

Comisión Interministerial de Innovación, Ciencia y Tecnología -CIICT

Reporte de Gestión 10/2014 – 03/2019

Antecedentes

Entre 2012 y 2016, las tasas de crecimiento de la economía salvadoreña han sido modestas. Se han situado entre 1.8% y 2.3% con proyección de una tasa de crecimiento promedio al 2019, entre 2.4% y 2.5% [1]. Dicho crecimiento económico no es lo bastante robusto ni equilibrado para promover un desarrollo económico y social inclusivo, equitativo y sustentable. De hecho, de acuerdo al Índice Global de Competitividad 2016-2017, que elabora el Foro Económico Mundial, el país ocupa la posición 105 entre un total de 138 naciones evaluadas [2]. De acuerdo a este índice, en los pilares relacionados a la ICT, el país ha mejorado en la capacidad de las empresas para innovar y en la sofisticación de los procesos de producción; sin embargo, el país tiene bajos niveles en la calidad de las instituciones de investigación científica, la disponibilidad de científicos e ingenieros y la colaboración universidad-empresa en I+D, entre otros. Por su parte, el Índice Global de Innovación (elaborado por la OMPI y otros organismos) colocó a El Salvador en la posición 103 de 127 economías analizadas en 2017, debido —principalmente— a bajos índices en propiedad intelectual e investigación y desarrollo. Según datos del Banco Mundial, en 2015 El Salvador invirtió en I+D un 0,13% del PIB, por debajo de la media de América Latina (0,767%).

El Salvador debe potenciar el desarrollo del avance tecnológico para mejorar la producción de alimentos, asegurar recursos energéticos sostenibles, mejorar el acceso al agua y, por supuesto, mejorar las condiciones de salud que le permitan a su población enfrentar los retos del cambio climático y sus enfermedades asociadas. Para responder a esta realidad el Gobierno Central creó en 2012 el Comité Interministerial de Innovación, Ciencia y Tecnología, coordinado por SETEPLAN. Este Comité es la instancia responsable de la conducción y la coordinación de la Política Nacional para la Innovación, Ciencia y Tecnología al interior del Órgano Ejecutivo. Este comité está integrado por:

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales - MARN
Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología - MINEDUCYT
Ministerio de Economía - MINEC
Ministerio de Hacienda - MH
Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG
Ministerio de Salud - MINSAL



Apoyos Internacionales

El BID mostró interés en apoyar el trabajo del CICT y realizó dos estudios:

- Ruta para Fortalecimiento del Ecosistema de Innovación, noviembre, 2017.
- Ecosistema de Innovación en la Era Digital, noviembre, 2018.

Estos estudios se presentaron al Comité y constituyen insumos importantes para planificar acciones concretas para el desarrollo de la Política Nacional de Innovación Ciencia y Tecnología.

Principales logros del Comité

- Revisar y actualizar la Política Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología
- Orientar las temáticas a investigar con proyectos a financiarse con los Fondos de Investigación en Educación Superior (FIES), el cual es otorgado por el MINEDUCYT.
- Convocar a investigadores de Instituciones de Educación Superior para la jornada de reflexión sobre el "corredor seco" y para la conformación de grupos de investigación en temáticas afines en el Salvador los cuales podrían ser financiados con el FIES.

Entre los temas a los que debe dar seguimiento están el fortalecimiento de la coordinación entre instituciones, y el fortalecimiento del fondo FIES para apoyar la investigación de problemas de país.

Principales logros de las instituciones que integran el Comité.

1. Medio Ambiente y Recursos Naturales

2. [Viceministerio de Ciencia y Tecnología](#)
3. [Ministerio de Economía](#)
4. [Ministerio de Agricultura y Ganadería](#)
5. [Ministerio de Salud](#)

Medio Ambiente y Recursos Naturales

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) está llamado al monitoreo ambiental y a los fenómenos que pueden desencadenar en desastres y está comprometido a un proceso de transformación y modernización tecnológica y desarrollo de la investigación científica constante. Este proceso abarca las diferentes áreas del ambiente, a saber: atmósfera, tierra, agua, cambio climático, ecosistemas, saneamiento ambiental, entre otros. Todo esto exige que el MARN se mantenga en una búsqueda constante y haga uso intensivo de tecnologías e investigación científica y la aplicación de diferentes modelos matemáticos y herramientas informáticas, entre las cuales mencionamos:

1. Tecnologías para el mapeo del territorio, planificación, ordenamiento y los diferentes usos y coberturas del suelo.
2. Tecnologías para el monitoreo y modelación de fenómenos naturales y la gestión integral del riesgo.
3. Tecnologías para el monitoreo y gestión de la biodiversidad y los recursos genéticos.
4. Tecnologías para el enfrentamiento del cambio climático (mitigación y adaptación).
5. Tecnologías para la difusión, acceso y uso público de datos e información en tiempo real (o casi real) para la atención y respuesta oportuna.
6. Tecnologías para el saneamiento ambiental.

Tecnologías de monitoreo y acceso en tiempo real de fenómenos naturales y modelación.

Para poner a disposición de la sociedad en general, el MARN cuenta con plataformas especializadas basadas en la web, lo que permite un rápido acceso y pone a disposición de la ciudadanía diferentes herramientas de información y tecnologías actuales, como páginas web, redes sociales (el MARN cuenta con difusión de información en las diferentes redes: Facebook, Twitter y Youtube), aplicaciones basadas en Android y Apple para celulares y tabletas, mensajería instantánea y otros canales. Todo esto soportado por una infraestructura tecnológica bajo estándares, lo cual permite estar en línea las 24 horas del día, los 365 días al año. La continua actualización y creciente desarrollo de las plataformas www.marn.gob.sv y www.snet.gob.sv le permiten a la población estar informada todo el tiempo en lo relacionado con el medio ambiente y los recursos naturales. Entre las aplicaciones de información y monitoreo en tiempo real, podemos mencionar:

- La aplicación Weather Hazard, en la que la población cuenta con diferentes

herramientas para estar informada sobre las condiciones del clima; esta aplicación está disponible para dispositivos Android (<http://bit.ly/2Hfj5Ji>). Al igual que esta herramienta, existe otra para el monitoreo de la sismicidad sentida y el monitoreo volcánico en El Salvador.

- Basados en la web, el MARN ha desarrollado una plataforma, que se ha denominada la Estación de Trabajo en Deslizamientos, la cual incorpora aquellos elementos disparadores de los deslizamientos en El Salvador, así como el cambio de las condiciones disparadoras, tales como lluvia o sismos. (<http://bit.ly/2Ev3mrY>).
- Hay todo un proceso de uso de herramientas y tecnología de Sistemas de Información geográfica para el modelamiento y gestión de información espacial en la toma de decisiones.
- Desarrollo de aplicaciones para el monitoreo de la calidad del aire. Esta aplicación está desarrollada para pantallas de formato amplio y que es utilizada en diferentes instituciones que cuentan con estas herramientas en los ministerios, gobernaciones y municipalidades.

Sistemas de Alerta Temprana

Implementación de técnicas de Sistemas de Información Geográfica, Sensoramiento Remoto en la gestión de riesgo ante desastres, cambio climático, monitoreo ambiental y apoyo al sector agropecuario y forestal. Entre estas podemos mencionar:

1. Monitoreo de inundaciones y boletines hidrológicos diarios durante la estación lluviosa (<http://bit.ly/2F64SOk>).
2. Monitoreo de la sequía, que permite establecer oportunamente información para reducir las pérdidas y daños en el sector agrícola (<http://bit.ly/2Eu9lt5>).
3. Exposición de los centros escolares a inundaciones (<http://bit.ly/2EHGpB1>)
4. Medición de la intensidad instrumental ante sismos (<http://bit.ly/2HfYvIS>).
5. Diferentes análisis de afectaciones por condiciones climáticas extremas, como islas de calor en el Área Metropolitana del Gran San Salvador (AMSS).

Generación de Información sobre diferentes coberturas de uso del suelo, gestión y ordenamiento ambiental

Generación y actualización de información usando tecnologías innovadoras, tales como LiDAR (Light Detection and Ranging) que permiten al MARN una actualización de diferentes escenarios de amenazas, así como la generación de conocimiento en el territorio nacional. Esta tecnología (en la que El Salvador es de los pocos países en contar con una cobertura a nivel nacional) está siendo aplicada en diferentes áreas como estimación de biomasa forestal, paleosismicidad, directrices de ordenamiento ambiental y mejoramiento de los modelos de escenarios de amenazas, tales como inundaciones, deslizamientos, caída de flujos de escombros, entre otras.

Toda esta información se pone a la disposición de diferentes plataformas; entre ellas de las más

importantes son de las plataformas geo-referenciadas para la gestión y ordenamiento del territorio, el VIGEA (<http://bit.ly/2BxZx2F>). El VIGEA permite a los diferentes usuarios realizar análisis de capas de mapas en línea y tomar decisiones en cuanto al estado del ambiente y sus territorios. Y la plataforma de datos y ortófonos LIDAR, la cual también está disponible para uso interno del MARN en primer momento y, luego, al público en general.

Vida Silvestre y Biotecnología

La extraordinaria diversidad de ecosistemas, especies y genes que se encuentran en el país es un patrimonio de innegable importancia económica, social y cultural que merece objeto de atención especial. El MARN impulsa y coordina el estudio, caracterización e inventario de la diversidad biológica en sus cuatro niveles de organización: paisajes, ecosistemas, especies y genes, estudiando en cada uno los atributos de composición, estructura y función. Se han logrado avances significativos en los estudios de la dinámica y el funcionamiento de los ecosistemas y los respectivos servicios que prestan; la caracterización, identificación y registro de especies de flora y fauna silvestre (incluyendo su taxonomía), las dinámicas poblacionales, el estado de conservación y tendencias de poblaciones y especies, así como en la caracterización de los recursos genéticos de importancia para la agricultura y alimentación.

En el marco del diseño y construcción del Sistema de Información sobre Biodiversidad de El Salvador, se cuenta con la sistematización de información sobre especies de flora y fauna amenazadas y en peligro de extinción; además se ha construido una base de datos sobre registros de las especies y con distribuciones potenciales en nuestro país, lo cual ha permitido identificar “puntos calientes” de mayor concentración de especies y objetos de conservación.

Se cuenta con el Laboratorio de Biología Molecular y Detección de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) que apoyará los estudios de la variabilidad genética y caracterización de germoplasma, la identificación taxonómica, la estructura poblacional y el estado de conservación de las especies prioritarias. Así como también en la generación de información poblacional y relevante para la conservación y uso sostenible de recursos genéticos estratégicos y especies de vida silvestre amenazada o en peligro de extinción.

Agua y Saneamiento Ambiental

A partir de los impactos que generó el Huracán Mitch en 1998, se evaluó la necesidad de modernizar las redes de estaciones con nuevas tecnologías y adaptadas a las necesidades de monitorear las amenazas naturales en tiempo real y contar con herramientas para la Alerta temprana pronóstico, pensado además como parte de la gestión integrada del recurso hídrico. En la primera década de 2000, se adquirieron nuevas estaciones de medición hidrológica, meteorológica y pluviométrica, las cuales incorporan sensores digitales y —en algunos casos— análogos para medir las diferentes variables, mencionando: contadores electrónicos, medidores de presión automáticos y celdas de presión, entre muchos otros.

Para la trasmisión de datos en tiempo real, las estaciones cuentan con dispositivos que

permiten la comunicación satelital a través de satélites GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellite*), lo cual permite disponer de datos de forma eficiente. Para la transmisión de esta información, las estaciones tienen Sistema GPS (*Global Position System*) y transmisores satelitales. La recepción de los datos se realiza por medio de una estación terrena donde se procesan y a través de software y simultáneamente se almacenan en Base de Datos. Esta información es la base para generar productos derivados y aplicaciones informáticas para el monitoreo. Recientemente, se ha implementado una red de estaciones para lagos y lagunas y para pozos de monitoreo hidrogeológico, las cuales transmiten los datos vía conexión celular. Como parte del monitoreo, se han implementado modelos de pronóstico que incorporan diferentes fuentes de información como estimadores de lluvia por satélite, radares, datos de la red de estaciones en tiempo real y pronóstico basado en modelos globales y locales o de mesoescala. Modelaciones específicas para pronóstico han sido desarrolladas utilizando técnicas de *Machine Learning* y Redes Neuronales, lo cual ha sido un avance en el campo de la hidrología.

Durante los últimos años, la investigación en hidrología ha venido desarrollándose de forma acelerada gracias a las innovaciones tecnológicas aplicadas; ejemplo de ello es la integración de Vehículos Aéreos No Tripulados (DRONES) en los levantamientos de información de campo y soluciones numéricas que suponen una línea de investigación y pueden aportar información relevante sobre escenarios presentes y futuros, incluyendo el cambio climático.

Toda la información que se genera en este campo está disponible en la plataforma del Sistema Hídrico, que estará operacional al público en el primer semestre del 2018.

Viceministerio de Ciencia y Tecnología

Partiendo de una visión sistémica sobre los elementos que conforman el Sistema Nacional de Innovación y de un trabajo tenaz apoyado desde el gobierno central, El Viceministerio de Ciencia y Tecnología desde su creación en 2009 ha contribuido significativamente al desarrollo científico y tecnológico en El Salvador. A continuación, se presentan los principales avances y logros.

Fortalecimiento de la Institucionalidad del Sistema Nacional de Innovación.

A partir de la puesta en marcha de la PNCTI, y como parte del fortalecimiento de la gobernanza del sistema, se creó el Comité Interministerial de la Ciencia, Tecnología e Innovación, como máximo exponente de coordinación y planificación estratégica al más alto nivel del país. Así mismo se constituyó el Consejo Consultivo, como un organismo de consulta, para contribuir recomendaciones y asesoría técnica al Comité.

Siempre en el marco del fortalecimiento de la gobernanza del sistema, se creó el N-CONACYT en 2013, como una unidad desconcentrada del MINED. El N-CONACYT tiene a su cargo la implementación: a) Popularización de la Ciencia y Tecnología, 2) Programa de Becas para cursar estudios de Postgrado, y 3) Observatorio de la Ciencia y Tecnología de El Salvador.

De igual forma se han realizado dos diplomados para la formación de gestores institucionales para la ICT, cuya función primordial es la de actuar como enlaces en las diferentes instancias de gobierno y la sociedad civil para el fomento de las actividades de índole científico, tecnológico y de innovación.

En cuanto al marco normativo del sistema, se creó la Ley de Desarrollo Científico y Tecnológico, en 2012, y su reglamento, el cual entró en vigencia en el 2014, el cual da soporte y orientación al Sistema Nacional de Innovación, mediante la definición de los instrumentos y mecanismos institucionales y operativos fundamentales para la implementación de la política. Asimismo, se ha venido ejecutando un Plan Nacional de Ciencia y Tecnología, tomando como referencia lo establecido en la Agenda Nacional de Investigación. Por otro lado, se formuló la Política Nacional de Popularización de la Ciencia y Tecnología, con el objeto de divulgar la Ciencia en todos los niveles de la sociedad. Como parte de la implementación de esta Política, se han realizado dos Encuestas Nacionales de Percepción Social de la Ciencia, así como Diplomados de Comunicación Social de la Ciencia dirigidos a comunicadores e investigadores, y homenajes a investigadores nacionales e internacionales quienes han contribuido al desarrollo de la ciencia y tecnología en el país.

A partir de 2013, se instauró el Día Nacional de la Ciencia y Tecnología, establecido por ley el 21 de septiembre de cada año, y se han creado los Premios Nacionales de Ciencia y Tecnología en diversas áreas relacionadas, los cuales son entregados anualmente a los mejores resultados de investigación que son expuestos en las ferias de Ciencia y Tecnología.

Fortalecimiento de la Infraestructura Científica y Tecnológica necesaria para el desarrollo de actividades de ICT.

Se han creado y ampliado los espacios de generación de conocimiento a través de los centros de investigación en las áreas de ciencias sociales y humanidades, y en las ciencias exactas. El CICES, creado en 2010, ha sido responsable por el desarrollo de un método propio de síntesis química para la obtención del Benznidazol para el Mal de Chagas y ha obtenido financiamientos significativos para fortalecer capacidades de investigación, tales como el Proyecto SATREPS, financiado por Japón (Asociación de Investigación Científica y Tecnológica para el Desarrollo Sostenible). Los resultados de algunas investigaciones han sido sujetos de patentes a nivel nacional e internacional en países como Estados Unidos, Japón y Brasil.

Por su parte el CENICSH, fundado en 2010, ha contribuido significativamente al Plan Nacional de Formación Docente en Servicio, así como a la creación de programas de estudio en las áreas de ciencias sociales y humanidades, y el establecimiento de espacios permanentes de discusión

de temas de la realidad nacional e interlocución entre los diversos sectores de la sociedad civil, como es el caso del Foro Cultura de Paz. Por otro lado el CENICSH es responsable por la edición de una revista propia e indexada, así como la realización de investigaciones y publicaciones científicas en las áreas de historia, economía, filosofía, educación y realidad nacional.

Adicionalmente, se está contribuyendo al fomento de las ciencias y a su mayor vinculación con las redes de la academia y el sector productivo nacional, mediante la puesta en marcha de programas de fomento a la investigación coordinada entre los sectores, tales como el FIES.

De igual forma, se ha propiciado la creación de organismos de vinculación empresarial y transferencia tecnológica: los Parques Científicos y Tecnológicos, como complejos de innovación tecnológica y productiva para el desarrollo de una competitividad basada en la innovación. Específicamente en 2013, se creó el PTA mediante una alianza entre el MAG, el CENTA, la ENA y el VCyT, como instrumento de país para añadirle valor a la producción agropecuaria. En el marco del PTA, se logró llevar a ciclo completo y cerrado un resultado de investigación que derivó en la creación de BIOFORTIK (bebida biofortificada) y se instaló una planta para su escalado industrial, por medio de la cual se está en la capacidad de suministrar BIOFORTIK a estudiantes del sistema público al nivel de educación primaria. Producto de este trabajo, el PTA obtuvo el premio INNOVAGRO 2015, en la categoría de innovación social. Como un complemento a las necesidades del PTA, se realizan investigaciones en polímeros biodegradables a partir de desechos del agro, investigaciones en acuicultura del camarón e investigaciones en plantas nativas con potencial alimenticio. Desde 2018 el PTA es miembro de la IASP (International Association of Science Parks and Areas of Innovation).

Otra acción importante ha sido la ejecución de los primeros pasos para la creación y establecimiento del Parque Científico Tecnológico dedicado a las ciencias exactas, naturales e ingenierías, mediante la implementación de un proyecto piloto.

Propiedad Intelectual y Patentes.

Los Investigadores de CICES han creado y desarrollado un método de síntesis química propio para la obtención de Benznidazol, molécula usada para el tratamiento de Mal de Chagas. En diciembre de 2016 se obtuvo registro de patente para este método en Estados Unidos y continúa proceso de registro de patente en Japón y Brasil. Además, producto del trabajo e investigaciones en el PTA, 23 marcas han sido registradas para productos desarrollados y actualmente están en proceso 4 solicitudes de patentes en el CNR.

Mecanismos para la Financiación de la Investigación.

Con el presupuesto GOES asignado al MINEDUCYT, se ha creado el fondo FIES para incentivar y financiar la investigación científica a Instituciones de Educación Superior que presenten proyectos que cumplan dos condiciones obligatorias: 1) Tema de investigación en Salud, Energía, Seguridad Alimentaria y Medio Ambiente como áreas privilegiadas por la Agenda Nacional de Investigación y 2) Ser ejecutado por dos o más instituciones salvadoreñas de Educación Superior Universitaria o Técnica, Centros de Investigación. A partir del 2017, se

establece la participación obligatoria de una empresa como una tercera condición.

Alianzas y Convenios regionales e internacionales para la promoción de la investigación, la transferencia tecnológica y el desarrollo de la I+D+i.

Los avances y logros de la ICT en El Salvador durante el anterior y el presente quinquenio, han permitido el establecimiento de alianzas y convenios con diferentes países (México, Costa Rica, Uruguay, Cuba, Japón, Italia, USA, Francia, Rusia, Brasil, España, Venezuela, India, República Checa, Vietnam, Canadá, entre otros), agencias de cooperación, instituciones y organismos internacionales. Actualmente se es miembro de organismos de Ciencia y Tecnología: COMCYT, CYTED, ALCUE Net, CBUES, La Referencia, LLECE, SEGIB, Red INNOVAGRO, CELAC (2017 – Presidencia Pro Tempore). Además, se ha contado con la cooperación de UNESCO, Unión Europea, Fundación ALBA, JICA, Taiwán y KOICA.

Gracias a la gestión del Viceministerio de Ciencia y Tecnología, El Salvador es sede de ICSU para América Latina y el Caribe por 5 años, el cual es un organismo dedicado a la promoción y uso de la ciencia para el beneficio de todas las personas.

Especialización de profesionales en áreas CTI

Se han invertido recursos para fortalecer la base de la capacidad científica y tecnológica nacional mediante la creación de doctorados nacionales en la Universidad de El Salvador en las áreas de matemáticas, biología molecular e ingeniería sísmica. A parte de los doctorados nacionales, a partir del segundo semestre del 2018, se iniciarán con las maestrías nacionales en Biología Molecular y Fundamentos de la Matemática. También, se desarrollaron dos diplomados para la formación de gestores en CTI en cooperación de Cancillería y la cooperación Internacional.

Paralelo a la creación de estos espacios de formación, se ha brindado el acompañamiento en el aprendizaje del idioma inglés para los estudiantes y docentes universitarios interesados en estudiar posgrados nacionales y en el extranjero.

Oportunidades de estudio para jóvenes.

A través del NCONACYT y en coordinación con Cancillería se gestionan y otorgan becas para estudios de posgrado. Para ello, cada año se desarrollan ferias regionales para promover y dar a conocer la oferta de becas de posgrado en el extranjero y se dan a conocer fuentes locales de financiamiento. Asimismo, con el presupuesto del N-CONACYT se asignan fondos para becar a los estudiantes de los doctorados nacionales.

Con presupuesto GOES asignado al MINEDUCYT, se entregan becas que incluyen estipendios para alimentación y transporte, costo de matrícula y mensualidad, para cursar estudios en diferentes especialidades a nivel de Educación Superior Técnica con una inversión de \$5,882,400 anual.

Fomento de la Educación Técnica Inicial y ampliación de la oferta en Educación Media Técnica.

A nivel de tercer ciclo se introduce la Educación Técnica Inicial en centros educativos públicos para estudiantes puedan complementar su formación académica con el desarrollo de habilidades prácticas que les permita aprovechar oportunidades laborales futuras. Asimismo, se ha ampliado la oferta de Educación Media Técnica Vocacional con la modernización y creación de nuevas especialidades técnicas a nivel de bachillerato y Educación Superior Técnica y la certificación de competencias técnicas para beneficiar a jóvenes que no poseen estudios formales en el área técnica. Como un complemento a la formación técnica a nivel bachilleratos técnicos vocacionales y de Educación Técnica Superior, y en apoyo a la productividad nacional, se creó el programa “Seamos Productivos”, el cual facilita el surgimiento de nuevas empresas bajo la filosofía del emprendedurismo cooperativo y asociativo.

Promoviendo la creatividad a través de la Robótica Educativa.

En el campo de la Robótica Educativa se ha creado un kit que combina partes compradas localmente y de piezas provenientes de materiales reciclables, y sus manuales de uso. Docentes y estudiantes han participado en talleres prácticos para conocer los materiales y la metodología empleada con diferentes kits de Robótica Educativa. También, anualmente se promueve ferias regionales en diferentes zonas del país para que docentes y sus estudiantes presenten los proyectos en esta área. Asimismo, se ha creado el Premio Nacional de Robótica Educativa, el cual es entregado el mejor proyecto de aquellos que son seleccionados de las ferias regionales.

Mejoramiento del desempeño docente para la enseñanza de Ciencias y Matemática.

Se contribuyó al mejoramiento de las capacidades de los docentes responsables de las materias de ciencias naturales y matemática por medio de capacitaciones sistemáticas, en las cuales se promueve el enfoque CTI. Este enfoque muestra cómo las ciencias naturales cobran vida en las actividades cotidianas y en el entorno de los estudiantes. Para enriquecer la actividad docente en estas áreas se han producido recursos educativos: Materiales de autoformación e Innovación Docente, videos de Ciencia y Matemática en lo Cotidiano, manuales de laboratorio y libros de resolución de problemas. Se ha contribuido al proyecto de Mejoramiento de los Aprendizajes en Matemática en Educación Básica y Educación Media.

Academias Sabatinas para jóvenes con desempeño sobresaliente.

A nivel nacional, se han establecido 10 sedes de Academias Sabatinas Departamentales para atender a jóvenes con desempeño sobresaliente provenientes de centros educativos públicos y privados. Además, se establecieron dos Academias Sabatinas Experimentales especializadas en Comunicación y Gestión Empresarial. A través de estas academias, se promueve técnica y financieramente la participación de estudiantes sobresalientes en olimpiadas nacionales e internacionales en las áreas de ciencias naturales y matemática, lo que ha permitido a jóvenes

salvadoreños obtener 326 reconocimientos en las olimpiadas internacionales de matemática, química, biología, y física.

Acercamiento de la ciencia a la sociedad a través de los Centros Interactivos para el Aprendizaje de Ciencia (CIAC).

Se han generado acciones importantes para acercar la Ciencia y la Tecnología para lograr una mejor comprensión de ellas por parte de la población estudiantil, docentes y público en general a través de la instalación de tres CIAC en los departamentos de La Libertad, Ahuachapán y Morazán.

Introducción del uso pedagógico de las TIC en las aulas del Sistema de Educación Pública.

Se han dado avances importantes en la introducción del uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en las aulas del Sistema de Educación Pública. Los principales ámbitos del programa son: capacitación de docentes para el uso de las TIC en el aula, desarrollo de materiales digitales educativos propios, adecuación de la infraestructura de los centros escolares para que puedan recibir, usar y resguardar las computadoras, conexión a Internet con fines educativos, y como último componente la dotación de computadoras y equipos complementarios. Como un pilar fundamental para este programa, se creó la primer Planta de Ensamblaje de Computadoras en la región Centroamericana y del Caribe.

Cursos Virtuales a disposición de la Población Salvadoreña

Se diversificó la oferta de los cursos de grado digital con la creación de 3 grados digitales nuevos con los que se adquieren competencias básicas en TIC y se pusieron a la disposición 6 nuevos cursos de especialización propios: 2 cursos sobre el software de modelamiento MODELLUS, 2 sobre el software GeoGebra, 1 sobre Robótica Educativa y 1 sobre software libre para Diseño Gráfico.

Partiendo de una visión sistémica sobre los elementos que conforman el Sistema Nacional de Innovación y de un trabajo tenaz apoyado desde el gobierno central, El Viceministerio de Ciencia y Tecnología desde su creación en 2009 ha contribuido significativamente al desarrollo científico y tecnológico en El Salvador. A continuación, se presentan los principales avances y logros.

Ministerio de Economía

Encuesta Nacional de Innovación Empresarial. Levantamiento y desarrollo de la segunda

Encuesta Nacional de Innovación Empresarial para medir el desempeño del sector Industrial y levantamiento de la línea base del sector Servicios en El Salvador.

Diseño e implementación de mecanismos de financiamiento para la generación de bienes innovadores:

1. Industrias creativas. Más de **71 proyectos** apoyados con **US\$ 3,733,763.6 en cofinanciamiento**.
2. Tecnologías de Información y Comunicación. **Más de 56 proyectos**, apoyados con **US\$1,405,762.54 en cofinanciamiento**, aumentando la productividad de las empresas beneficiadas: **2,087 empleos** (36% mujeres y 63% hombres).
3. Investigación Aplicada Universidad Empresa: **80 proyectos** de empresas de sectores priorizados, desarrollo de nueve prototipos funcionales con el apoyo no reembolsable de **USD\$ 73,322.48**
4. Emprendimientos innovadores: **45 proyectos** emprendedores apoyados con **US\$1,012,500.00** cofinanciados, potenciando la producción de materiales, dispositivos, métodos, diseño, desarrollo y mejora de prototipos, procesos, productos y servicios (**130 nuevos empleos**).
5. Innovación y Tecnología y Calidad y Productividad: **404 MIPYMES**, cooperativas y personas emprendedoras beneficiadas **con US\$13.12 millones** en cofinanciamiento no reembolsable, de los cuales el 70% ha sido otorgado en la línea de innovación y tecnología; 15% en calidad y productividad y 1% en proyectos de eficiencia energética y producción más limpia.
6. Programa de adopción de Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA): **6 iniciativas** apoyadas con **US\$403,975.91** de cofinanciamiento no reembolsable, para la reconversión y mejorar la competitividad de la Industria con la adopción de Buenas Prácticas de Manufactura para la Industria Farmacéutica.
7. Eficiencia Energética: **Premio de Eficiencia Energética**: seis proyectos de eficiencia energética apoyados con cofinanciamiento no reembolsable, por un monto de **USD\$240,000.00**

Creación y fortalecimiento de infraestructura científica y tecnológica necesaria para el desarrollo de actividades de innovación

a) Centro de empaques y envases:

- 33 empresas actualizadas en tendencias de empaques, materiales y procesos de impresión.
- Premio I+D empaque: 5 empresas con prototipo de empaque para mercado local e internacional, con apoyo de **USD\$9,000.00**

El Salvador en una caja: Desarrollo de prototipo de una línea de cinco productos identitarios de El Salvador para mercado de exportación (cinco propuestas finalistas).

b) Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico empresarial de la Industria Textil: listo

para iniciar construcción.

c) Centro de Diseño y Desarrollo de Calzado: equipado para brindar los servicios de laboratorio de análisis físico, químico y mecánico.

d) Centros de Innovación y Desarrollo Tecnológico Empresarial para la Industria Plástica, Química- Farmacéutica y Cosmética, Alimentos y Bebidas, Industrias Creativas y TIC: modelo de operación, áreas de negocio y servicios tecnológicos a brindar por los diferentes centros.

e) El Salvador Digital: Definición de plan maestro.

f) El Salvador Creativo: Definición de plan maestro.

g) Infraestructura para apoyar etapas tempranas de innovación: modelo de Incubadora para los sectores de industrias creativas y Tecnologías de la Información y Comunicación.

h) Observatorio de Industrias Creativas: modelo de operación y servicios de vigilancia tecnológica y competitiva del Observatorio.

i) Observatorio de Alimentos y Bebidas. Desarrollo de estudio de factibilidad. Diseño y preparación para instalación de Laboratorio Nacional de Referencia Acuícola y Pesquero.

j) Se inicia el desarrollo del Instituto de Calidad Químico Farmacéutico y Cosmético (INCAQFC).

Gestión de asistencia técnica para desarrollar actividades de innovación mercado-producto y procesos

- **3,160 MIPYMES y cooperativas** beneficiadas con **capacitaciones y asesorías especializadas** en innovación, calidad y/o transferencia de tecnologías.
- **Exportar con Calidad: 33 MIPYMES** de la industria de **alimentos y bebidas y químico farmacéutico**. Con la ejecución de las etapas de diagnósticos de brechas, capacitaciones y asistencias técnicas para cumplir los requerimientos normativos en los mercados de exportación, concluyendo con las pre auditorías de calidad, **15 nuevos destinos de exportación, 493 nuevos empleos; más de US\$2.7 millones en inversiones privadas.**

Fortalecimiento de la formación de capital humano para realizar actividades de innovación en sectores priorizados. Industrias creativas: 13 docentes formados (formación de formadores), 128 estudiantes formados, 39 pasantías realizadas. Cuatro ediciones realizadas con un monto de USD \$923,300.00

Apoyo a la innovación empresarial para el incremento de la productividad y competitividad de sectores priorizados.

1. Centros de Producción Comunitaria para sectores priorizados para el acceso a producción innovadora.
2. Programa de desarrollo de proveedores y comercialización conjunta

3. Desarrollo del programa de Ampliación de líneas de producción y adopción de tecnología

Generación de normas legales y regulaciones que estimulen la realización de actividades de innovación

Actualmente se avanza en el desarrollo de la Ley del Fondo de Inversión sectorial:

- Avances en la Ley de Fomento de las Industrias Creativas.
- Avances en Ley de Cooperativas Industriales.
- Avances en la generación de normativa nacional para sectores priorizados.

Ministerio de Agricultura y Ganadería

El Ministerio de Agricultura y Ganadería ha logrado grandes avances en la reactivación del agro, enfrentando los desafíos climáticos y económicos mediante la aplicación de tecnologías en el campo con las/los productores. Las diferentes acciones que el MAG desarrolla se enmarcan en el Plan Quinquenal de Desarrollo, se encaminan al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible sobre seguridad alimentaria y nutricional.

Las actividades han sido orientadas a **mejorar las condiciones de los productores**, poniendo a disposición nuevas tecnologías en mejoramiento genético, manejo de cultivos, mejoramiento de procesos de pos-cosecha y procesamiento. De igual manera, se han adquirido equipos de laboratorios de última generación para la realización de análisis e identificación genética de materiales vegetativos criollos.

El MAG, a través del CENTA, contribuye al incremento de la producción y productividad del sector agropecuario y forestal en los cultivos prioritarios, especies animales y recursos naturales renovables, con el fin de satisfacer las necesidades de la población, mejorar las exportaciones agropecuarias y desarrollar la agro-industria local, propiciando mayores ingresos para las y los productores, el manejo racional y sostenido de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente.

En apoyo a la soberanía y seguridad alimentaria, se han puesto a disposición híbridos y variedades de polinización abierta en granos básicos que han demostrado altos rendimientos en campo, tienen mayor tolerancia al estrés hídrico, resisten altas temperaturas, con mayor tolerancia a plagas y enfermedades, soportan mayores densidades y son de aceptación en la población salvadoreña. Se ha incorporado tecnología agroecológica, **disminuyendo el uso de insumos químicos**, se han mejorado los sistemas de riego para la producción agrícola en época seca.

En granos básicos, la producción de semilla genética de alta calidad garantiza la disponibilidad de material genético que se adapta a las condiciones locales, para la producción comercial de semilla en beneficio directo del campo y del pueblo salvadoreño. En hortalizas, se han desarrollado tecnologías en mejoramiento genético, manejo de híbridos y variedades de polinización abierta, manejo integrado de plagas y enfermedades, utilización de insumos agroecológicos menos contaminantes al ambiente, reproducción de microorganismos benéficos para la agricultura y tecnologías de ambiente controlado para la producción eficiente de hortalizas.

Se han ejecutado actividades en la producción de semilla de papa, utilizando técnicas in vitro para la **producción de semilla libre de patógenos**, utilizando variedades comerciales y material genético en proceso de investigación para ponerlo a disposición de las y los productores de papa.

En frutas, se han puesto a disposición de las y los productores, materiales genéticos libres de plagas y enfermedades, de alta calidad, que contribuyen al incremento de la producción frutícola del país, diversificando las fincas, los ingresos y el mejoramiento ambiental

Se está trabajando en la **recuperación de materiales genéticos criollos de cacao** con características de excelente fineza y calidad para el mercado, mediante tecnologías que identifican secuencias génicas; se desarrollan protocolos de fermentación y secado, protocolos que identifican compuestos volátiles.

En pesca y acuicultura, se ha desarrollado infraestructura para el establecimiento de reproducción y producción de peces en estanque. Se ha incorporado tecnología para la aclimatación de especies específicas. Mediante nuevas tecnologías se desarrollan y producen importantes cantidades de alevines, en apoyo a las familias salvadoreñas. Se han realizado **investigaciones pesqueras** para la ordenación y aprovechamiento sostenibles de los recursos pesqueros, mediante la evaluación de biológica pesquera del camarón marino en las costas salvadoreñas y la determinación de factores ambientales que inciden en el crecimiento de especies determinadas de peces, en el lago de Ilopango.

La **reactivación y sostenibilidad de la producción de café** es una prioridad, promoviendo la adopción de tecnologías para el mejoramiento de la calidad del grano, productividad, eficiencia técnica y económica en los sistemas de cultivo.

En café, se han desarrollado metodologías para el monitoreo constante de las enfermedades más importantes (económicamente) para los caficultores; se está renovando el parque cafetero con material genético resistente a la principal enfermedad, la cual afecta drásticamente al cultivo, estas nuevas variedades son resilientes al cambio climático. Se ha impulsado el uso de semilla seleccionada, técnicas en el manejo de concheros, mejoramiento en la elaboración de sustratos para el establecimiento de viveros, los mejores arreglos y disposición de bolsas y tipos de sombras, mejoramiento en la nutrición de la planta en el vivero y se han modernizado los

sistemas de riego a nivel de vivero. En la mayoría de las fincas cafetaleras, se ha realizado un muestreo y análisis de los suelos y planta, el cual ha determinado el estado nutricional de la planta y los niveles de nutrientes existentes en el suelo.

Actualmente, se desarrollan herramientas y mecanismos específicos para mejorar (mediante tecnologías) la producción de grano de café, resiliencia del cultivo frente a las condiciones adversas derivadas del cambio y variabilidad climática. El MAG frente al cambio climático, lo ha tomado como una de sus prioridades, desde la formulación de política pública hasta la ejecución de acciones para la creación de condiciones de resiliencia y de adaptación de la agricultura a la variabilidad y cambio climático. Se han rehabilitado y **modernizado los sistemas de riego en el país**, con el objetivo de potenciar e incrementar las áreas bajo riego y los sistemas productivos mediante mejores tecnologías. Se está introduciendo tecnología energética amigable con el medio ambiente, tecnología para la adecuación parcelaria y moderna infraestructura para las actividades de pos cosecha.

Desde el MAG se promueve la adopción de tecnologías de agricultura sostenible —a través de la implementación de prácticas y **obras de mejoramiento de suelo, agua** y establecimiento de viveros forestales de especies nativas— ayudando a restaurar cuencas hidrográficas para mejorar la infiltración de agua, mejorar la recarga hídrica y construir resiliencia a las y los productores que viven en áreas degradadas, a través de la rehabilitación y mejoramiento de sus medios de vida para aumentar la seguridad alimentaria y nutricional de la población salvadoreña.

El MAG —con el objetivo de divulgar los logros y resultados obtenidos de la investigación generada en el país o introducida, a fin de facilitar la adopción de tecnologías— generó una serie de documentos técnicos: guías técnicas, manuales, informes técnicos, entre otros, con el propósito de llevar soluciones prácticas e innovadoras a las necesidades y problemáticas que enfrenta el agro salvadoreño que, además, sean factibles desde el punto de vista social, económico y ambiental. Se detallan los documentos generados en tecnología.

Ministerio de Salud

En noviembre de 2016, se publicó oficialmente la Política Nacional de Salud que tiene como objetivo general: “Desarrollar el Sistema Nacional de Investigación para la Salud, que integre, oriente y regule los procesos de investigación con estándares metodológicos y éticos, que permita que sus resultados sean utilizados para el desarrollo científico y tecnológico, procurando el mejoramiento de la salud y calidad de vida en el contexto de la persona, familia y comunidad”.

En coordinación con el Ministerio de Economía y el Centro Nacional de Registros, el Ministerio de Salud ha iniciado la discusión sobre el papel de la innovación, propiedad intelectual y desarrollo en el campo de la salud, retomando los principios contenidos en los Aspectos de los derechos de propiedad intelectual relacionados con el comercio. Con apoyo técnico de la Organización Mundial del Comercio, la Organización Mundial de Propiedad Intelectual y la Organización Mundial de la Salud, se ha trabajado en una propuesta de modificación de la actual Ley de Propiedad Intelectual, a fin de incorporar las flexibilidades establecidas en los ADPIC dentro del marco de los tratados comerciales multilaterales, que permita mejorar el **acceso a medicamentos esenciales para enfermedades crónicas** y desatendidas.

La modificación a la Ley de Propiedad Intelectual tendrá un impacto importante en la transferencia de tecnología al sector farmacéutico nacional que permita una autosuficiencia en el **suministro de medicamentos**, cuya comercialización no es rentable para las empresas internacionales debido al tamaño del mercado local y a la baja capacidad adquisitiva de la población. En el tema de financiamiento de servicios y productos innovadores, el Ministerio de Salud ha ejecutado un préstamo proveniente del Banco Mundial para realizar la más grande inversión en equipamiento tecnológico de la red hospitalaria.

La inversión en salud ha permitido iniciar la construcción de varios componentes del **Sistema Único de Información en Salud**, herramientas tecnológicas que se articulan con las redes de servicios sanitarios para la recopilación, procesamiento y análisis de información sobre las investigaciones en salud que se realizan a nivel nacional, así como coordinando con otras instancias públicas como la Dirección General de Estadística y Censos, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el Centro Nacional de Registros y la Secretaría Técnica y de Planificación de la Presidencia.

Algunos **trabajos de investigación** relevantes publicados en el período son: la “Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas en Población Adulta en El Salvador, ENECA-ES 2015”; el estudio “Maternidad y Unión en Niñas y Adolescentes, Consecuencias en la Vulneración de sus Derechos, El Salvador, 2015”; la “Encuesta Nacional de Salud, ENS-2014” (utilizando la metodología MICS de Conglomerados Múltiples); el análisis secundario de la ENS-2014 “Sobrepeso, obesidad y determinantes sociales en niños y niñas de 24 a 60 meses en El Salvador, 2015”. Estudios adicionales como: El registro nacional de investigadores, protocolos de satisfacción de usuarios y diagnósticos situacionales como el de residencias médicas. El impacto de las investigaciones publicadas sobre la enfermedad renal crónica (ERC) permitió identificar que más de la mitad de los pacientes estudiados con ERC no tienen causas tradicionales (diabetes o hipertensión); predominan hombres trabajadores agrícolas desde edades tempranas, pero también se encuentra en niños y mujeres no ligadas a la actividad agrícola.

Además, las **investigaciones ambientales y ocupacionales** demostraron la presencia de pesticidas y metales pesados en agua de pozos, en pisos de tierra de los hogares y en terrenos agrícolas (con mayor concentración en los terrenos en cultivo). Se encontró, adicionalmente, daño NO renal (hipoacusia, alteración de reflejos osteotendinosos, alteraciones vasculares de miembros inferiores) no atribuible a la enfermedad renal, lo que refuerza que la ERC está asociada a tóxicos.

Al mismo tiempo, ha permitido fortalecer las capacidades para la vigilancia sanitaria, creando metodologías innovadoras para identificar, **evidenciar y georreferenciar inequidades sanitarias**. El fortalecimiento del laboratorio nacional de referencia ha permitido contar con nuevas capacidades en la vigilancia de Arbovirus (Dengue, Chik y Zika) con base en los resultados de vigilancia sanitaria, tales como las técnicas ELISA, que detecta anticuerpos en sangre desde el quinto hasta los 90 días, de las cuales actualmente se encuentran en desarrollo capacidades locales de producción de reactivos en estrecha coordinación con Nicaragua y con el apoyo técnico de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). Otras técnicas en desarrollo en el laboratorio son la reacción de Polimerasa en Cadena (PCR) detecta RNA viral en sangre durante los primeros cinco días de la enfermedad y la detección en tejidos (cordón umbilical, placentas y tejido nervioso) de RNA viral por PCR.

También se han fortalecido las capacidades tecnológicas del **Laboratorio Nacional de Referencia** en la vigilancia de virus en alimentos para el cumplimiento del Reglamento Sanitario Internacional, las capacidades adicionales para detección de plaguicidas en alimentos, muestras biológicas (leche materna, semen, tejidos, orina, etc.) y líquidos. Muy importante ha sido la creación de capacidades para la evaluación de la calidad, eficacia, seguridad y costo-efectividad de las tecnologías sanitarias puestas a disposición en el mercado nacional, elaborando informes de evaluación crítica de la evidencia científica disponible que permita la toma de las mejores decisiones para el financiamiento de productos innovadores para la salud.

En el campo del fomento a las actividades de Innovación, Ciencia y Tecnología para el desarrollo de productos, el país ha avanzado considerablemente con la implementación de la **Ley de Medicamentos** que ha permitido regular efectivamente el mercado farmacéutico y mejorar la calidad de la producción de medicamentos, al adoptar **estándares internacionales en las prácticas productivas**, lo cual ha permitido reconvertir al sector farmacéutico con el apoyo de la Banca de Desarrollo Nacional y la banca privada para mejorar su competitividad y abriendo nuevos mercados internacionales.

