

EL IMPACTO DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL DESARROLLO DEL SISTEMA AGROALIMENTARIO EN MÉXICO.

Araceli Olivia Mejía Chávez

*Florentino Bernardo Ramírez Pablo**

INTRODUCCIÓN

Los cambios en los procesos de innovación y de tecnología influyen directamente en la forma en que los gobiernos crean, desarrollan y aplican políticas públicas para impulsar la generación de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Actualmente la creación de conocimiento y ciencia aplicada, a través del desarrollo de innovación tecnológica, ha permitido que los países avanzados tengan un crecimiento en su productividad y la disminución de sus costos, aumentando su competitividad dentro de los mercados internacionales.

El sector agroalimentario es un claro ejemplo del desarrollo y aplicación de tecnología e innovación en el proceso de producción, generando mayores rendimientos y ventajas competitivas. Para alcanzar estos resultados, los países desarrollados actúan bajo los sistemas nacionales de innovación, es decir, los agentes que participan del sector agroalimentario tienen un alto nivel de vinculación, asimismo, trabajan en redes, haciendo más intensa su interacción; aquí la participación del Estado es fundamental para que existan las condiciones y políticas necesarias para la consolidación de sus actividades productivas. (OCDE, 2012). Sin embargo, los países en desarrollo como México, no han podido articularse en un sistema de innovación eficiente, muestra de ello, es el 0.46% de gasto que se destina a la I+D, asimismo, la falta de visión de políticas públicas de largo plazo dan resultados poco confiables en el desarrollo de la CTI en el país.

* Académicos del Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, olivia@iiec.unam.mx; bernar@unam.mx

Por ello, el objetivo de este trabajo es: a) analizar el impacto de la innovación tecnológica en el sector agroalimentario, desde la óptica del ecosistema de innovación, es decir, a través del Sistema Nacional de Innovación Agroalimentario de México (SNIA); b) establecer las ventajas, y retos del SNIA; y, c) puntualizar la fallas que el SNIA ha reproducido por décadas en el país.

Contexto general del sector agroalimentario

En el marco del acelerado proceso de globalización, los países desarrollados experimentan la exigencia de ser cada vez más productivos y competitivos para hacer frente a los requerimientos de los mercados internacionales, alcanzando estos objetivos a través de la innovación tecnológica, considerada como una estrategia clave para el funcionamiento de los procesos de producción de sus sectores económicos prioritarios, como el agroalimentario. (OCDE, 2011).

El sector agroalimentario a nivel mundial se encuentra atravesando importantes transformaciones relacionadas con los avances y cambios tecnológicos, nuevos procesos, incursión en nuevos mercados, permanencia o crecimiento, la seguridad alimentaria; nuevos hábitos alimenticios; la demanda de productos de mejor calidad; cambios institucionales en el orden nacional e internacional; el creciente desarrollo de las economías sustentables y el cambio climático, entre otros. (IICA-INNOVAGRO, 2012). En este contexto, uno de los principales retos en el mundo es lograr que el sector agropecuario se favorezca de la capacidad institucional, empresarial, tecnológica y técnica desarrollada en los países avanzados, mediante la generación de conocimiento para estimular y fortalecer los procesos de innovación en las diversas actividades de dicho sector, convirtiéndose en el hilo conductor a seguir de los países en desarrollo. De este modo, un mayor y mejor desempeño en la integración de los agentes que participan en el sector propicia que se conformen los Sistemas Nacionales de Innovación Agroalimentarios (SNIAs), cuyo impacto se refleja en el crecimiento del sector.

La investigación y transferencia de tecnología en el sector agroalimentario experimentan un proceso de cambio paulatino hacia los sistemas de innovación, sus resultados están en función del dinamismo de las interacciones entre actores e instituciones¹, relacionadas con la producción y el desarrollo tecnológico para atender las necesidades de los productores, consumidores, proveedores, mercados, generadores de conocimiento e innovadores, etc., con el propósito de impulsar el desarrollo del sector y enfrentando los retos globales² que impactarán en la disminución de problemas de educación, pobreza, inseguridad social, desempleo, productividad, competitividad y sustentabilidad, escasa inversión de largo plazo, disponibilidad y difusión de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), cambios en la estructura del aprendizaje y procesos interactivos, entre otros, (IICA-INNOVAGRO, 2012), siempre y cuando exista una mayor articulación de redes y una colaboración integral entre los agentes que participan (Aguilar et al., 2010). En el sistema de innovación “la atención se centra de la investigación y la oferta tecnológica hacia la innovación misma, esto es, se enfoca en los factores que determinan la utilización efectiva del conocimiento, integra la investigación y la generación de conocimiento, e incorpora la difusión y la gestión del conocimiento.” (Desachamps y Escamilla, 2010: 12).

La innovación y el desarrollo tecnológico aplicado al sector agropecuario² han cosechado importantes frutos al obtener mayores rendimientos en la producción reduciendo sus costos. Esto es resultado de una creciente inversión en I+D, y de la activa participación estatal mediante políticas públicas que fomenten el desarrollo, adopción y asimilación de nuevas tecnologías. La I+D también impacta directamente en la optimización de las cadenas de suministro de los

¹ Empresas, organizaciones, Instituciones de Educación Superior (IES), Centros de Investigación (CI) públicos y privados y dependencias gubernamentales.

² La implementación de la innovación tecnológica al sector comprende las mejoras tecnológicas de la maquinaria, aplicación de productos químicos para el control de insectos, eliminación y control de enfermedades, aplicación de ingeniería genética (Organismos Genéticamente Modificados, OGM), desarrollo de cultivos más resistentes a las condiciones climáticas, enfermedades, pesticidas y herbicidas, etc., lo que ha permitido incrementar los rendimientos de los cultivos agrícolas. (SAGARPA, 2010).

productos agroalimentarios³, y ha permitido mantener un orden en la oferta de productos agropecuarios y agroindustriales, misma que se manifiesta a través de la estabilidad de los precios de los alimentos. (SAGARPA, 2010).

En el año 2000, el gasto total mundial en I+D agrícola fue de alrededor de 36,546 millones de dólares (mdd), de éstos, 23,010 mdd (63%) corresponden a inversión pública y 13, 446 mdd (37%) a privada.⁴ Una particularidad de la I+D agrícola es que el gasto público se centra en investigación básica generalizada⁵, propia de los países en desarrollo, en tanto que, las inversiones privadas se enfocan en investigación aplicada en productos y tecnologías determinadas con un sentido meramente empresarial, la cual es ejecutada por los países desarrollados. (SAGARPA, 2010; FAO, 2012).

Tabla 1. Gasto total en I+D agrícola en el mundo.

TOTAL	1981		2000			
	Total	Part. %	Total	Part. % en el total global	Part. pública	% y privada
	-	-	36,456	100%		
Pública	15,197	100%	23,010	63%	100%	
Países en desarrollo	6,904	45%	12,819	35%	56%	
Países desarrollados	8,293	55%	10,191	28%	44%	
Privada	-	-	13,446	37%	100%	
Países en desarrollo	-	-	869	2%	6%	
Países desarrollados	-	-	12,577	34%	94%	

Fuente: SAGARPA, 2010.

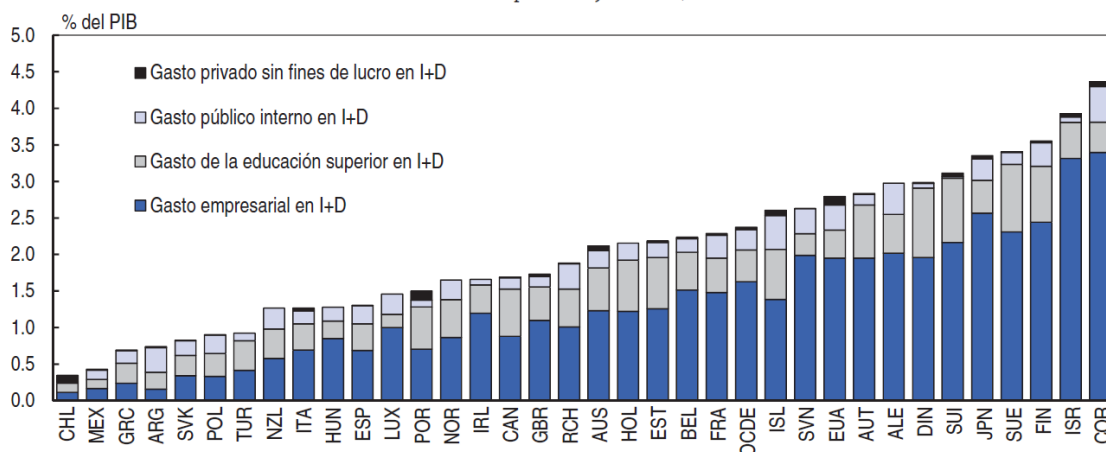
³ Como es el desarrollo de frutos y vegetales acordes a las necesidades del mercado en apariencia, sabor, calidad, tiempo de vida, creación de infraestructura de refrigeración, empaque, etc.

⁴ Cabe aclarar que el 2000 es el año más reciente que dispone información completa del gasto en I+D agrícola. Sin embargo, existe una diferencia en cuanto a cifras con la FAO, la cual registra para el mismo año 24,900 mdd. (FAO, 2012).

⁵ De acuerdo con el Manual de Frascati, la investigación básica consiste en realizar trabajos experimentales o teóricos con la finalidad de obtener nuevos conocimientos sobre los argumentos de los hechos observables, sin considerar utilizarlos o implementarlos.

De acuerdo con los países que integran la OCDE (2015), las tareas de innovación han tenido resultados considerablemente favorables en los últimos tiempos, la inversión en I+D se incrementó principalmente en países desarrollados. (Véase gráfico 1).

Gráfico 1. Gasto como porcentaje del PIB, 2012



Fuente: OCDE, 2015, en: Estudios económicos de la OCDE México.

El gráfico anterior muestra que existe una clara diferencia del gasto en I+D por país, siendo Corea, Israel, Finlandia, Suecia, Japón, Suiza, Dinamarca, Alemania y Estados Unidos los países que encabezan la lista con un gasto mayor a 2.5% del PIB, mientras que países en desarrollo como México y Chile no llegan ni al 0.5%. En este contexto, la economía global ha modificado la política económica orientada a la I+D por motivos de bienestar social, como la creación y mejora de empleo, educación y salud. Además, considera en su agenda temas de seguridad energética, sustentabilidad y cambio climático, temas que representan importantes retos en el orden internacional. (FAO, 2012).

De acuerdo con la OCDE (2011), el cambio tecnológico y la innovación son factores determinantes para incrementar la productividad, la oferta productiva, la eficiencia y calidad en la producción, lo que genera una considerable disminución de costos, teniendo una actividad

productiva más competitiva. De tal suerte que, la inversión en I+D+i es significativamente importante, puesto que genera conocimiento para producir bienes y servicios nuevos o mejorados, los cuales se realizan en el mercado buscando un bienestar a la población. (OCDE, 2010a). Al respecto, diversos países han reestructurado sus actividades departamentales para fortalecer la articulación entre la I+D, las universidades y Centros de Investigación (CI), la empresa y su interacción con las comunidades. Las investigaciones de estos países se han centrado en el área tecnológica, como biotecnología, nanotecnología, las TIC, nuevos materiales y manufactura avanzada. Asimismo, existe un compromiso para diseñar e implementar políticas en diversas etapas de la cadena de valor de la innovación, entre los que destacan los incentivos para la I+D, como son las subvenciones, créditos fiscales, impulsar grupos de tecnología determinados, y crear fondos de inversión, etc., con la finalidad de ampliar la capacidad de las empresas para adquirir (adoptar, asimilar o desarrollar) nueva tecnología.⁶ Pese a la importancia expuesta de incrementar el gasto en I+D, en el caso de México resulta ser un gran reto para el actual gobierno, ya que uno de los compromisos expresados en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018, fue que el gasto en I+D al cierre de este periodo llegaría al 1%, expectativa que se vislumbra lejana ante la situación económica que prevalece en el país.

Perspectiva sistémica y de innovación del sector agroalimentario

Dada la trascendencia de la innovación tecnológica en el crecimiento de la productividad, los países particularmente desarrollados, han aplicado políticas dirigidas a sus sectores primarios con un enfoque de sistema, el cual se compone de diversos agentes, actividades económicas, financiamiento, regiones geográficas, la administración pública en sus diferentes órdenes de gobierno, y el mercado, entre otras. Países de la Unión Europea y Estados Unidos fueron los

⁶ En 2010, poco más de 20 países que integran la OCDE proporcionaron incentivos fiscales para impulsar la I+D empresarial a diferencia de las 18 naciones en 2004. De igual forma, países no pertenecientes a la OCDE brindan incentivos para estimular la inversión en I+D.

primeros en adoptar este sistema que brindan apoyo a la investigación agrícola, sustentado en un importante stock de capital de investigación y conocimiento, que comprende inversiones consistentes, un fuerte sistema institucional descentralizado capaz de adaptar nuevas tecnologías y redes de investigación integradas por Instituciones de Educación Superior (IES) y CI en diversas regiones de sus países; así como convenios de colaboración con empresas que permiten realizar la transferencia de tecnología. (SAGARPA, 2010).

Desde la perspectiva sistémica,⁷ el estudio del sector agroalimentario tiene como objetivo social la seguridad alimentaria de un país. En palabras de Scheitman (1994), un sistema agroalimentario es un conjunto de relaciones socioeconómicas que permea directamente en los procesos de producción primaria, industrial, agroindustrial, almacenamiento, distribución, comercialización y consumo de los productos agroalimentarios. De este modo, el análisis de la teoría de los sistemas es aplicable a cualquier tipo de organización, con el propósito de tomar las mejores decisiones, identificar problemas, diseñar posibles soluciones, establecer estrategias y ejecutar acciones que permitan incrementar la competitividad del sector agroalimentario. (FAO, 2008). El funcionamiento e impacto del sistema se verá reflejado en la producción de alimentos de calidad e inocuos, mayor participación en el mercado, generación de empleos y aumento en los ingresos de los actores que participan en la cadena de suministro. (FAO, 2012).

En este marco, las distintas actividades e interacciones de los agentes que participan en el sector, se convierten en el principal objeto de interés en el proceso de innovación (Aboites y Corona, 2011).

⁷ Un sistema es “un conjunto de relaciones e interacciones que a su vez son responsables por las características que emergen de dicho sistema. O, dicho en otras palabras, un sistema es un conjunto de partes y sus relaciones entrelazadas que constituyen una unidad completa”. (FAO, 2008:14).

Un Sistema de Innovación (SI) se define como el conjunto coordinado de actores heterogéneos y sus interacciones para la generación, difusión y aplicación de nuevos conocimientos económicamente útiles, es decir, es un conjunto de redes sociales, técnicas y económicas (Lundvall, 1992; Nelson, 1992). Por su parte, Swanson (2008), define al SI como una red de organizaciones, empresas e individuos centrados en darle un uso económico a nuevos productos, procesos, organizaciones, etc., en comunión con las instituciones y políticas que influyan en sus conductas y su rendimiento.

El concepto de SI nace del análisis de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI), del cual han surgido variantes sectoriales, regionales y locales, (Perruchas, 2005), en el que se desarrollan las actividades productivas. (Solleiro et al., 2015).

Por su parte, el SNI ha sido ampliamente estudiado como parte del análisis económico de los sectores productivos, por ello, presentamos a continuación algunas definiciones de los teóricos más representativos en el tema:

El SNI se define como: “...la red de instituciones en los sectores público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías” (Freeman, 1987).

“... los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimientos nuevos y económicamente útiles.... y se localizan dentro o en las fronteras de un Estado” (Lundvall, 1992).

“... una serie de instituciones cuya interacción determina la capacidad innovadora.... de las empresas de un país”. (Nelson, 1993).

“... las instituciones nacionales, sus estructuras de incentivos y sus competencias que determinan la velocidad y la dirección del aprendizaje tecnológico (o el volumen y composición de las actividades generadoras de cambio) en un país”. (Patel y Pavitt, 1994).

“.... la serie de instituciones que conjuntamente o de forma individual contribuyen al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías y que proporcionan el marco en el cual los gobiernos forman e implementan políticas para influir en el proceso de innovación. Por tanto, es un sistema de instituciones interconectadas para crear, almacenar y transferir el conocimiento, competencias y artefactos que definen las nuevas tecnologías”. (Metcalfe, 1995).

“.. todos los factores económicos, sociales, políticos, organizacionales, y otros que incluyen en el desarrollo, difusión y uso de innovaciones” (Edquist, 1997). (Perruchas, 2005).

Por lo tanto, el SNI, establece una estrecha relación entre los actores, sus funciones e interacciones, vinculadas con políticas y programas que permitan su realización, así como los medios más adecuados para su difusión.

Hemos establecido que la principal tarea del sector agroalimentario es abastecer y satisfacer las necesidades de alimentación de la población, actividad que propicia una considerable derrama económica y beneficios para los ciudadanos; por lo tanto, su estructura de suministro está obligada a cubrir los requerimientos acordes con las exigencias del mercado, eficientes canales de distribución, una adecuada infraestructura de almacenamiento y transporte, estándares de calidad, costos de producción competitivos, mayor inversión en I+D+i, y una política pública que facilite la actuación del sector. En este marco, se crea el SNIA, que en palabras de Del Toro (2012), explica que los sistemas de investigación y transferencia de tecnología en el sector agroalimentario, transitan paulatinamente hacia sistemas de innovación apoyados en procesos

interactivos, cuyos resultados están en función de las relaciones entre los diversos agentes – empresas, organizaciones, sectores, gobierno- y la capacidad de éstos para satisfacer y resolver la demanda y necesidades de los productores y de quienes participen en el sector.

Por su parte, IICA-INNOVAGRO (2012) señala que en México existe una fuerte y preocupante diferencia entre la generación de innovación y la adopción de innovación; esto se debe a que el país invierte 4.5 veces menos que el promedio de los países de la OCDE en tecnología e innovación; asimismo, existe envejecimiento de la planta productiva de investigadores, disminución del personal dedicado a actividades de innovación, y bajo número de becas de posgrado. Esta situación propicia que el SNIA sea incapaz de contribuir al ritmo de crecimiento del mercado; a lograr la seguridad alimentaria; aumentar la productividad a través de innovaciones apropiadas; y desarrollar los requerimientos de innovación en los diferentes eslabones de la cadena de valor.

Sistema Nacional de Innovación Agroalimentaria en México

En los últimos años, el sector agroalimentario se ha posicionado en diversos mercados, gracias a los diferentes nichos que estimulan y orientan la parte de la producción destinada a atender la nueva y creciente demanda. (OCDE, 2011). Los productos se caracterizan por ser desde primarios especializados, hasta productos procesados con determinadas particularidades alimenticias, requeridas por los mismos consumidores que sitúan los productos especializados en mercados que registran un acelerado crecimiento. (FAO, 2010).

El estudio del sistema agroalimentario de cualquier país es considerado de gran relevancia por tratarse de un sector no sólo estratégico, sino prioritario, por los beneficios económicos y sociales implícitos, en este sentido, para México resulta fundamental su análisis dado que el

país perdió autosuficiencia alimentaria⁸ y hoy día sufre de una fuerte dependencia agroalimentaria, la cual pasó del 10% en 1994 a 43% en 2013. Este incremento es consecuencia de problemas estructurales del agro mexicano como el minifundio; atraso tecnológico; y falta de políticas públicas adecuadas para enfrentar el problema, entre otras, situación que según algunos especialistas se ha agudizado. (Chávez, 2014).

En este mismo orden de ideas, el escaso financiamiento al sector agroalimentario; las asimetrías socioeconómicas entre la población urbana y rural; la inadecuada infraestructura; el personal escasamente calificado para las necesidades del mercado; la baja inversión en tecnología e innovación en el sector; el diseño de programas de financiamiento para la población de altos ingresos; y problemas de diseño de los programas orientados al sector primario, entre otros, son sólo algunas de las dificultades que enfrenta el sector agroalimentario en el país. Por su parte, la política agroalimentaria se encuentra seriamente desarticulada pues carece de los lineamientos que utilizan los países más avanzados, entre los que destacan: diseñar políticas orientadas hacia instrumentos que optimicen los mercados, conseguir la efectividad y eficiencia de los recursos públicos los cuales realmente se destinen a los programas creados; medir y cuantificar los resultados de los programas, y brindar soberanía y seguridad alimentaria a la población. (FAO, 2010).

El PIB del sector agroalimentario se compone por las actividades del sector primario y el agroindustrial.⁹ La actividad primaria representa el 42.3% del PIB agroalimentario, mientras que el sector manufacturero alimentario representa el 57.7%. Estos datos coinciden con la

⁸ En México, la polarizada distribución del ingreso expone una diferencia en el gasto de alimentos, siendo la población de menores recursos la más afectada al verse impedida a adquirir estos productos. Igualmente, la falta de cultura por una alimentación sana limita la exigencia de productos de calidad del consumidor nacional, asimismo, la existencia de una débil regulación en la calidad de los productos disminuye la capacidad competitiva del sector. (Núñez, 2002).

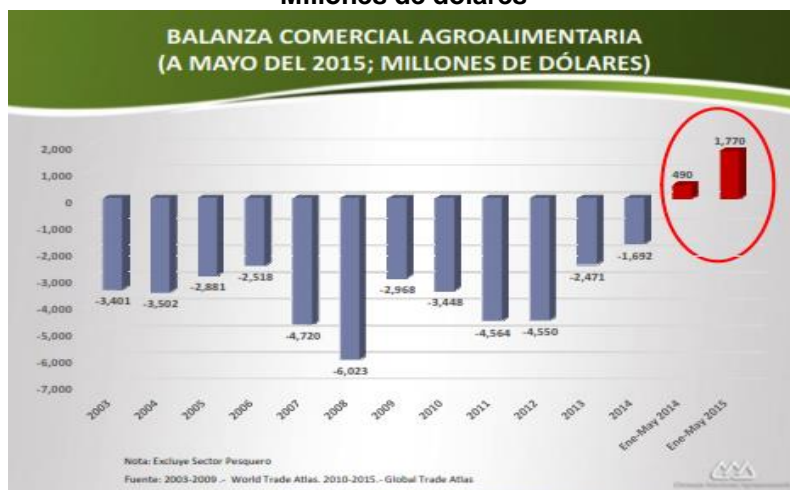
⁹ El sector primario se forma agricultura, ganadería, pesca, forestal y caza; mientras que el agroindustrial lo forman alimentos, bebidas y tabaco.

información observada a nivel internacional en las últimas décadas, como consecuencia de los cambios en los parones de consumo de alimentos. (SAGARPA, 2010; 2014).

La producción de bienes agroalimentarios que México puede producir suma alrededor de 800, durante 2013 el país produjo solo 435, de los se obtuvo una importante diversidad de alimentos, fibras, alimentos balanceados y energía. En ese mismo año, la SAGARPA dio seguimiento productivo a los bienes agroalimentarios generados en el campo y las aguas nacionales obteniendo las siguientes cifras: 231 alimentarios, 76 ornamentales, 27 industriales, 32 de consumo animal, 24 medicinales y especias, 27 semillas, 6 energéticos y 12 otros. (SAGARPA, 2014).

Por su parte, la balanza comercial agroalimentaria después de haber tenido una década de déficit, en el primer semestre de 2015, registró un superávit de 1,770 mdd, de los 490 mdd registrados en el año anterior. (Véase gráfico 2).

Gráfico 2. Balanza comercial agroalimentaria, mayo 2014
Millones de dólares



Fuente: CNA, 2015, en: Reporte de indicadores macroeconómicos y del sector agroalimentario, México, Consejo Nacional Agropecuario.

Los avances en ingeniería genética, biotecnología y microelectrónica, entre otras, aunadas a las innovaciones que intervienen en el proceso productivo, desde la producción primaria hasta el consumo final, ha permitido ocupar nuevos nichos de mercado, produciendo alimentos diferenciados para satisfacer la demanda de consumidores específicos, enfocándose en un segmento de mercado de altos ingresos y para la exportación, que esperan recibir un producto de excelente calidad e inocuidad; mientras que los productos de un precio menor se dirigen al consumo nacional. (Del Valle, 2008).

En 1994 se importaron alimentos por un total de mil 800 mdd, cifra que se incrementó en 2013 a 21 mil 407 millones, es decir, se registró una balanza comercial agroalimentaria deficitaria por más de 3 mil 374 mdd. En este periodo el sector primario presentó un estancamiento, la agricultura es la que ha tenido un menor dinamismo, pasando de 2.82 % a 0.78%; por su parte, la tasa de crecimiento promedio anual de la ganadería pasó de 4.6% entre 1994 y 2000, a apenas un crecimiento de 3% de 2007 a 2013. Sin embargo, la introducción de innovaciones tecnológicas en el proceso de producción primario, ha permitido consolidar un mercado exportador que en los últimos años contribuyó a modificar la balanza comercial (Chávez, 2014). Cabe mencionar que en las negociaciones comerciales internacionales, el sector agroalimentario es considerado como altamente sensible en función de la multifuncionalidad de la agricultura, es decir, su importante incidencia en la alimentación, el empleo, la conservación de los recursos naturales, el medio ambiente -incluyendo el ritmo de calentamiento global y el cambio climático- el ordenamiento territorial, el ecoturismo, la preservación del paisaje rural y la conservación del patrimonio cultural. (FAO, 2009:40), panorama que brinda una ventana de oportunidad, implementando el SNIA de forma correcta.

Por otra parte, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), señaló que para el año 2007, el gasto federal en Ciencia y Tecnología¹⁰ - innovación, investigación y desarrollo - del sector primario es financiado por el estado a través de la SAGARPA y sus diversas entidades¹¹, resulta que para ese año, el rubro de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación representó el 6.6% (2,337 mdp) del gasto total. De este monto, el 76.6% se destinó a I+D, el 23.2% a educación científica y tecnológica y el 0.1% fue para servicios científicos y tecnológicos. Este subsector ocupa el quinto lugar del gasto, después de educación (34.2%), Conacyt (31%), energía (15%) y salud y seguridad social (7.4%). (SAGARPA, 2010).

Política pública en el sector agroalimentario mexicano.

La evaluación de los gobiernos hoy en día se realiza principalmente a través de sus políticas públicas. El diseño de una política pública o un programa y su posterior aplicación se desarrolla generalmente para brindar solución a un problema de la Administración Pública, en la cual, la facultad no sólo de decidir si se hace y qué se hace es una parte esencial de los tomadores de decisiones. Aunque para llegar a este tipo de análisis es preciso definir qué son las políticas públicas¹², son el conjunto de actividades de las instituciones de gobierno, actuando directamente o a través de agentes, y que van dirigidas a tener una influencia determinada sobre la vida de los ciudadanos, empresas y otros agentes económicos. (Pallares, 1988). Asimismo, la política pública requiere de diversos instrumentos de acción que la propia administración pública emplea para su ejecución; estos instrumentos consisten en normas jurídicas, servicios, recursos financieros e incentivos. (SAGARPA-IVTT, 2010).

¹⁰ El gasto público en ciencia y tecnología incluye: gasto en I+D experimental (GIDE); gasto en educación y enseñanza científica y tecnológica; gasto en servicios científicos y tecnológicos.

¹¹ Por instituciones de investigación, el 54% del gasto es realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el 31% por el Colegio de Postgraduados; el 10.8% por la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH); y, 2.7% por el Instituto Nacional de la Pesca.

¹² No obstante, Pallares (1988) establece la necesidad de complementar la categoría haciendo otras consideraciones: a) Proceso decisional: Son el conjunto de decisiones que tienen una secuencia racional, y que se toman en cuenta en un lapso de tiempo; b) Inacción: Una política se considera también en lo que no se está haciendo y; c) Consideración Política Pública: Para que ésta se considere como tal, debe haber sido diseñada en torno a procedimientos, instituciones y organizaciones gubernamentales.

La inversión en tecnología e innovación –como ya lo señalamos- ha permitido que algunos países y regiones presenten niveles más elevados en productividad y competitividad, y por ende, crecimiento económico, esto vino a redireccionar el diseño, creación e implementación de las políticas orientadas a estos dos rubros. Desde la óptica evolutiva, el proceso de innovación es un proceso de aprendizaje continuo en el que tanto input como output tecnológico, son conocimiento, mismo que es aprovechado por los diversos sectores de la economía de un país. Por lo tanto, es el cambio tecnológico la base del crecimiento económico de una nación, particularmente en el largo plazo. (BID, 2010).

De acuerdo con Teubal (2005), la importancia de la política pública orientada a la innovación y al cambio tecnológico, permite fomentar la actividad tecnológica de las empresas, así como de otros medios, como el industrial, el tecnológico, la transferencia de tecnología, la absorción y difusión y la creación de infraestructura tecnológica, entre otras. Según la corriente evolutiva existen diversos programas de orden horizontal que han demostrado su eficiencia en el desarrollo de la política en materia de tecnología e innovación, entre los que destacan los incentivos tributarios a la I+D de las empresas; el apoyo al personal altamente calificado en I+D de la pequeña y mediana empresa; los incentivos a la transferencia de tecnología; el apoyo a través de subvenciones a la I+D de las empresas; el apoyo a la introducción de nuevas tecnologías y técnicas de gestión; el apoyo económico dentro del esquema empresas de enseñanza; y la asesoría por medio de consultorías, etc.

Para el caso del SI del Sector Agroalimentario Mexicano, participa un conjunto de actores entrelazados con diversas funciones por cumplir:

I) Se encuentran quienes son responsables del diseño de políticas, la directriz y el financiamiento: CONACyT (Organismo coordinador para la política de ciencia, tecnología e

innovación), el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología –SNITT- se encarga de coordinar la rama agropecuaria; las Secretarías de Estado –SAGARPA, SEP y SEMARNAT- con sus respectivos organismos y las entidades federativas;

II) Organismos ejecutores de los proyectos: Centros Públicos de Investigación, Universidades e Institutos de Investigación y;

III) Las Instituciones gestoras de la innovación en el sector agroalimentario con recursos de la SAGARPA: Fundaciones Produce, la Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A.C. (COFUPRO), las empresas rurales y las instituciones del sistema. Asimismo, existe un marco normativo que permite al SNIA trabajar conforme a derecho.¹³

IV) A través de la Ley de Ciencia y Tecnología (LCyT)¹⁴ a través del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) 2014-2018, se articula el marco legal, que impulsa el desarrollo de tecnología e innovación en el sector. En la figura 1 se presentan los actores, agentes, instituciones, programas, etc., del SNIA - previamente mencionados - que trabajan conjuntamente de forma articulada y en red, para el funcionamiento del sector agroalimentario; sin embargo, lamentablemente no todos los participantes cumplen con sus respectivas funciones o tareas, situación que perjudica seriamente al ecosistema de innovación.

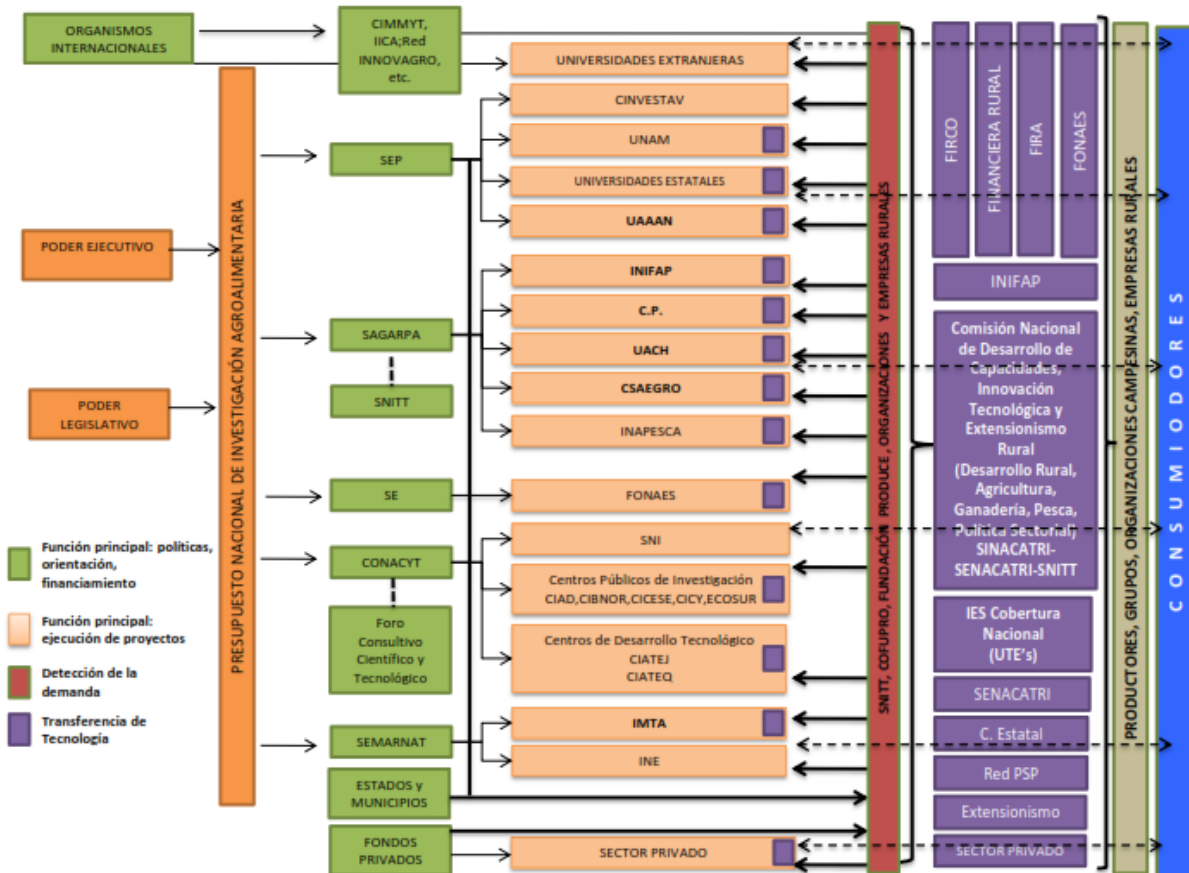
La aplicación de esta política propicia una nueva visión institucional para promover la inversión en proyectos científicos y tecnológicos para innovar, empleando nuevos instrumentos, entre los que destacan los incentivos fiscales al gasto en investigación y desarrollo tecnológico de las firmas, y los recursos de los Fondos mixtos y Fondos sectoriales, determinados a incentivar la

¹³ Las leyes más representativas de acuerdo a su publicación en el DOF junto con sus reformas y adiciones son: Ley Federal del Trabajo, 1970; Ley de Planeación, 1983; Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente, 1988; Ley de la Propiedad Industrial, 1991; Ley Agraria, 1992; Ley de Aguas Nacionales, 1992; Ley Federal de Sanidad Vegetal, 1994; Ley Federal para el Fomento de la Microindustria y la Actividad Artesanal, 1998; Ley General de Vida Silvestre, 2000; Ley de Desarrollo Rural Sustentable, 2001; Ley de Ciencia y Tecnología, 2002; Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, 2003; Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, 2005; Ley de Productos Orgánicos, 2006; Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, 2007; Ley Federal de Sanidad Animal, 2007; Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, 2008. (Del Toro, 2008).

¹⁴ Es hasta el 2009 con la modificación a la LCyT de 2002 que se incluye el concepto de Innovación.

colaboración de los centros públicos de investigación para satisfacer las demandas de los sectores y entidades federativas.

Figura 1. Sistema Nacional de Innovación Agroalimentaria de México



Fuente: IICA-INNOVAGRO, 2012.

Para analizar la interacción y dinamismo de este ecosistema, se recurrió a calcular los indicadores de redes denominados densidad y centralidad, utilizando el software Unicet versión 6.028. Borgatti y Freeman (2002) señalan que la densidad de una red (actores dada una relación) es la cantidad de relaciones observadas por la cantidad total de relaciones posibles, expresada en tasa, para obtener el porcentaje se debe multiplicar por 100.¹⁵

¹⁵ Cabe mencionar que este trabajo es parte de la tesis de maestría de la coautora Olivia Mejía y de investigaciones coordinadas por el Dr. José Luis Solleiro Rebolledo con el apoyo de IICA.

$$D = \frac{l}{n(n-1)}$$

Donde:
La densidad (D) es igual al número de relaciones existentes (l) entre el número de relaciones posibles n(n-1).

Los indicadores de centralidad nos permiten analizar la red de forma individual o en conjunto, arrojando diversos resultados: grado de conectividad de la red, actores con el mayor y el menor número de interacciones, intermediación de algunos actores en las relaciones entre el resto de actores y la cercanía entre los actores a través de sus interacciones. El grado de centralidad es el número de actores a los cuales un actor está directamente vinculado y se puede expresar en grado de entrada (es la suma de las relaciones que los actores dicen tener con el resto), grado de salida (es la suma de las relaciones que los actores dicen tener con el resto) y grado normalizado (expresado en porcentaje).

Tabla 2. Grados de salida y entrada de las organizaciones del SNIA Mexicano

Organización	Grados de salida	Grados de entrada	Grados de salida normalizados	Grados de entrada normalizados
SAGARPA	32	0	59.259	0
SNITT	26	4	48.148	7.407
INIFAP	19	14	35.185	25.926
SE	14	0	25.926	0
SENASICA	13	8	24.074	14.815
Universidades Agrícolas	13	13	24.074	24.074
COFUPRO	13	8	24.074	14.815
Centros Públicos de Investigación	12	14	22.222	25.926
SNICS	11	4	20.37	7.407
CONACYT	10	23	18.519	42.593
INCA Rural	8	5	14.815	9.259
Industria de semillas	7	14	12.963	25.926
SEMARNAT	6	0	11.111	0
Proveedores de fertilizantes	6	7	11.111	0
Instituciones financieras especializadas (FIRCO, FIRA, Financiera Rural)	5	10	9.259	18.519
Fabricantes de maquinaria agrícola	4	15	7.407	27.778
Asociaciones de productores agropecuarios	3	27	5.556	50
Proveedores de agroquímicos	2	13	3.704	24.074
ONGs relacionados con la agricultura	0	25	0	46.296

Fuente. Solleiro et al., 2013.

La tabla anterior muestra que las dependencias más dinámicas en centralidad y densidad son principalmente: SAGARPA y CONACYT, estos datos se refuerzan más adelante cuando analizamos el nivel de interacción.

Los resultados se presentarán mediante el análisis gráfico de redes usando una matriz de interacciones, utilizando el software Net Draw ©.

Matriz de interacciones: Se construyó una matriz que contiene el listado de actores relevantes en el SNIA, sus vínculos y la intensidad de sus relaciones; dicha matriz fue construida por 34 especialistas, líderes del sector, en el taller que se realizó en agosto de 2012 en la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH). En el taller se respondieron diversas preguntas sobre actores del SNIA, funciones, desempeño y patrones de interacción¹⁶. Para clasificar la información, se aplicaron escalas ordinales bajo la siguiente lógica:

Nivel 1: interacción deseable pero ausente: Es cuando la interacción entre los actores no se presenta. Debemos aclarar que aquí también se colocan las relaciones antagónicas.

Nivel 2: interacción formal: La interacción entre los actores está formalizada por convenios, normas o leyes, pero no se llevan a la práctica de manera sistemática.

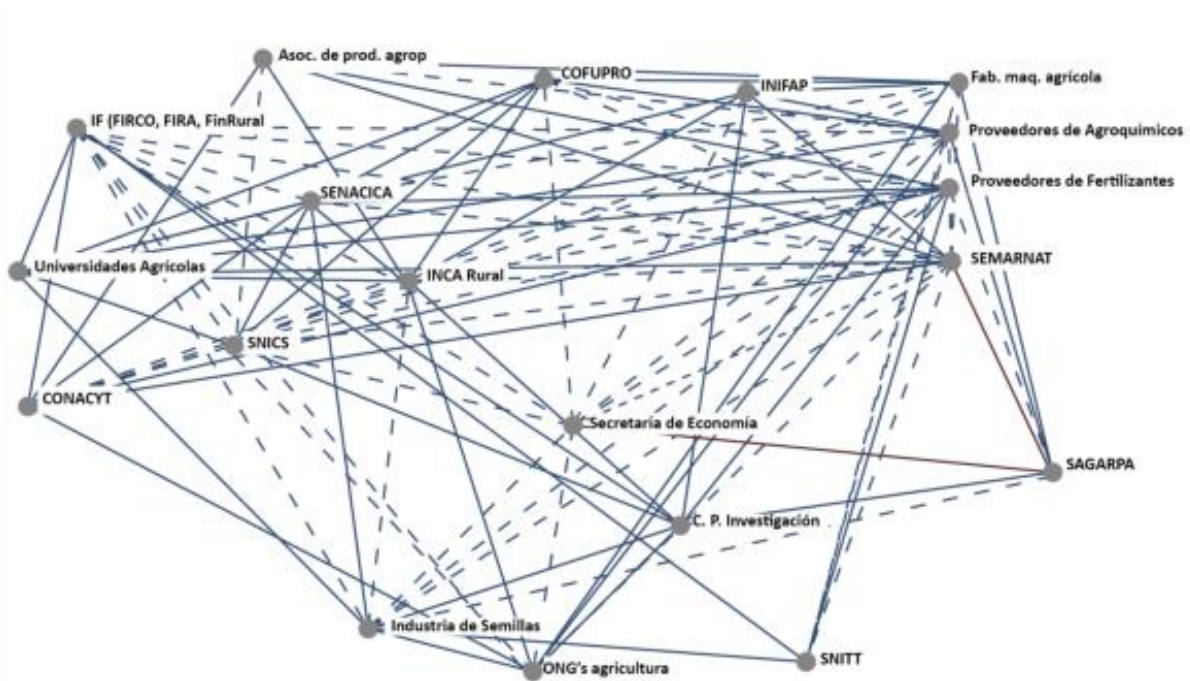
Nivel 3: intermedia: La interacción entre los actores está en desarrollo. Ya se tienen algunos resultados favorables, pero no se registra una relación sistemática.

¹⁶ El IICA implementó un proyecto para desarrollar una metodología de diagnóstico de los SNIA. La aplicación piloto de dicha metodología se realizó en tres países: Bolivia, Costa Rica y México.

Nivel 4: intensa. Existe la interacción entre los actores, lo cual incluye la combinación de recursos monetarios, humanos, la cooperación y retroalimentación de manera sistemática.

Como el nivel 1 no tiene registro de ninguna interacción, es por ello que no se ha graficado.

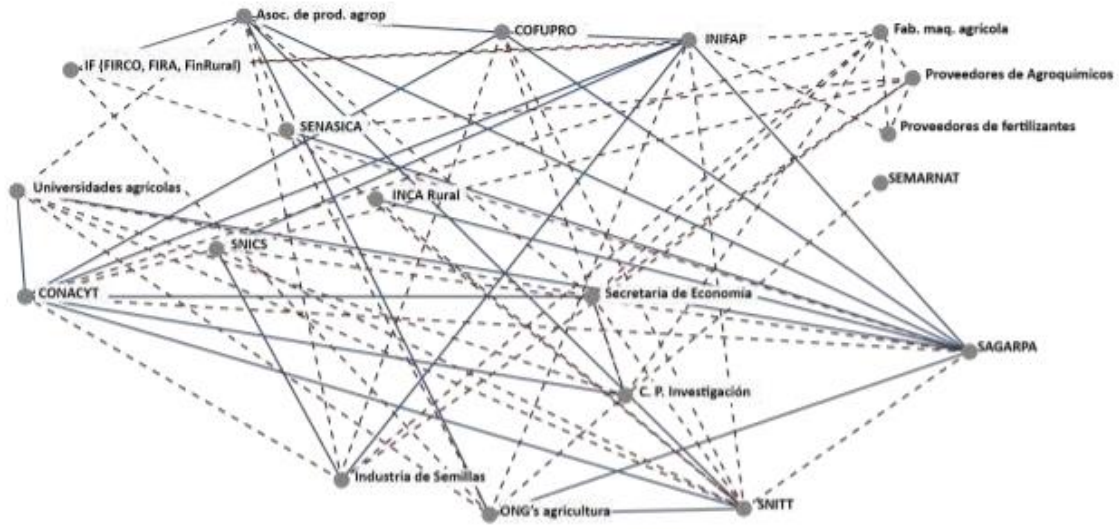
Grafico 3. Nivel 2. Organizaciones e instituciones que mantienen relaciones formales



La línea continua refleja relación a través de Convenios, Consejos y Comités. La línea punteada, las relaciones deseables pero inexistentes.

Fuente: Elaboración Solleiro et al., 2013.

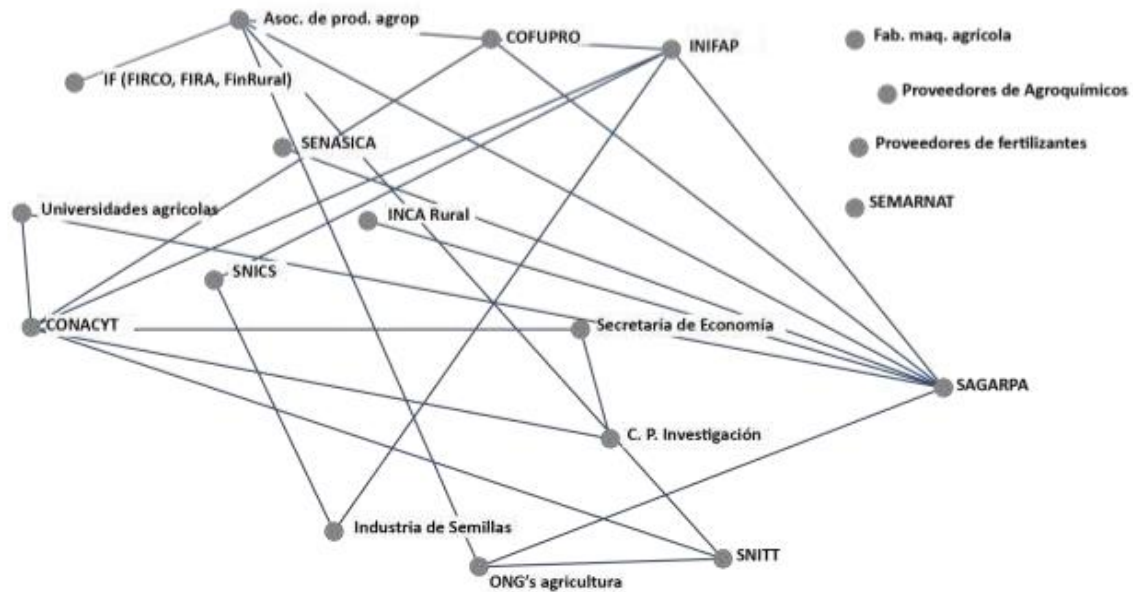
Gráfico 4. Nivel 3. Relaciones en desarrollo de las organizaciones e instituciones sistema



En líneas rojas interacción intermedia, línea azul relaciones intensas.

Fuente: Elaboración Solleiro et al., 2013.

Gráfico 5. Nivel 4. Cooperación entre las organizaciones e instituciones del Sistema Nacional de Innovación.



Fuente: Elaboración Solleiro et al., 2013.

En general, son escasas las interacciones que existen en el SNIA de México, situación que perjudica seriamente el sector agroalimentario, de tal suerte que, se deben redoblar esfuerzos para que estos resultados cambien paulatinamente, de lo contrario, el país continuará siendo un país dependiente.

Conclusiones

Los resultados en materia de innovación tecnológica en el sector agroalimentario son insuficientes.

El desabasto de alimentos en nuestro país permanece en la actualidad, aún cuando el objetivo del sistema agroalimentario es alcanzar la seguridad alimentaria. El cumplimiento de este objetivo está todavía muy lejano, dado que la atención se ha centrado en satisfacer un mercado de alimentos de alto valor agregado, dirigido a la población de altos ingresos; lo que deja de lado la parte social, y se enfoca principalmente en la rentabilidad.

Aún con los esfuerzos realizados por los agentes sociales, académicos, gubernamentales y económicos, su vinculación en el SNIA es insuficiente. Tema recurrente desde hace poco más de 2 o 3 décadas, es la falta de cooperación entre productores, CI y gobierno. Existe una desvinculación entre estos agentes, hecho que limita las actividades en CyT.

Existe un serio atraso en infraestructura, equipo y, capital humano y físico, en las universidades y CIs.

Las tareas que realizan las Universidades y CIs pertenecen a investigación básica y aplicada, por lo tanto, no existe un vínculo importante con el sector productivo.

El sector privado en México tienen una baja participación en los fondos destinados a tareas de I+D, a diferencia de países como Chile, Brasil o EU; en estos países el objetivo es el desarrollo de negocios que impulsen la participación de los productores privados.

Se presenta una carencia de orden y congruencia entre los diferentes instrumentos de política pública enfocados en el sector agroalimentario. Se debe articular el trabajo de los involucrados en el sector para fortalecer la cadena de valor.

En el discurso, la política en tecnología e innovación es consistente, no obstante, es en la práctica es donde radica el problema, puesto que se desconoce si se cumplen los lineamientos de los compromisos o programas, dada la falta de monitoreo y seguimiento en los trabajos de los integrantes del SNIA y de los propios programas.

Consideramos indispensable generar políticas públicas que contribuyan a resolver la problemática del atraso tecnológico en el sector agroalimentario por medio de la inversión en I+D+i, incentivando actividades de innovación a partir de la ciencia, la tecnología y la formación de capital humano a través de la educación, para tratar de alcanzar mayor productividad, competitividad y bienestar social. Es importante no sólo adoptar sino desarrollar tecnologías y conocimientos propios.

La creación de políticas y programas orientados al desarrollo de tecnología e innovación, se encuentran limitadas por la falta de fondos. La carencia o ineficiencia en la distribución de los recursos que se destinan al rubro de CyT, continúa siendo una **de las variables que explican con mayor claridad el atraso que se presenta en el sector agroalimentario**. El Estado mexicano destina menos del 0.5% a I+D niveles que se encuentran muy por debajo en comparación con países que integran la OCDE.

Se deben otorgar recursos a temas que no son de su competencia directa, como la capacitación y extensionismo, el desarrollo de estudios y sistemas de información y la operación de la red de estaciones climatológicas, etc.

Hacen falta incentivos que propicien que los agentes económicos, sociales y políticos se comprometan a trabajar en conjunto. Sin embargo, dichas recomendaciones se han señalado en diversas ocasiones, tiempos y espacios, las cuales hasta el momento no han sido tomadas en cuenta. Por ello, sólo queda esperar que los hacedores de políticas públicas sean agentes comprometidos con el desarrollo del país, para que éste pueda obtener mejores resultados.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, Jorge; Reyes, Altamirano; y Roberto Rendón (2010), Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural, México, Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).

Chávez, Héctor (2014), Dependencia agroalimentaria pasó del 10 al 43% en 20 años, México, *El Financiero*, 28 de octubre.

CNA (2015), Reporte de indicadores macroeconómicos y del sector agroalimentario, México, Consejo Nacional Agropecuario.

Del Toro, J. (2012), *Modelo de innovación para el sector agroalimentario vinculado a las ingenierías*, México.

Del Valle, M. (2008), “Innovación en el sector agroalimentario en México: desarrollo rural y soberanía alimentaria”, *Sinnco*, México.

Deschamps, Leticia y Gabriela Escamilla (2010), Hacia la consolidación de un Sistema Mexicano de Innovación Agroalimentaria, México, IICA.

FAO (2008), El sector agroalimentario como sistema, en Ingeniería de alimentos, calidad y competitividad en sistemas de la pequeña industria alimentaria, con énfasis en América Latina y el Caribe, FAO, Boletín de servicios agrícolas, 156.

FAO (2012), El estado mundial de la agricultura y la alimentación, Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

IICA-INNOVAGRO (2012), Sistema mexicano de innovación agroalimentaria, Foro de análisis del Colegio de Postgraduados, México.

Matos, Jaime (2014), El problema agroalimentario en México, causas y posibles soluciones, México, Colegio de Postgraduados, Conferencia magistral, enero.

Núñez, I. (2002), “Capacidades tecnológicas agroalimentarias de México”, *Problemas del Desarrollo, Revista Latinoamericana de Economía*, México, IIEc-UNAM, 21 (128), enero-marzo.

OCDE (2010a), Los beneficios de la I+D, la innovación y la productividad.

OCDE (2010b), Panorama de la ciencia, la tecnología y la industria.

OCDE (2011), Análisis del extensionismo agrícola en México.

OCDE (2015), Estudios económicos de la OCDE México.

Perruchas, Francois; Elena, Castro; Ignacio Fernández y Alfredo Yegros (2005), La investigación sobre “Sistemas de innovación”: radiografía realizada a través del análisis de las publicaciones científicas en bases de datos internacionales; ponencia presentada en el XI Seminario Latino – Iberoamericano de Gestión Tecnológica, Altec, El Salvador.

SAGARPA (2010), Retos y oportunidades del sistema agroalimentario de México en los próximos 20 años, México.

SAGARPA (2014), Atlas agroalimentario México 2014, México, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

SAGARPA-IVTT (2010), Evaluación del Componente de Investigación, Validación y Transferencia de Tecnológica, México.

Scheitman, A. (1994), *Economía política de los Sistemas Alimentarios en América latina*, Santiago de Chile, FAP/RLAC.

Solleiro, José; Jorge Aguilar y Gabriela Sánchez (2013), Sistema de innovación del sector agroalimentario. México, México, IICA.

Teubal, M. (2005), *Marco de políticas para el financiamiento de la innovación en economías en vías de industrialización*, Washington.