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología para el Desarrollo Rural Sustentable (DRS). Sin embargo, no se identifica un marco legal que institucionalice el rol del INIA dentro del SNIA.
1.4 Marco de gobernanza del SNIA	4,0	Alto	Se cuenta con un marco regulatorio que pretende articular lo territorial con el nivel nacional. En este sentido, para lograr la “acción integral del Estado en apoyo al desarrollo rural sustentable (DRS), el Ejecutivo Federal, por conducto de la Comisión

			<p>Intersecretarial, coordina las acciones y programas de las dependencias y entidades, relacionadas con el DRS. La Comisión Intersectorial promueve esta articulación mediante la concertación con las dependencias y entidades del sector público y de los sectores privado y social, y a través de los sistemas creados en el marco de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (art. 21). También contempla la intersectorialidad.</p>
<p>1.5 Rol del INIA en el SNIA</p>	<p>4,0</p>	<p>Alto</p>	<p>En el marco de la gobernanza establecida a través de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y del Sistema de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable, el INIA genera y transfiere conocimiento científico y tecnológico para contribuir al desarrollo sustentable.</p>



Entorno organizacional

En esta sección se desarrolla el análisis de las variables relacionadas con aspectos organizacionales del Sistema Nacional de Innovación (SNI) y del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria o Agroalimentaria (SNIA) en México. Por tanto, se analiza información referente a las estructuras orgánicas de relacionamiento, actores y roles dentro del SNI – SNIA.

Estructura sistémica SNI-SNIA

El análisis de la configuración del Sistema de Innovación y del Sistema Agroalimentario Mexicano (SNIA) trasciende la concepción de sistema de investigación, ya que incluye actores de las cadenas productivas, actores de gobierno y los relacionados con la ciencia, tecnología e innovación (CTI), como universidades, institutos de investigación, agencias de extensión y fomento, entre otros. En este sentido, contempla el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología para el Desarrollo Rural Sustentable y el Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral —y su relacionamiento con otros sistemas—, con lo que denota una visión de sistema (Solleiro, Aguilar y Sánchez, 2015).

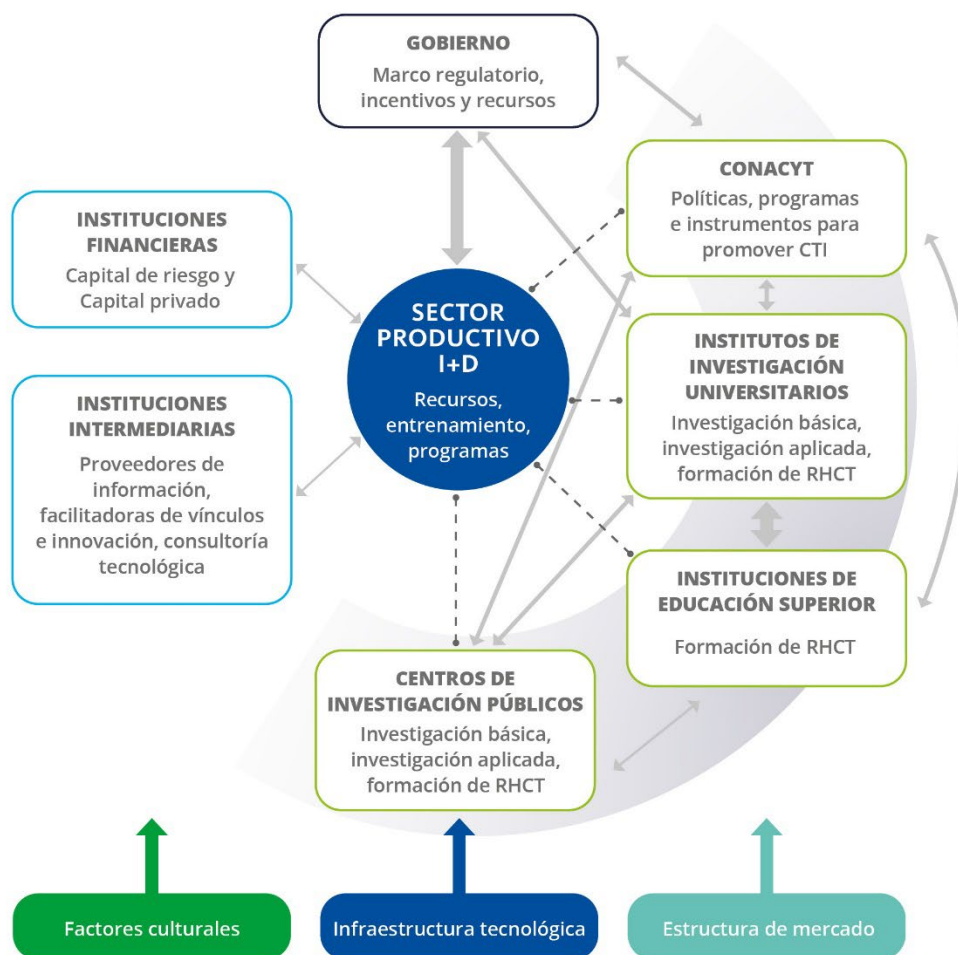
Lo anterior tiene como finalidad expandir el sistema de CTI a través de la trascendencia del enfoque lineal de la ciencia por uno sistémico, que permita reconocer la innovación como el resultado de un trabajo en red, de un aprendizaje interactivo, del reconocimiento —tácito o explícito— de los saberes y de la negociación entre los actores que lo integran bajo un modelo de innovación de PENTA HÉLICE, que incluye lo ambiental (Plan Nacional de Innovación, 2019-2024).

De acuerdo con las nuevas reglas de juego en la política de CTI —expresada en la Ley General de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación de 2023, el Plan Nacional de Innovación 2019-2024, el PECCI 2021-2024 y la Ley de Desarrollo Rural Sustentable del 2021—, los esfuerzos del gobierno se orientan hacia la solución de las problemáticas nacionales prioritarias que se definieron en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 —entre estas el sector rural—.

Bajo este contexto, CONAHCYT y como órgano asesor del gobierno, el CONAHCYT tiene como labor el diseño, implementación y coordinación de la política pública del gobierno federal en materia de investigación científica y tecnológica, así como el desarrollo e innovación para la materialización de la reforma constitucional y política. Para ello, deberá establecer la Agenda Nacional y canales de comunicación efectivos con las diferentes secretarías de Estado y los grupos de científicas, científicos, tecnólogas, tecnólogos y demás sectores y sistemas, para lo cual se requiere la coordinación intersectorial y de múltiples actores entre el gobierno nacional y las regiones (Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024). Adicionalmente, el CONAHCYT coordina el Sistema de Centros Públicos de Investigación (Figura 7-5), que involucra 26 centros.

Figura 7-5. Estructura organizacional del Sistema Nacional de Innovación de México

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



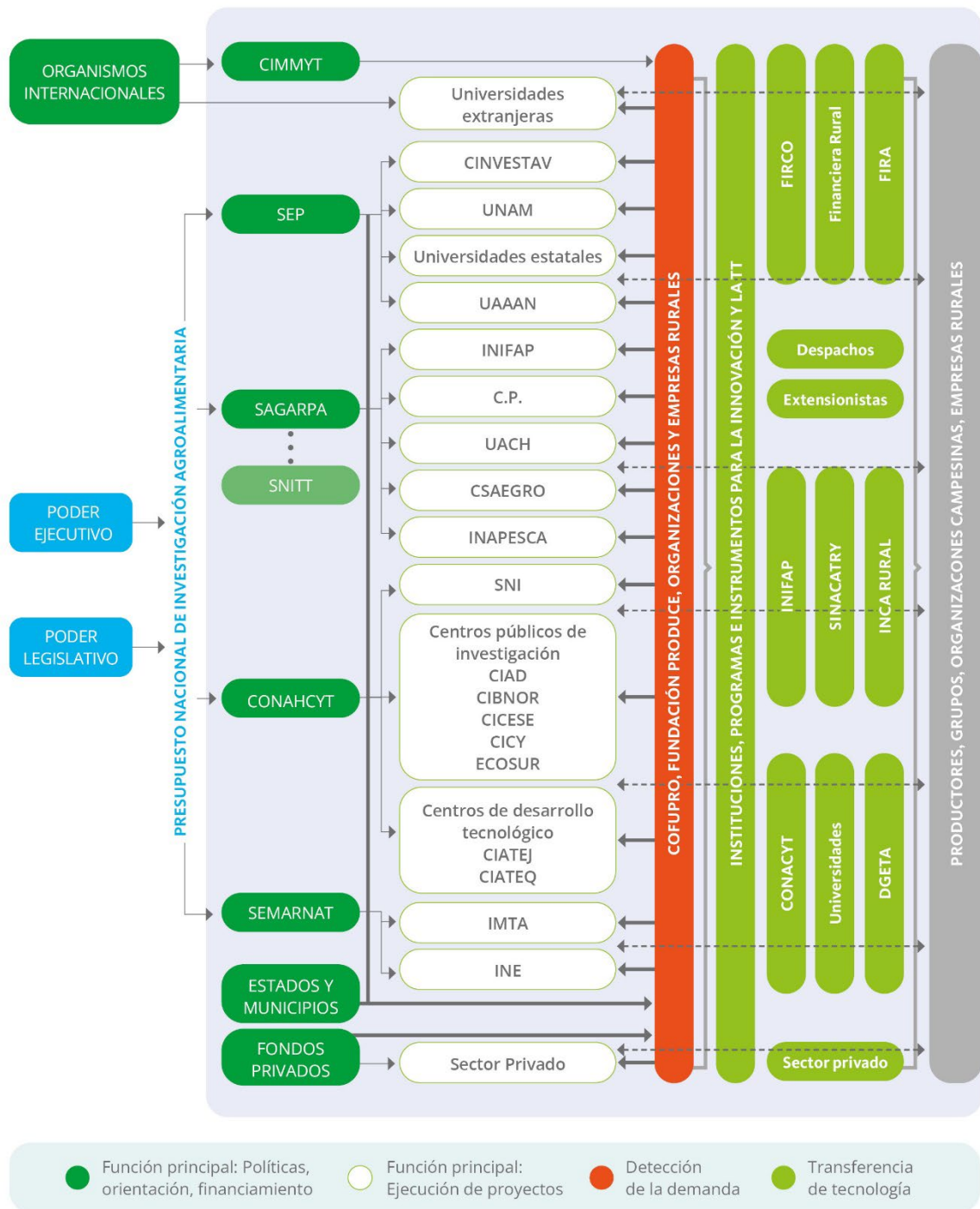
Así mismo, el Consejo podrá crear comités intersectoriales y de vinculación para atender los asuntos que el mismo Consejo determine, en relación con la articulación de políticas, la financiación y la propuesta de programas prioritarios y áreas estratégicas, así como la vinculación de la investigación con la educación, la innovación y el desarrollo tecnológico, además de los sectores productivos y de servicios, bajo un enfoque holístico. En este sentido, la conexión directa entre el SNI y el SNA agroalimentario en México es el gobierno, a través del complejo arreglo institucional y un marco regulatorio apalancado a través de los diferentes instrumentos e instancias.

Bajo este contexto, el Sistema de Innovación del Sector Agroalimentario se encuentra conformado por una red de actores con roles, tales como: i) los que definen, orientan y financian, que están conformados por el CONAHCYT, el Consejo de Estado, la Comisión Intersecretarial, las Secretarías de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), de Economía, de Educación Pública (SEP) y de Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con sus organismos y gobiernos de los Estados; ii) los organismos ejecutores de la política, que son aquellas instituciones públicas y privadas dedicadas a la investigación científica y desarrollo tecnológico, como Centros Públicos de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Universidades e Institutos, entre otros; y iii) instituciones cuya función es la gestión de la innovación, entre los que están las Fundaciones Produce, productores rurales, INCA RURAL, extensionistas, comités regionales y demás instituciones del sistema para la apropiación del conocimiento, entre otros.

Como se mencionó, el SNA presenta una estructura de gobernanza bajo la coordinación de SADER, en la que considera la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y las directrices de la Ley General de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación del 2023, además de los programas derivados del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, entre los que se encuentran el Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024 y los 4 programas nacionales —Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable (PEC), Programa Nacional de Semillas (SNICS), Programa Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA) y Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar (CONADESUCA)—, para lo que deberá coordinar con los diferentes actores y sectores (Figura 7-6).

Figura 7-6. Estructura organizacional del SNIA en México - Sistema de Innovación Agroalimentaria

Fuente: Deschams & Escamilla (2010).



CIMMYT: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.	INIFAP: Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.	ECOSUR: Colegio de la Frontera Sur.
SEP: Secretaría de educación pública.	UACH: Universidad Autónoma de Chihuahua.	CIATEJ: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco.
SAGARPA: Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación.	CSAEGRO: Colegio Superior Agropecuario del estado de Guerrero.	CIATEQ: Centro de Tecnología Avanzada.
SNITT: Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica.	INAPESCA: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura.	IMTA: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
CONAHCYT: Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías.	SIN: Sistema Nacional de Investigadores.	COFUPRO: Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce.
SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	CIAD: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo.	SINACATRI: Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral.
CINVESTAV: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.	CIBNOR: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.	DGETA: Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria.
UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México.	CICESE: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.	FIRA: Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.
UAAAN: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.	CICY: Centro de Investigación Científica de Yucatán.	

SADER (2022-2023) coordina 11 programas institucionales: i) el Programa Institucional de Seguridad Alimentaria Mexicana (SEGALMEX); ii) el Programa Institucional de DICONSA, S.A. de C.V.; iii) el Programa Institucional de LICONSA, S.A. de C.V.; iv) el Programa Institucional del Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA); v) el Programa Institucional del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria (INIFAP); vi) el Programa Institucional del Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural, A.C. (INCARURAL); vii) el Programa Institucional del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA); viii) el Programa Institucional del Colegio de Postgraduados (COLPOS); ix) el Programa Institucional de la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA); x) el Programa Institucional de la Productora Nacional de Biológicos Veterinarios (PRONABIVE); y xi) el Programa Institucional del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO).

De manera adicional a estos programas se encuentran los 13 programas transversales —7 de carácter nacional y 6 especiales—, entre los que se encuentran el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024 —del CONAHCYT—, el Programa Especial de los Pueblos Indígenas y Afromexicanos 2021-2024 —del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI)—, y el Programa Nacional de la Juventud (PROJUVENTUD) 2021-2024 —del Instituto Mexicano de la Juventud—, entre otros, coordinados de manera intersectorial con otras secretarías (SADER 2022-2023).

SADER trabaja en lo territorial a través de convenios de coordinación, concertación y colaboración o cooperación para el desarrollo rural y la seguridad alimentaria con los gobiernos de las entidades federativas y gobiernos. A través de estas modalidades de convenios se realizan acciones y estrategias conjuntas frente al desarrollo de programas y temas como vigilancia epidemiológica de plagas y enfermedades fitozoosanitarias, campañas sobre inocuidad agroalimentaria, sostenibilidad y resiliencia al cambio climático en el Sector Agrícola (CC), Programa de Fertilizantes y programas de apoyo con instancias públicas —entre estas INIFAP, SIAP, FIRCO y CONAZA— (SADER 2022-2023).

En general, el SNIA de México se caracteriza por contar con una diversidad de actores, que incluye tanto los participantes de la cadena productiva —proveedores, productores, agroindustriales, distribuidores, exportadores— como los actores del gobierno y aquellos relacionados con la CTI —universidades, institutos de investigación, agencias de extensión y fomento, INCA RURAL, entre otros—. Sin embargo, persiste un sistema desarticulado en el que, precisamente, el reto es articular sus actores, instancias e instrumentos mediante incentivos claros a la colaboración entre oferentes de conocimiento, las empresas productoras de insumos y maquinaria, empresas agroindustriales, las organizaciones de productores y los centros de investigación y formación, con lo que se busca lograr un sistema de innovación en el marco de un desarrollo rural sustentable.

Organizaciones ejecutoras de I+D+i - Subsistema de investigación y desarrollo

La estructura del SNIA se soporta en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) que, en su artículo 22, menciona que “la Comisión Intersecretarial, mediante la concertación con las dependencias y entidades del sector público y con los sectores privado y social, aprovechará las capacidades institucionales de éstos y las propias de las estructuras administrativas que le asigna su reglamento, para integrar los diferentes sistemas y servicios especializados”, entre los que se encuentra el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable (SNITT, art. 37).

El SNITT —que inició operaciones en 2004 y se ratificó con la reforma de la LDRS de 2021— es dirigido por SADER, por cuanto esta Secretaría coordina las instituciones de la administración pública federal “cuya responsabilidad sea la investigación agropecuaria, socioeconómica y la relacionada con los recursos naturales del país, así como el apoyo a los particulares y empresas para la validación de la tecnología aplicable” (LDRS, art. 36). El SNITT cuenta con un Consejo Directivo conformado por INIFAP, CONAHCYT, SADER, CIMMYT, Tecnológico de Monterrey, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), Consejo Nacional Agropecuario, e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), así como por invitados especiales como INCA RURAL y el Servicio Nacional de Inspección de Semillas.

De acuerdo con su objetivo, el SNITT se encarga de detectar las demandas y problemáticas nacionales, y la coordinación interinstitucional y multidisciplinaria —gobierno, industria y academia—, además de otorgar soluciones a través de proyectos estratégicos, mediante la Agenda Mexicana Agroalimentaria (AMEXAGRO). Igualmente, el capítulo II de la LDRS, en su artículo 33, referencia los lineamientos en materia de investigación y transferencia de tecnología —de acuerdo con lo mencionado en el marco de gobernanza—, por lo que el SNITT contempla institutos relacionados con la investigación y desarrollo científico, productivo e innovación del sector (I+D+i) en el sector primario y las universidades, entre otros, como se muestra en la Tabla 7-6.

Tabla 7-6. Actores y organismos del Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable (LDRS, art. 35)+

Fuente: Elaboración propia a partir de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS, 2021) y otras fuentes.

Nombre entidad	Integrantes
<p>Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (CONAHCYT)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Director general del CONAHCYT. • Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SIIN). • Específicos SNIA: • Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). • Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste (CIBNOR). • Centro de Investigación Científica y de Educación Superior Ensenada (CICESE). • Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). • Colegio de Posgrados de la Frontera Sur (ECOSUR). • Instituciones públicas de investigación agropecuaria federales y estatales. • Instituciones públicas de educación, instituciones de investigación y educación privadas que desarrollan actividades en la materia. • Instituciones internacionales de investigación y desarrollo tecnológico agropecuario y agroindustrial —mecanismos de cooperación—. • Empresas nacionales e internacionales generadoras de tecnología agropecuaria y forestal. • El Consejo Mexicano para el Desarrollo Rural Sustentable, los Consejos Estatales para el Desarrollo Rural Sustentable y la Comisión intersectorial.
<p>Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, antes SAGARPA)</p>	<p>Integrada por 33 OREF —una por entidad federativa—, 192 Distritos de Desarrollo Rural y 731 Centros de Apoyo al Desarrollo Rural.</p>
<p>Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 8 Centros de Investigación Regional (CIR). • 38 campos experimentales. • 6 Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria (CENID).

<p>Secretaría de Educación Pública (SEP)⁹ —Dependencia del gobierno Estatal—</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV)¹⁰. • Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). • Universidades estatales. • Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).
<p>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con sus diferentes organismos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). • Instituto Nacional de Ecología (INE). • Hacén parte de SEMARNAT: • Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). • Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP). • Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). • Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). • Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA).
<p>Fondos privados</p>	<p>Sector privado.</p>
<p>Servicio nacional de inspección y certificación de semillas</p>	<p>Actores del Sistema Nacional de Recursos Filogenéticos, productores y SENASICA — norma y opera la regulación fito-zoosanitaria—.</p>
<p>Secretaría de Economía (SE)</p>	<p>Máximo órgano del gobierno que apoya el crecimiento empresarial (PYME). Administra el <i>Comité Intersectorial para la Innovación</i> (CII) y está facultado por la Ley de Ciencia y Tecnología para diseñar y operar la política de innovación — gobierno, academia, industria—. Es encabezado por la Secretaría de Economía (SE), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Secretaría de Educación Pública (SEP). La SE administra 3 fondos:</p>

⁹ SEP tiene como objetivos: i) atender las políticas y estrategias establecidas por el ejecutivo estatal en lo relativo a educación; ii) crear condiciones que aseguren acceso a la educación con calidad de todos los mexicanos; y iii) garantizar una educación integral incluyente, equitativa y de calidad.

¹⁰ CINVESTAV es líder en investigación y formación en recursos humanos de alto nivel, que incluye 32 maestrías y 32 doctorados, avalados en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

	<ul style="list-style-type: none"> • Fondo de Innovación Tecnológica (FIT), que impulsa actividades de DT. • Fondo sectorial de innovación (FINNOVA), que impulsa temas en biotecnología, tecnologías limpias y manejo de las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT). • Fondo de Capital Emprendedor.
<p>Agentes de I+D y difusión: Institutos y Centros Públicos de Investigación y Desarrollo Tecnológico agroalimentario, así como Universidades. Son organismos ejecutores de la política de I+D en el sector, que buscan gestionar la innovación y difusión de la I+D+i</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), que es el principal organismo público ejecutor de investigación y transferencia de tecnología. • Colegio de Posgraduados, que es una institución pública de educación, investigación y vinculación. • INAPESCA, que realiza investigación científica y tecnológica, desarrollo, innovación y transferencia tecnológica en materia de pesca y acuicultura; cuenta con 14 C.I. • Universidad Autónoma Chapingo (UACH). • Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAN). • Institutos Tecnológicos Agropecuarios, dependientes de la Secretaría de Educación Pública (SEP). • Facultades de agronomía y veterinaria de universidades estatales. • Los consejos estatales de ciencia y tecnología. • Los patronatos de apoyo a la investigación y fundaciones estatales para fomento y apoyo a proyectos con orientación a la transferencia de tecnología. • Otras entidades públicas que realizan I+D en el sector: • Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). • Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). • El Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). • El Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ). • El Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ). • COFUPRO, que promueve la transferencia de tecnología a productores. • MasAgro, que refiere a la Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional.

El gobierno mexicano, junto con el CIMMYT, unen esfuerzos para fortalecer la seguridad alimentaria a través de la investigación y el desarrollo, la generación de capacidades y la transferencia de tecnologías a pequeños y medianos productores de trigo y maíz.

Así mismo, a través del SNITT se “propicia la articulación de los sistemas de investigación para el desarrollo rural a escala nacional y al interior de cada entidad, y la vinculación de éstos con el Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral; (...) la vinculación entre los centros de investigación y docencia agropecuarias y las instituciones de investigación; (...) [y el fortalecimiento de] las capacidades regionales y estatales, propiciando su acceso a los programas de investigación y transferencia de tecnología” (LDRS, art. 37). Adicionalmente, se atiende a las necesidades en materia de ciencia y tecnología de los productores y demás agentes de las cadenas productivas agropecuarias y agroindustriales, se promueve la generación, apropiación, validación y transferencia de tecnología agropecuaria, y se impulsa el desarrollo de la investigación básica y aplicada y el desarrollo tecnológico; entre otros propósitos.

Organizaciones de transferencia de resultados de I+D+i - Subsistema de extensión agropecuaria

Rendón, Roldán, Hernández & Cadena (2015) mencionan que México ha adoptado diversos modelos de extensión producto de cambios conceptuales, enfoques, e interpretaciones por parte de los tomadores de decisiones de la política, por lo que se pasó por el modelo norteamericano en la década de los años 80, se separó el componente de investigación del productivo y del demostrativo en los años 90 y se pasó en el año 2000 a un modelo desvinculado de los centros de enseñanza e investigación, y privatizador de libre demanda, para luego llegar hasta el modelo nodo de innovación en el año 2010, en el marco del Programa MasAgro.

Actualmente, el modelo presenta un esquema de libre demanda y se oferta como un servicio que se presta desde lo público y privado con la creación de un mercado de prestadores de servicios profesionales (PSP) y, en menor proporción, por entidades de educación. Lo anterior resulta de la implementación del Programa Soporte y Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural (2008-2013) por parte de SAGARPA (hoy SADER).

McMahon *et al.* (2011, citado por Rendon et al., 2015) referencian que no se ha consolidado un Sistema Nacional de Extensión a pesar de que existan todos los elementos necesarios para conformarlo, lo que quiere decir que no se han desarrollado los procesos sociales sostenibles, basados en el conocimiento y la innovación, la integración entre la investigación, la formación, la enseñanza y la extensión, y la participación y comunicación horizontal, así como la alineación entre la investigación y la solución a las problemáticas reales de los productores rurales, de manera que posibilite el mejoramiento en su calidad de vida. En otras palabras, los

servicios de extensión en México se han caracterizado básicamente por contar con un propósito no explícito — cambios en los propósitos variados y frecuentes—, un presupuesto creciente no orientado¹¹ y con una adaptabilidad y creatividad comprendidas como cambios de nombre a modelos similares (Rendón, R., et al 2015).

En este sentido, SADER coordina dicho sistema a través de la red operativa, integrada por 33 Oficinas de Representación en las entidades federativas (OREF) —distribuidas en cada Estado—, así como por 193 Distritos de Desarrollo Rural (DDR) y 713 Centros de Apoyo al Desarrollo Rural Sustentable (CADERS), a través de los cuales hace presencia en todo el territorio. La Tabla 7-7 presenta los actores que integran el sistema de extensión rural en el SNIA.

Tabla 7-7. Actores y organismos del sistema de extensión rural– SNIA

Fuente: Elaboración propia a partir de varias fuentes (2020).

Nombre de la entidad	Integrantes – roles
<p>Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, antes SAGARPA)</p>	<p>SADER está integrada por 33 OREF —una por entidad federativa—, 192 Distritos de Desarrollo Rural y 731 Centros de Apoyo al Desarrollo Rural. Para adelantar las acciones correspondientes, SADER debe coordinar los procesos de Transferencia de Tecnología a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable (SNITT), que es responsable de coordinar las actividades de los sectores público y privado en la investigación científica agrícola, el desarrollo de tecnología y la transmisión de conocimientos. El SNITT responde a la Subsecretaría de Agricultura. • Consejos de Desarrollo Rural Sustentable. • El Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Integral (SINACATRI)¹², que asume la responsabilidad en materia de capacitación y transferencia de tecnología y responde a la Subsecretaría de Desarrollo Rural.

¹¹ Entre los años 2001 y 2013 el presupuesto destinado al sector se ha incrementado alrededor de 10 veces, pasando de 433 a 4.570 millones de pesos. El número de asesores pagados con recursos públicos aumento 2,5 veces de 2006 a 2013, pues pasó de 11.078 a 28.003. De acuerdo con los resultados de cobertura y de la dinámica en los rendimientos nacionales, su impacto se considera bajo.

¹² SINACATRI opera como un servicio cuyas funciones se orientan principalmente a: i) dirigir, programar y ejecutar actividades de capacitación y asistencia técnica rural integral; ii) promover la capacitación vinculada a proyectos específicos con base en las necesidades locales y con la participación de los productores; iii) establecer un sistema de evaluación y registro permanente; y iv) proporcionar servicios de

<p>Agentes y organizaciones de TI - Sistema Nacional de Transferencia de Tecnología e Innovación (SNITT) — coordina con SADER—</p>	<p>Actores públicos y privados mencionados en la Tabla 7-6. Centros de investigación públicos y privados, INIFAP, Secretarías de Educación, Economía y Medio Ambiente y Recursos Naturales, entre otros.</p>
<p>Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral (SINACATRI)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dirección General de Desarrollo de Capacidades y Extensionismo Rural de SADER. • CONAHCYT. • Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGTA). • Actores de SINACATRI, bajo un enfoque integral territorial y de desarrollo de capacidades. • Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural (INCA RURAL¹³). • Agencias para la gestión de la innovación (AGI)¹⁴. • Organizaciones no gubernamentales (ONG). • Organismos internacionales¹⁵ o regionales.

educación no formal para el desarrollo rural integral. En el nivel federal, y por conducto del SINACATRI, la Secretaría de Desarrollo Rural es responsable de supervisar la organización del servicio.

¹³ El INCA RURAL tiene como parte de sus funciones el diseño y coordinación de los procesos de capacitación, la educación no formal, la evaluación, la acreditación y la certificación de servicios profesionales para apoyar los programas públicos en todos los niveles. En el año 2012 surge un nuevo Programa de Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural, que busca la vinculación entre investigación, extensión e innovación.

¹⁴ Conjunto de profesionales con competencias laborales complementarias que les permiten diseñar, operar y evaluar impactos de estrategias de intervención que buscan gestionar la innovación en cadenas agroalimentarias bajo un enfoque de redes territoriales. Existen 29 agencias con el apoyo de la Universidad de Chapingo —a través del Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y de la Agricultura Mundial (CIESTAAM)—

¹⁵ Entre las organizaciones más importantes se mencionan el Banco Mundial, IICA, BID y FAO. En el año 2011, y con el apoyo del IICA y la Coordinadora de las Fundaciones Produce de México, se creó la Red INNOVAGRO, que apoya la difusión de buenas prácticas de innovación institucionales.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Sistema de enseñanza superior e investigación pública¹⁶. ● Sistema de enseñanza superior e investigación privada¹⁷. ● Universidades. ● Extensionistas (PSP). ● Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). Involucra suministros, infraestructura, equipos, centros de acopio y logística. Maneja programas como Agricultura Protegida, Bioeconomía, Bioenergías y Diversificación Productiva Sustentable, entre otros. ● Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). Involucran créditos, asistencia técnica y capacitación. Existen cuatro fideicomisos públicos relacionados con la administración pública federal. ● Sistema de enseñanza técnica¹⁸. ● Agentes certificadores. ● Empresas de base tecnológica. ● Periodismo especializado (TV, radio, internet). ● Productores¹⁹.
<p>Fundaciones PRODUCE²⁰ —creadas</p>	<p>México cuenta con 32 fundaciones Produce que se encargan del financiamiento de la investigación y de la validación y transferencia de tecnología, constituidas en el</p>

¹⁶ Programas de formación asociados a innovación agroalimentaria. Existen 37 instituciones que ofrecen Licenciatura en Agronomía y Fitotecnia, más de 500 con programas en Ingeniería de Alimentos, 28 en Medicina Veterinaria y Zootecnia y 29 en Acuicultura. Las universidades públicas que cuentan con programas de investigación son la Universidad Autónoma Chapingo, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma Metropolitana, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad de Chihuahua —Ciencias de la Carne— y la Universidad de Baja California —Biología Marina y Acuicultura—.

¹⁷ Son pocas las universidades privadas que tienen temas agroalimentarios en sus programas. Algunas son el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey —con formación en Agronomía y centros de investigación en alimentos y biotecnología—, y las universidades Iberoamericana, La Salle y el ITESO —que cuentan con investigación en alimentos y nutrición—.

¹⁸ La Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria de la Secretaría de Educación Pública administra 290 centros de bachillerato agropecuario y forestales que tienen como misión formar técnicos y profesionales en el sector agropecuario y forestal.

¹⁹ Los productores de agricultura comercial relaciones con institutos de investigación principalmente basadas en la contratación de servicios técnicos, mientras los productores de subsistencia tienen poco acceso a las innovaciones y dependen de programas gubernamentales. Énfasis en un sistema informal de innovación sobre la base de intercambio de variedades y conocimiento tradicional.

²⁰ Definen buena parte del programa del INIFAP y de otros órganos ejecutores del sistema e influyen en la asignación de recursos del Fondo Sectorial CONACYT hoy CONACYT-SAGARPA hoy SADER.

<p>en 1996— identifican demandas a través de agendas de innovación (convenios)—</p>	<p>nivel Estatal. Son el canal de comunicación con los productores y los Estados. Tienen como órgano de coordinación federal a COFUPRO.</p>
<p>Instituciones financieras, productores y empresas rurales — lograr la adopción de tecnología—</p>	<p>CONACYT y Fondos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. Se observa también un Fondo Sectorial de investigación en materias agrícola, pecuaria, de acuicultura, de agrobiotecnología y de recursos fitogenéticos, entre otros.</p>
<p>Proveedores de insumos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proveedores de genética animal. • Productores de genética vegetal. • Productores de agroquímicos. • Productos biológicos —biofertilizantes, bioplaguicidas—. Es importante por cuanto los inversionistas mexicanos tienen vínculos con los centros de investigación y universidades. • Equipos para la generación de energías alternativas —generación de equipos solares y biodigestores—. • TIC aplicados al sector agroalimentario, soluciones a la medida, software y aplicaciones en dispositivos móviles, entre otros. • Redes de servicios técnicos especializados —PSP, red de profesionales registrados para la prestación del servicio de extensión rural—. • Sanidad animal —vacunas, sueros, probióticos y medicamentos genéricos—. • Maquinaria y equipo agrícola —multinacionales con plantas de producción en México, como John Deere y AGCO—. • Dependencia de importaciones de sembradoras y cosechadoras.
<p>Industria procesadora y comercio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Industrias de alimentos y bebidas. Cuentan con departamentos de I+D que posibilitan realizar innovaciones de producto para los diversos segmentos de mercado; algunas tienen acuerdos de colaboración tecnológica con institutos de investigación. Realizan impulso de productos tradicionales. • Industrias procesadoras de productos agropecuarios. Se centran en la utilización de insumos agropecuarios como fibras de algodón, madera y

muebles, cuero y calzado, papel, tabaco, alcohol y biocombustibles. Tienen poca vinculación con universidades y centros tecnológicos y de investigación.

- Agentes acopiadores y de comercialización. México cuenta con infraestructura para el acopio, almacenamiento, transporte y distribución de productos, con énfasis en exportación de frutas y hortalizas y la importación de granos y oleaginosas. Existe dominio por parte de grandes consorcios globales como Cargill y ADM.
- Agentes del segmento de alimentación. Se conjugan grandes consorcios globales —Walmart— con empresas nacionales de diversos tamaños. Se hacen esfuerzos por apostar a los productos tradicionales.

Organizaciones de formación de capacidades para la I+D+i - Subsistema de formación de capacidades para la innovación

En el marco de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS), y en atención a la demanda de la población rural y sus organizaciones —conforme a lo dispuesto en los artículos 41 al 52 de dicha Ley—, se estableció el Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral (SINACATRI). Este sistema está integrado, entre otros, por: i) el Consejo Mexicano para el Desarrollo Rural Sustentable; ii) los consejos estatales para el Desarrollo Rural Sustentable; iii) los prestadores de servicios de capacitación certificados con base en normas de competencia laboral y de conformidad con la Ley federal sobre metrología y normalización; iv) los centros de capacitación en la materia, existentes en el país; v) las instancias de capacitación de las organizaciones de los productores; vi) los organismos evaluadores y certificadores de la competencia laboral y los de capacitación, extensión y asistencia técnica del sector público; vii) las instituciones públicas de educación que desarrollan actividades en la materia; viii) los organismos de educación técnica y de capacitación de la Secretaría de Educación Pública; y ix) los distritos de desarrollo rural (art. 44 LDRS).

A través de este sistema, se elabora y ejecuta el Programa Nacional de Capacitación Rural Integral, se validan los programas de capacitación con el fin de mejorar la calidad y cobertura de los servicios de capacitación; se realiza el seguimiento y evaluación a los programas de capacitación y se establece el Servicio Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral como la instancia de dirección, programación y ejecución de las actividades de capacitación y asistencia técnica (art 45 y 46 LDRS). Este Servicio Nacional lo integra un consejo interno y es impulsado por la Comisión Intersecretarial, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas, de forma que se promueve un mercado de servicios especializado.

Cabe precisar que un alto porcentaje de los investigadores trabaja en el sector de educación superior y que varios institutos de investigación gubernamentales ofrecen programas de educación y capacitación. INIFAP tiene fuerte orientación educativa y promueve el vínculo con las universidades, como el Colegio de Estudios de

Posgrados de Ciudad de México (COLPOS), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAN) y la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Por su parte, los Institutos Tecnológicos Agropecuarios dependientes de la Secretaría de Educación Pública (SEP) se enlazan con facultades de agronomía y veterinaria de las diferentes universidades estatales, entre otras. Algunos de los temas de formación relevantes son aquellos relacionados con biotecnología, cambio climático, sostenibilidad ambiental y manejo de cultivos.

Organizaciones para el financiamiento de la I+D+i

En el marco de la Ley de HCTI (capítulo I, título tercero, artículos 29 al 33), el Estado Mexicano sustenta el tema del financiamiento de la CTI a través de las diversas fuentes, instrumentos y mecanismos “de fomento y apoyo contemplados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como en la presente Ley, la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y en las leyes locales en materia de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación”, bajo el principio constitucional de progresividad y no regresión.

En este sentido, se podrán constituir dos tipos de fondos: Fondos CONAHCYT y Fondos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. Los Fondos CONAHCYT, cuyo soporte operativo estará a cargo del CONAHCYT, se crearán y operarán bajo las diferentes modalidades —los institucionales, los sectoriales y los mixtos— que se convengan con los gobiernos de las entidades federativas, y su fin es la financiación para el fomento de la innovación (Tabla 7-8).

Tabla 7-8. Financiamiento de la CTI

Fuente: Elaboración propia a partir de Medina & Villegas (2016).

Tipología de Fondos	Modalidades de apoyo	Mecanismo	Descripción
Fondos sectoriales	<ul style="list-style-type: none"> • Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal (CONAFOR). • Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua (CONAGUA). • Fondo Sectorial de Investigación en Materias Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos (SADER). • Fondo Sectorial de Investigación para la Educación (SEP). • Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo (INMUJERES). • Fondo Sectorial de Investigación para la Evaluación de la Educación (INEE). 	Convocatorias	Son fideicomisos que las dependencias y entidades CONAHCYT constituyen, en conjunto con el CONAHCYT, con el objeto de destinar recursos por secretaría para la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el ámbito sectorial correspondiente. Existen 32 fondos sectoriales, de los cuales 6 se relacionan con lo agropecuario y rural.
Fondos institucionales. Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de	No cuenta con modalidades de apoyo. Su característica principal es la atención a problemas regionales. Se apoyan propuestas a problemáticas comunes de las entidades federativas, lo que permite el aprovechamiento	Este programa inició en 2009 y se enfoca en demandas regionales. Opera mediante el mecanismo de convocatorias para la financiación de	Busca promover acciones científicas, tecnológicas y de innovación, así como la formación de recursos humanos de alto nivel que contribuyan al desarrollo regional, a la colaboración e integración de las

<p>Innovación (FORDECYT)</p>	<p>de las capacidades científicas y tecnológicas como país a través de grupos multidisciplinarios e interinstitucionales.</p>	<p>proyectos por parte de CONAHCYT, con un plazo de duración de 36 meses.</p>	<p>regiones del país y al fortalecimiento de los sistemas regionales de ciencia, tecnología e innovación, mediante el financiamiento de propuestas de alto impacto potencial que aporten soluciones a los problemas y necesidades que limitan el desarrollo.</p>
<p>Fondos Mixtos de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica (FOMIX)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación científica. • Innovación y desarrollo tecnológico. • Creación y consolidación de grupos y redes de investigación. • Creación y fortalecimiento de infraestructura. • Difusión y divulgación. 	<p>Este programa inició en 2001. Actualmente existen 35 fondos — 32 estatales y tres municipales. Opera mediante el mecanismo de convocatorias para la financiación de proyectos, sujetas a las aportaciones anuales de las entidades federativas y la federación.</p>	<p>Estos fondos apoyan el desarrollo científico y tecnológico estatal y municipal a través de un fideicomiso constituido en cada entidad federativa con aportaciones por parte de los gobiernos de los Estados, municipios, y el gobierno federal, a través del CONAHCYT, y en menor medida por las Secretarías de Desarrollo Económico de las entidades federativas. Participan IES y Universidades públicas y privadas, así como Centros Públicos de Investigación (CPI), registrados en RENIECYT.</p>
<p>Estímulos a la Innovación. Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (PEI)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Innovación tecnológica para las micro, pequeñas y medianas empresas (INNOVAPYME). • Innovación Tecnológica para las grandes empresas (INNOVATEC). • Proyectos en red orientados a la innovación (PROINNOVA). 	<p>Este programa inició en 2009 con el objetivo de fomentar en las empresas la inversión en innovaciones, traducidas en oportunidades de negocio. El mecanismo utilizado son las convocatorias.</p>	<p>Dirigido exclusivamente a empresas mexicanas inscritas en el RENIECYT, que realicen actividades IDTI en procesos, productos y servicios.</p>

Los Fondos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, cuyo soporte operativo estará a cargo de los centros públicos de investigación, se establecerán y operarán de conformidad con las disposiciones de la Ley de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación.

Así mismo, en el ámbito de sus competencias, “el Gobierno Federal y los gobiernos de las entidades federativas, de los municipios y demarcaciones, operarán los mecanismos e instrumentos de fomento y apoyo, según su naturaleza, objeto y regulación, que posibilite el acceso a becas en temas de interés público nacional o de atención indispensable que contemple la Agenda Nacional, en universidades, instituciones de educación superior y centros de investigación del sector público” (Ley HCYT, art. 33). Estas se relacionan con becas de posgrado nacionales y al extranjero, becas de vinculación, becas y apoyos de inclusión, y becas de formación en CPI-CONAHCYT.

Igualmente, el financiamiento y apoyo a la investigación e infraestructura científica — laboratorios nacionales con incidencia desde la perspectiva de ciencia de frontera— se relaciona con los Programas Estratégicos Nacionales (PRONACES) y los Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia Social, Cultural y Ambiental (PRONAI). Estos instrumentos de política pública financiados por CONAHCYT articulan los esfuerzos de investigación sobre problemáticas nacionales concretas de atención primordial. Entre los PRONACES que se relacionan con el sector se encuentran, entre otros: i) sistemas socio ecológicos; ii) agentes tóxicos y contaminantes; iii) salud; iv) educación; v) seguridad alimentaria; vi) energía y cambio climático; y vii) cultura.

En cuanto al financiamiento de las actividades en el SNIA, el artículo 22 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable crea el Sistema Nacional de Financiamiento Rural, que se desarrolla en los artículos 116 al 123 de la Ley. En este sentido, el Fondo Sectorial de Investigación en materias agrícola, pecuaria, acuacultura, agrobiotecnología y recursos fitogenéticos opera como fideicomiso creado por SAGARPA —hoy SADER, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural— y el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (CONAHCYT) para resolver los problemas e impulsar el desarrollo en el sector agropecuario. Estas acciones se realizan a través de convocatorias SADER-CONAHCYT, del Fondo Sectorial de Innovación PROSOFT y el Fondo de Innovación Tecnológica (FIT), adscritos a la Secretaría de Economía, al igual que el Fondo Sectorial de Investigación SECTUR-CONACYT adscrito a la Secretaría de Turismo, entre otros.

Así mismo, el artículo 22 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) crea el Sistema Nacional de Apoyos a los programas inherentes a la política de fomento al desarrollo rural sustentable, en los siguientes aspectos: apoyos, compensaciones y pagos directos al productor, equipamiento rural, reconversión productiva y tecnológica, apoyos a la comercialización agropecuaria, asistencia técnica, apoyos y compensaciones por servicios ambientales, estímulos fiscales y recursos para el desarrollo rural sustentable —establecidos en la Ley de coordinación fiscal—, finanzas rurales, apoyos convergentes por contingencias, y todos los necesarios para la aplicación del Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable, aprobado por el presidente de México y que se relaciona con actividades económicas rurales, de educación, de infraestructura y equipamiento comunitario, de servicios ambientales y de seguridad en la tenencia y disposición de la tierra, que se incluyen en el Plan Nacional de Desarrollo.

Desde SADER, en coordinación con la Banca de Desarrollo, operan dos Fondos de garantía: i) el Fondo Nacional de Garantía de los Sectores Agropecuario, Forestal, Pesquero y Rural (FONAGA), que se constituyó específicamente con *Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura (FIRA)*; y ii) el Fondo para la Profundización del Financiamiento Rural (PROFIN), el financiamiento agropecuario y rural constituido en un trabajo coordinado con la Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero (FND).

Sistemas regionales, sistemas territoriales o sistemas locales de innovación

Se identifica la puesta en práctica de sistemas regionales de innovación. Tal es el caso del Estado de Jalisco, que ha logrado capitalizar los diferentes esfuerzos y crear las respectivas leyes, comisiones y planes o programas de ciencia y tecnología —entre estos el sistema regional de innovación—. Lo anterior está apalancado en la respectiva Ley de HCTI y los procesos de descentralización de recursos que han sido implementados en concertación con la Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología (REDNACECYT) (Pedroza & Ortiz, 2015).

Observatorio y Sistemas de información en CTI nacional y sectorial

La Política Nacional de Investigación contemplará el uso de las tecnologías de información y comunicación con los diversos actores de la sociedad rural, tanto para su formulación como para la difusión de avances (Ley HCTI, art. 4). Igualmente, el artículo 22 crea el Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable, y el artículo 109 indica que “El Estado, a través del Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable, integrará y difundirá la información de mercados regionales, nacionales e internacionales, relativos a la demanda y la oferta, inventarios existentes, expectativas de producción nacional e internacional y cotizaciones de precios por producto y calidad, a fin de facilitar la comercialización y mantener programas de apoyo y de capacitación para que las organizaciones de productores y comercializadores tengan acceso y desarrollen mercados físicos y futuros para los productos agropecuarios y forestales”.

Adicionalmente, se identifica el Sistema Integrado de Información Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SIICYT)²¹, a cargo de CONAHCYT, a través del cual se relacionan estadísticas, normativa e instituciones referidas al Sistema de Centros Públicos de Investigación y parques tecnológicos. Sin embargo, no se identifica la existencia de un observatorio.

²¹ Ver: <https://www.siicyt.gob.mx/>.

De conformidad con el artículo 4 y el transitorio décimo tercero de la Ley de HCYT, este sistema integrado de información incluirá el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas, que estará a cargo del CONAHCYT. Igualmente, México cuenta con el Sistema de Información Ambiental y de Recursos Ambientales (SNIARN).

Tabla 7-9. Resumen de valoraciones: Entorno organizacional

Fuente: Elaboración propia.

Subvariables	Escala de desempeño	Nivel de desempeño	Aspectos relevantes
2.1 Estructura sistémica SNI-SNIA	4,0	Alto	Se denota una estructura sistémica en la que el Sistema de Innovación del Sector Agroalimentario (SNIA) está integrado por varios subsistemas y forma parte de un sistema mayor —el SNHCTI—.
2.2 Organizaciones ejecutoras de I+D+i - Subsistema de Investigación y Desarrollo	4,0	Alto	De acuerdo con el artículo 22 de la LDERS, se crea el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable con el fin de integrar y articular los diferentes actores públicos y privados relacionados con la I+D+i, como institutos de educación superior, centros de investigación, institutos tecnológicos agropecuarios e institutos de investigación, entre otros.
2.3 Organizaciones de transferencia de resultados de I+D+i - Subsistema de extensión agropecuaria	4,0	Alto	Bajo la coordinación de SADER, se identifica una diversidad de organizaciones relacionadas con el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable (SNITT), como los Comités Sistema Producto, el Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Integral (SINACATRI) e INCA RURAL, entre otras, tanto públicas como privadas.

<p>2.4 Organizaciones de formación de capacidades para la I+D+i - Subsistema de formación de capacidades para la innovación</p>	<p>4,0</p>	<p>Alto</p>	<p>Se cuenta con el Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral (SINACATRI), que debe responder a SADER bajo un enfoque de acción territorial y desarrollo de capacidades apalancado en el SNITT, que a su vez es responsable de coordinar las actividades del sector público y privado en la investigación agrícola científica, el desarrollo de tecnología y la transmisión de conocimientos.</p>
<p>2.5 Organizaciones para el financiamiento de la I+D+i</p>	<p>4,0</p>	<p>Alto</p>	<p>De conformidad con la Ley de CTI, existen diversos tipos de fondos institucionales y de apoyo a la innovación administrados por el CONAHCYT para el financiamiento de las actividades de CTI, que incluye el sector agropecuario y rural. Desde la LDRS también existen fondos de garantías para el sector.</p>
<p>2.6 Sistemas regionales, Sistemas territoriales o Sistemas locales de innovación</p>	<p>4,0</p>	<p>Medio</p>	<p>El PECITI 2021-2024 referencia la creación de sistemas regionales de innovación y la Ley de HCTI referencia los sistemas regionales de ciencia, tecnología e innovación. Se evidencia con claridad la puesta en marcha de algunos sistemas regionales como el de Jalisco, en el marco de la política nacional y sectorial.</p>
<p>2.7 Observatorio y Sistemas de Información en CTI nacional y sectorial</p>	<p>3,5</p>	<p>Medio</p>	<p>El artículo 22 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable crea el Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable, encargado de proporcionar reportes e información, y que se integra al CONAHCYT. Sin embargo, no se identifica la existencia de un observatorio sectorial.</p>



Entorno económico

Tabla 7-10. Resumen de valoraciones: Entorno organizacional

Fuente: Elaboración propia.

Subvariables	Valor - Fecha	Escala de desempeño	Nivel de desempeño	Aspectos a tener en cuenta
3.1 % del PIB correspondiente al sector agropecuario	4,1% (BM, 2022)	3,0	Medio	De conformidad con el Banco Mundial, la participación del sector al PIB para 2022 fue de 4,1%. El sector primario creció 2,3% y la industria de alimentos, bebidas y tabaco aumentó 1,0%. Igualmente, el subsector agrícola aumentó 3,1% y el pecuario creció 1,6% (SADER, 2023). Se ubicó en el rango $3\% \leq X < 5\%$.
3.2 Proporción del área dedicada a producción agropecuaria (%)	16,5% (INEGI, 2018)	3,0	Medio	Según INEGI, el área superficial total agrícola en México es de 32.4 millones de ha de uso agrícola, lo que corresponde al 16,5% del total de la superficie. Se ubicó en el rango $10\% \leq X < 25\%$.
3.3 Balanza comercial agropecuaria (millones de USD)	9.091 millones de USD (2019)	3,6	Medio	Las exportaciones del sector agropecuario en 2019 fueron de 37.843 millones de USD, que corresponden al 8% del total de exportaciones; están representadas por cerveza, aguacate, tomate, mangos, piña, fresa, frambuesa, carne bovina, nueces y coles. Las importaciones del sector agropecuario

				en 2019 fueron de 28.752 millones de USD, que corresponden al 6,2% del total, y se dan en productos como maíz, soya, lácteos, carne de cerdo y carnes de aves de corral. Se ubicó en el rango $X \leq 10$ mil millones de USD.
3.4 Producción agrícola (toneladas: t)	226,4 ²² millones de t	4,0	Alto	Se ubica en un rango de 50 millones de toneladas $\geq X$.
3.5 Gasto en I+D como proporción del PIB (%)	0,31% 2018 en I+D ²³ (BM, 2021)	2,2	Bajo	1,05% (ASTI, 2013) 0,31% (BM, 2021) $0,1\% \leq X < 0,5\%$.
3.6 Índice Global de Competitividad (IGC)	Puesto 55 de 148 países (FEM, 2022)	2,9	Medio	El futuro del progreso económico se basa en mejorar la productividad y competitividad, crecimiento inclusivo, la PENTA HÉLICE, una economía sostenible tributación y TIC. Se ubica entre 50 y 75.
3.7 Capacidad de innovación —IGC, Pilar 12 IGC—	Puesto 52 en 2019	2,9	Medio	Está en el rango entre 50 y 75.
3.8 Índice Mundial de Innovación²⁴	Puesto 58 (WIPO, 2023)	2,8	Medio	Está en el rango entre 50 y 75.

²² México se destaca como el onceavo productor mundial, y el tercero en América Latina, con 818 productos agropecuarios y pesqueros.

²³ En 2017, el conjunto de países iberoamericanos realizó una inversión que representó el 0,75% del producto bruto regional, mientras que ese mismo indicador para ALC alcanzó el 0,64%. En general, los países latinoamericanos invirtieron menos del 0,7% de sus productos en I+D.

²⁴ El informe de OMPI (2019) menciona que para alcanzar el éxito es necesaria una política gubernamental sólida en materia de innovación. Esto lo demuestran los países que a través de sus políticas dan prioridad a la innovación, pues con ello han mejorado su posición.

<p>3.9 Fuentes de financiamiento — entidades nacionales o territoriales; PGN, FCTI—</p>		<p>3,9</p>	<p>Alto</p>	<p>El Estado Mexicano sustenta el financiamiento de la CTI a través de diversas fuentes, instrumentos y mecanismos, entre los que están la Constitución Política, la Ley Federal de Presupuesto y la Ley de Desarrollo Rural Sustentable —que crea el Sistema Nacional de Financiamiento Rural—; por tanto, existe diversidad de fondos públicos para apalancar los procesos nacionales y territoriales. Si bien aún persisten fallas en la articulación, se evidencian grandes esfuerzos y compromiso desde CONAHCYT, SADER y el sector privado para impulsar la CTI y el desarrollo del sector.</p>
<p>3.10 Mecanismos de financiamiento —convocatorias, incentivos tributarios, fondos especiales—</p>		<p>3,7</p>	<p>Alto</p>	<p>Cuenta con tres tipologías de fondos, pero el principal mecanismo utilizado son las convocatorias con participación de la institucionalidad pública y privada. Se realiza focalización de recursos —dirigidos a planes y programas estratégicos— e incentivos a esquemas de trabajo multiactor y colaborativo, para cubrir necesidades de los actores.</p>

Así mismo, el sistema de centros de investigación es apalancado por el Fondo para el Desarrollo de Recursos Humanos (FIDERH), que es un fideicomiso federal administrado por el Banco de México y sectorizado en CONAHCYT, cuyo objetivo es el financiamiento de estudios de posgrado a estudiantes mexicanos. Igualmente, se realiza una focalización de recursos dirigidos a planes estratégicos, y se cuenta con incentivos a los esquemas de trabajo multiactor y trabajo colaborativo.



Entorno científico-tecnológico

Tabla 7-11. Resumen de valoraciones: Entorno científico tecnológico

Fuente: Elaboración propia.

Subvariables	Valor -Fecha	Escala de desempeño	Nivel de desempeño	Aspectos a tener en cuenta
4.1 Proporción de investigadores por disciplina científica - PF (%)	13,3% a 2020 (SNII, 2020)	5,0	Alto	El Sistema Nacional de Investigadores e investigadoras (SNII) reporta para el 2020 un total de 33.165 investigadores registrados en las 7 áreas del conocimiento; entre estas, el área VI —Biotecnología y ciencias agropecuarias— cuenta con 4.409 investigadores. BM reporta a 2020 una proporción de 358 investigadores por cada millón de personas. De conformidad con el intervalo de valoración, se ubicó en $10\% \geq X$.
4.2 Investigadores del sector EJC/ETC por cada 100.000 productores (EJC/ETC: Equivalencia Jornada Completa)	51 ETC (ASTI, 2013)	4,0	Alta	51 investigadores por cada 100.000 productores. De conformidad con el

				intervalo de valoración, se ubicó entre $50 \leq X < 100$
4.3 Investigadores EJC/ETC en ciencias agrícolas (EJC/ETC: Equivalencia Jornada Completa)	3968 (ASTI, 2013)	4,0	Media	Para 2013, se contaba con 3968 investigadores en agro y 29.921 en todas las áreas. Sin embargo, a 2020 el SNII reportó 33.165 investigadores registrados, de los cuales 4.409 son del área de ciencias agropecuarias. De conformidad con el intervalo de valoración, se ubicó entre $2000 \leq X < 5000$.
4.4 Investigadores EJC en ciencias agrícolas con doctorado, como porcentaje del total de investigadores (%)	47,4% a 2013	5,0	Alto	A 2013 se contaba con 1883 investigadores PhD, dentro del número total de 3968 investigadores agropecuarios. De acuerdo con el intervalo de valoración, se ubicó en $40\% \geq X$.
4.5 Publicaciones en Scopus en ciencias agrícolas, como porcentaje del total de publicaciones del país (%)	17,6% (Scopus, 2023)	3,0	Medio	52.368 equivalente al cálculo de porcentaje del 17,6%. El número total de publicaciones es de 296.948. De conformidad con el intervalo de valoración, se ubicó en $10\% \leq X < 20\%$.
4.6 Patentes otorgadas en ciencias agrícolas	10.821 (WIPO, 2018)	5,0	Alto	10.369 en México (IMPI, 2021) y 102 resultados. De conformidad con el intervalo de valoración, se ubicó en $1000 \geq X$.
4.7 Publicaciones en Scopus en ciencias	16,5% publicaciones	5,0	Alto	Estimado. De conformidad con el intervalo de

agrícolas por cada investigador EJC (publicación/investigador)	por investigador (2020)			valoración, se ubicó en $15 \geq X$.
4.8 Investigadores EJC en ciencias agrícolas con maestría, como porcentaje del total de investigadores del sector (%)	34,5% a 2013	4,0	Medio	A 2013 se contaba con 1.371 MSc., con un total de 3968 investigadores agropecuarios. De conformidad con el intervalo de valoración, se ubicó entre $20\% \leq X < 40\%$.
4.9 Variedades vegetales registradas	6.165 (2020)	3,0	Medio	De conformidad con el intervalo de valoración, se ubicó entre $5000 \leq X < 10000$.

De conformidad con el reporte 2020 de la Universidad de Guanajuato (Nuñez, 2021), el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) del CONAHCYT cuenta con "33,165 investigadores reconocidos por el sistema, de los cuales 8,727 son candidatos a investigador nacional (26,31%), 17,091 investigadores nacionales nivel I (51,53%), 4,793 nivel II (14,36%) y 2,584 nivel III y eméritos (7,79%). Este SNII cuenta con siete áreas de conocimiento: i) matemáticas, física y ciencias de la tierra; ii) biología y química; iii) medicina y ciencias de la salud; iv) humanidades y ciencias de la conducta; v) ciencias sociales; vi) biotecnología y ciencias agropecuarias; y vii) ingenierías.



Entorno de seguimiento y evaluación

Sistema de seguimiento y evaluación al SNIA

Se cuenta con un sistema de seguimiento y evaluación de impacto a programas y proyectos apoyados en Sistemas de información Geográfica para el análisis de acciones en el territorio que permitan orientar la política, así como con el Programa Anual de Evaluación (PAE) desde SADER. En el Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica (SIICYT) del CONAHCYT se publican los diferentes instrumentos, convocatorias, estadísticas, normativa, centros de investigación, programas e instituciones que integran el sistema nacional de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación, además de sus indicadores.

Mecanismos o instrumentos para el seguimiento y la evaluación del SNIA

México lleva a cabo la aplicación de la encuesta sobre investigación y desarrollo tecnológico (ESIDET)²⁵ con el propósito de realizar el levantamiento de información en ciencia, tecnología e innovación. Esto lo realiza en colaboración con el INEGI y el CONAHCYT, mediante el seguimiento de la metodología de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

SADER realiza encuestas en coordinación con INIFAP, relacionadas con la tasa de cambio de la productividad promedia obtenida por los productores agrícolas, pecuarios y forestales a partir del uso de soluciones tecnológicas —indicador—. En el marco del programa de impacto de la pesca en el bienestar social, se aplica una encuesta para la obtención de información estadística y socioeconómica en localidades pesqueras y acuícolas (SADER, 2022-2023).

²⁵ Ver: <https://www.inegi.org.mx/programas/esidet/2017/>.

Generación de indicadores

El CONAHCYT genera indicadores y los publica a través de su sistema integrado SIICTY²⁶. A su vez, a este se integra el Sistema de Información de Indicadores CAR, con la respectiva hoja de vida del indicador, sus características y variables. Entre estos indicadores se identifican actividades de divulgación por personal de ciencia y tecnología, generación de conocimiento de calidad —publicaciones arbitradas—, generación de recursos humanos especializados, proyectos externos por investigador, proyectos interinstitucionales y propiedad intelectual, entre otros.

También se identifican los indicadores PECITI, entre los que se encuentran número de centros, unidades o subsedes creados, artículos científicos publicados por cada millón de habitantes, brecha en el índice de capacidades científicas y de innovación de las entidades federativas, participación del sector empresarial en el financiamiento al gasto en investigación científica y desarrollo experimental (GIDE), gasto en investigación científica y desarrollo experimental (GIDE) como porcentaje del PIB, índice de capacidades científicas y de innovación, investigadores por cada 1,000 personas de la PEA ocupada, porcentaje de graduados de doctorado en ciencias e ingeniería respecto al total de graduados de doctorado, porcentaje de empresas que realizaron proyectos de innovación en colaboración con Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros Públicos de Investigación (CPI), participación del sector empresarial en el financiamiento al gasto en investigación científica y desarrollo experimental (GIDE), entre otros.

SADER genera indicadores de acuerdo con el programa presupuestal institucional, regido por la Matriz de Indicadores para Resultados (MIR). Entre estos indicadores se identifican los siguientes: porcentaje de proyectos de investigación de las líneas de generación y de aplicación del conocimiento del Colegio de Postgraduados, número de estudiantes registrados en las opciones educativas del Colegio de Postgraduados, porcentaje de proyectos de transferencia de tecnología y/o conocimientos ejecutados, porcentaje de artículos de investigación publicados en revista con Comité Editorial, porcentaje de población atendida en los proyectos de transferencia de tecnología y/o conocimientos, porcentaje de proyectos de transferencia de tecnología y/o conocimientos ejecutados, tasa de variación de profesionistas graduados en los sectores agropecuario, acuícola y forestal, miembros del CP con reconocimiento del SNI, que realizan investigación en el sector agropecuario, acciones de transferencia de tecnología e innovación en las microrregiones de atención prioritaria, y tasa de variación de profesionistas graduados en los sectores agropecuario, acuícola y forestal (SADER 2022-2023).

Así mismo, el informe de SADER 2022-2023 menciona que el cumplimiento de estos indicadores se realiza de acuerdo con la Ley General de HCTI y el reporte emitido por el Comité externo de Evaluación Institucional, que tiene en cuenta dicho cumplimiento a través de la integración de acciones de educación, investigación y

²⁶ Ver: <https://www.siicyt.gob.mx/>.

vinculación. Al respecto de la educación, se tiene en cuenta el Sistema Nacional de Posgrados (SNP), que cuenta con 30 programas referenciados por CONAHCYT, de conformidad con las necesidades identificadas en el sistema y administradas por SADER.

Desde la investigación se realizan convocatorias para identificar los casos de éxito de los desarrollos tecnológicos que fortalecen la innovación en el sector y los productores. Así mismo, la investigación se organiza a través de la ejecución de proyectos y de 59 LGAC-CP; es decir, que permite fundamentar los proyectos de investigación de los estudiantes de posgrado de manera que se aporte al desarrollo de los productos de investigación enfocados en las problemáticas sobre seguridad alimentaria, sustentabilidad, entre otros.

Para el caso de las acciones de vinculación, se tienen en cuenta los proyectos de transferencia de tecnología o conocimientos aplicados, capacitación, evaluación, asesoría y seguimiento a programas y proyectos por parte de entidades públicas y privadas, actividades de divulgación y difusión, acciones de transferencia de tecnología e innovación en las Microrregiones de Atención Prioritaria (MAP), y demostración y capacitación en tecnologías apropiadas para agricultura familiar.

Tabla 7-12. Resumen de valoraciones: Entorno de seguimiento y evaluación

Fuente: Elaboración propia.

Variable	Escala de desempeño	Nivel de desempeño	Aspectos relevantes
5.1 Sistema de seguimiento y evaluación al SNIA	4,0	Alto	Se cuenta con un sistema de seguimiento y evaluación de impacto a programas y proyectos desde SADER: el Programa Anual de Evaluación (PAE). El CONAHCYT cuenta con el Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica (SIICYT) para publicar los diferentes instrumentos, convocatorias, estadísticas, normativa, centros de investigación, programas, instituciones que integran el sistema nacional de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación, así como y sus indicadores.
5.2 Mecanismos o instrumentos para el seguimiento y la evaluación del SNIA	4,0	Alto	Se han establecido mecanismos como la aplicación de encuestas sobre investigación y desarrollo tecnológico (ESIDET) en colaboración con el INEGI y el CONAHCYT. SADER, realiza encuestas en coordinación con INIFAP sobre el uso de soluciones tecnológicas y el programa de impacto de la pesca, con lo que busca la integralidad

			para el seguimiento y la evaluación del SNIA. Estos mecanismos se encuentran integrados a un sistema.
5.3 Generación de Indicadores	4,3	Alto	Existe una línea de base identificada y una batería de indicadores bien definidos, apropiados desde el SADER y CONAHCYT, que están alojados en un Sistema, que están centralizados y que se publican. Se realiza un seguimiento continuo de los indicadores.



Referencias

- Aguilar, J., Reyes, J. y Rendón, R. (2010). *Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural* (Primera edición). Universidad Autónoma de Chapingo. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/7cc51797-fe3f-410e-9f40-9f0977e15ede>.
- Deschams, L. y Escamilla, G. (2010). *Hacia la consolidación de un Sistema Mexicano de Innovación Agroalimentario*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura —IICA—. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/19598>.
- Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (2001, diciembre 7). *Ley de Desarrollo Sustentable*. https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/juridico/leyes/LEY_DE_DESARROLLO_RURAL_SUSTENTABLE.pdf.
- Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (2023, mayo 8). *Ley General de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGMHCTI.pdf>.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología —CONACYT—. (2021). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024*. <https://conahcyt.mx/conahcyt/peciti/>.
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías —CONAHCYT—. (2019). *Plan Nacional para la Innovación mandatado en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. https://conahcyt.mx/wp-content/uploads/conahcyt/desarrollo_tecnologico_vinculacion_innovacion/PNi_final_26oct2033_2.pdf.
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías —CONAHCYT—. (2024). Sistema Integrado de información sobre investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación —SIICYT—. <https://www.siicyt.gob.mx/index.php/estadisticas/indicadores/descarga-en-excel/indicadores-peciti>.
- Fondo Monetario Internacional —FMI—. (2019). *Informe Perspectivas de la economía mundial*. <https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2019/07/18/WEOupdateJuly2019>.
- Gobierno de México. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. <https://framework-gb.cdn.gob.mx/landing/documentos/PND.pdf>.
- Grupo Banco Mundial (2023). *Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.SCIE.RD.P6>.

- Grupo Banco Mundial. (2024). *México*. <https://datos.bancomundial.org/country/MX>.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura —IICA—. (2012). *Sistema de innovación del sector agroalimentario México*. https://www.redinnovagro.in/documentosinnov/IICA%20SNIA_México.pdf.
- Instituto Nacional de Estadística y Demografía —INEGI—. (2023). Comunicado de prensa número 395 de 2023. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2023/EAP_DMPO23.pdf.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias —INIFAP—. (2018). Informe de rendición de cuentas de conclusión de la administración 2012- 2018. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414879/Informe de Rendición de Cuentas de Conclusión de la Administración.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414879/Informe_de_Rendición_de_Cuentas_de_Conclusión_de_la_Administración.pdf).
- Loray, R. (2017). *Políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación. Tendencias regionales y espacios de convergencia*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0123-885X2017000400068&lng=en&nrm=iso&tlng=es.
- Martínez, C. y García, M.A. (2019). Reforma al CONACYT y al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación en la LXIV legislatura. *Mirada Legislativa*, 168. https://www.researchgate.net/publication/331557694_Reforma_al_Conacyt_y_al_Sistema_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Innovacion.
- Pedroza, A. y Ortiz, S. (2015). Estructura, gobernanza, actores, programas y desempeño del Sistema Nacional y Regional de Innovación: Avances del caso México-Jalisco. XV Congreso Latinoamericano de Gestión de Tecnología. Portoalegre, octubre 19 a 22. <https://altec2015.nitec.co/altec/papers/135.pdf>.
- Rendón, R. Roldán, E., Hernández, B. y Cadena, P. (2015). Los procesos de extensión rural en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(1), 151-161.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural —SADER—. (2023). *Informe de Labores 5, Agricultura, 2022-2023*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/854499/5IL_2023_AGRICULTURA_compressed.pdf.
- Solleiro, J. L., Aguilar, J. y Sánchez, L.G. (2015). *Sistema de innovación del sector agroalimentario: México*. https://www.redinnovagro.in/documentosinnov/IICA%20SNIA_México.pdf.
- Trejo, K. (2017). Surgimiento y desarrollo de las oficinas de transferencia de tecnología como unidades de enlace en los sistemas nacionales de innovación de México, España y Estados Unidos. [Tesis doctoral no publicada]. Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Villegas, E. (2016). Financiamiento de la ciencia, la tecnología y la innovación en las regiones de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 38, 1-18. <https://www.redalyc.org/journal/141/14146082008/html/>.

- World Economic Forum —WEF—. (2024). *Transformation maps*. <https://intelligence.weforum.org/>.
- World Intellectual Property Organization —WIPO—. (2024). *Intellectual property is improving the lives of everyone, everywhere*. <https://www.wipo.int/portal/en/index.html>.

