



Capítulo I.

Pautas metodológicas para el análisis de sistemas de innovación en cadenas agroalimentarias

Angélica Torres-Ávila

Ing. Agron., Esp., MSc, DSc. CIESTAAM - Universidad Autónoma Chapingo

Jorge Aguilar-Ávila

*Ing. Agron., Esp., MSc, DSc. Profesor investigador del CIESTAAM
- Universidad Autónoma Chapingo*

Enrique Genaro Martínez González

*Ing. Agron., Esp., MSc, DSc. Profesor investigador del CIESTAAM
- Universidad Autónoma Chapingo*

Norman Aguilar Gallegos

*Ing. Agroind., MSc, DSc. Profesor investigador del CIESTAAM
- Universidad Autónoma Chapingo*

Horacio Santoyo Cortés

*Ing. Agron., Esp., MSc, DSc. Profesor investigador del CIESTAAM
- Universidad Autónoma Chapingo*

José Luis Solleiro Rebolledo

*Ing. Ind., DSc. Investigador Titular "B" del Instituto de Ciencias Aplicadas
y Tecnología, Universidad Autónoma de México*

Resumen

El sistema de innovación es un enfoque analítico importante en el estudio de la innovación en el contexto agrícola pues permite captar su

naturaleza dinámica y compleja; por ello, resulta oportuno el desarrollo de un esquema de análisis para el estudio de los sistemas de innovación agrícolas. El objetivo de este trabajo fue describir los pasos generales para el análisis de un sistema de innovación en el contexto de una cadena agroalimentaria, para lo cual se realizó una revisión documental exhaustiva a través de la plataforma de información *Web of Science*. Como resultado, se planteó un esquema de análisis para el estudio de los sistemas de innovación agrícolas y posteriormente se aplicó a la cadena de valor del girasol alto oleico en México. Se concluye que el análisis del sistema de innovación desde una perspectiva funcional ofrece una comprensión amplia sobre el rendimiento de un sistema y permite dilucidar su dinámica. Así mismo, se observa que la extensión del análisis funcional hacia los eslabones más importantes de la cadena de valor es un acierto importante, pues las debilidades funcionales pueden originarse en una coordinación débil entre los eslabones.

Palabras clave: *cambio tecnológico, agroindustria, cadenas de valor agrícolas*

I. Introducción

El sistema de innovación se ha posicionado como un enfoque analítico importante en el estudio de la innovación, pues posibilita la comprensión de su naturaleza dinámica y compleja; además, incluye los cambios que la noción de innovación ha tenido a lo largo de los años. En este sentido, el enfoque comprende, por una parte, que la innovación incluye múltiples actores que participan con diferentes habilidades y recursos y cuya actuación está circunscrita por el entorno institucional. Por otra parte, entiende la innovación como resultado más allá de una tecnología o práctica tecnológica; esto es, la entiende como una colección de innovaciones parciales o un paquete de innovaciones (Leeuwis et al.,

2006) que resultan de la sinergia de varias dimensiones para apoyar al “desembalaje” de una innovación central en un contexto local específico (Low & Thiele, 2020; Triomphe et al., 2012).

De esta manera, un sistema de innovación se define como:

un conjunto de componentes relacionados entre sí (individuos, organizaciones, organismos públicos o instituciones) que trabajan a través de la colaboración y la competencia para generar, difundir y utilizar el conocimiento y la tecnología que tiene un valor económico en el sector agrícola. (Sumberg, 2005, p. 37)

Para su análisis, un sistema puede definirse a distintos niveles (nación, región, sector); sin embargo, es de interés aquel nivel de análisis que permite aproximarse mejor a la comprensión del contexto en el que se producen las innovaciones (Arocena & Sutz, 2003). En este sentido, es necesario definir el sistema a un nivel cada vez más específico y orientarlo a atender problemas particulares (Anandajayasekeram et al., 2009), con cuidado de no simplificar demasiado. Por tanto, se puede comenzar a delinear a partir de la elección de aquellas interacciones entre los componentes que sean más intensas que las interacciones entre el sistema y su entorno (Markard & Truffer, 2008).

Teniendo en cuenta los elementos anteriores, en este trabajo se considera que el foco de análisis debe ubicarse al nivel de una cadena agroalimentaria con un producto agrícola específico y debe incluir las trayectorias tecnológicas asociadas. Esto es muy relevante pues se sostiene que, aun cuando una innovación solo tenga como adoptantes directos a los agricultores, es muy posible que su desarrollo y sostenibilidad ocurran siempre y cuando haya aprobación significativa en cada punto de la cadena de valor (Vanclay et al., 2013). Considerando tales circunstancias, este nivel de análisis implica que los límites de un sistema deben circunscribirse a un sistema socio-técnico que abarque toda

la cadena de valor relacionada con la oferta del producto agrícola en cuestión (van Welie et al., 2019).

Así, este trabajo tiene como objetivo describir los pasos generales para el análisis de un sistema de innovación en el contexto de una cadena agroalimentaria, de modo que sirvan como una guía de trabajo para que analistas y tomadores de decisiones comprendan la innovación.

2. Metodología

Para alcanzar el objetivo planteado se realizó una revisión documental utilizando la plataforma de información *Web of Science*. Esta búsqueda tuvo dos etapas: en la primera se efectuó la exploración de literatura concerniente al concepto de “Sistema de Innovación” en todos los contextos en el periodo de 1990 a 2019; en la segunda se realizó la revisión del concepto de sistema de innovación, para el mismo periodo, en el contexto agrícola; para ello se utilizaron varios criterios de búsqueda (Tabla 1).

Tabla 1. Criterios de búsqueda

Palabras clave utilizadas	Marco temporal	Búsqueda avanzada limitada a
(“Innovation systems” or “Innovation system” or “Systems innovation” or “System innovation” or “Systems of innovation” or “System of innovation”) and (“agriculture” or “farming” or “agrifood” or “producer” or “farm” or “grower” or “farmer” or “agricultural”)	1990-2019	Tema (título, abstract, palabras clave)

Fuente: elaboración propia

A partir de lo anterior se identificaron varios documentos sobresalientes relacionados con el análisis de los sistemas de innovación. Como traba-

jos referenciales en el estudio de los sistemas destacan las propuestas de análisis funcional de Bergek et al. (2008) y de Hekkert & Negro (2009). Con la información obtenida se identificaron y enlistaron los pasos metodológicos para el estudio de un sistema de innovación agrícola y luego se aplicó el esquema de análisis obtenido a la cadena de valor del girasol alto oleico en México.

Ahora bien, para la obtención de la información referente a la cadena de valor del girasol se utilizaron varias estrategias. Primero se recopilaron 60 documentos referentes al cultivo de girasol en México publicados entre 1965 y 2018. En segundo lugar, se recabaron estadísticas agroalimentarias de varios repositorios (SIAVI, SIAP y FAOSTAT), con lo cual se obtuvieron variables como superficie sembrada, producción, regiones productoras, importaciones y exportaciones de la semilla y el aceite de girasol. De manera complementaria se realizaron trece entrevistas semiestructuradas a actores clave de los diferentes eslabones de la cadena de valor.

La información obtenida del caso del girasol alto oleico se sistematizó y analizó siguiendo los pasos metodológicos esbozados. Es de mencionarse que la aplicación de los pasos metodológicos en un caso práctico permitió hacer adecuaciones al planteamiento inicial.

3. Resultados

3.1. *El soporte teórico*

El énfasis analítico de los sistemas de innovación se centra en dos visiones: la estructural y la funcional. La visión estructural se basa en la identificación de los componentes que configuran su arquitectura (actores, interacciones, instituciones e infraestructura), y tradicionalmente ha sido la más utilizada como fuente de información con relación al

éxito o fracaso de un sistema (Bergek et al., 2008; Wieczorek & Hekkert, 2012). Sin embargo, la literatura científica la considera insuficiente porque únicamente capta el aspecto estático de un sistema, lo cual no deja suficientes aprendizajes para el desarrollo de políticas. Esto se contrapone a la concepción dinámica y cambiante de un sistema en el que se acumulan y transforman los componentes estructurales a lo largo del tiempo (Hekkert & Negro, 2009; Suurs, 2009). Por otra parte, no existe una configuración óptima de un sistema en la que se identifiquen plenamente los atributos que los componentes deben tener para generar un buen rendimiento. Además, la contribución de un componente estructural particular no se puede evaluar sin reconocer sus efectos en los procesos de innovación (Bergek et al., 2008).

En contraste, la visión funcional enfatiza en las actividades que se deben llevar a cabo para que un sistema funcione adecuadamente. En los últimos años la visión funcional ha tomado gran relevancia por su atención a la naturaleza dinámica del sistema, así como por su capacidad para analizar la evolución del mismo y su rendimiento, lo cual posibilita identificar sus fortalezas y debilidades y tiene aplicación en la formulación de políticas (Bergek et al., 2008; Hekkert & Negro, 2009). Ahora bien, la literatura científica expone siete funciones del sistema de innovación (Bergek et al., 2008; Meijer et al., 2007):

Función 1 - actividades empresariales: son las actividades relacionadas con nuevas empresas y con las ya existentes en torno a una tecnología, incluida la experimentación. Los emprendedores son muy importantes para superar la incertidumbre presente en la etapa inicial en el desarrollo de una tecnología.

Función 2 - desarrollo de conocimiento: se refiere a las actividades relacionadas con el aprendizaje sobre los aspectos técnicos, sociales y eco-

nómicos de una nueva tecnología. Estas actividades son un requisito previo para la innovación.

Función 3 - difusión de conocimiento: hace referencia al flujo de información referente a la tecnología y los aspectos relacionados con ella. Ocurre a través de actividades de red y su despliegue es crucial para las decisiones que están tomando los diferentes actores de innovación, incluidos la investigación, el gobierno y la competencia.

Función 4 - orientación de la búsqueda: involucra todas las actividades relacionadas con la creación de expectativas, visiones y creencias sobre el potencial y futuro de una nueva tecnología e incentivos para su adopción. La identificación de oportunidades y la articulación de la demanda deben tener suficientes incentivos o presiones para que las empresas busquen oportunidades y emprendan inversiones en la nueva tecnología.

Función 5 - formación de mercado: se refiere a las actividades que posibilitan la creación de un espacio protegido para la nueva tecnología. Es posible que los mercados no existan, o estén muy subdesarrollados, para una nueva tecnología; por tanto, la nueva tecnología tendrá dificultades para competir con las tecnologías existentes.

Función 6 - movilización de recursos: incluye todas las actividades relacionadas con la movilización de recursos financieros, de capital y humanos. En algunos casos, también implica la construcción de infraestructura física y de conocimiento.

Función 7 - creación de legitimidad: involucra las actividades que contribuyen a que una tecnología forme parte del régimen existente y a que, de ser necesario, lo transforme para que la tecnología y sus defensores se consideren apropiados y deseables. De esta manera se hace posible movilizar recursos, formar la demanda y empoderar políticamente a los actores.

La perspectiva de análisis funcional se ha aplicado y validado principalmente en tecnologías de energía renovable y, muy recientemente, en el contexto agrícola, principalmente en países desarrollados. Cabe entonces preguntar si este conjunto de funciones es aplicable al contexto de un país en desarrollo. La respuesta es afirmativa, pero se considera oportuno agregar una función más, a saber, la creación de capacidad adaptativa (Edsand, 2017; van Alphen et al., 2008). Al tratarse de países en desarrollo, una característica importante de la innovación es el papel que ocupan el desarrollo y la acogida de conocimientos generados en otros países; por tanto, una actividad indispensable del país receptor es la adaptación de estos conocimientos a las condiciones locales.

Función 8 - creación de capacidad adaptativa: se refiere a las actividades que contribuyen a mejorar la capacidad que tiene el sistema para recibir una nueva tecnología y adaptarse a las nuevas circunstancias. De esta manera, incluye el desarrollo y fortalecimiento de nuevas habilidades entre los actores del sistema. Se puede explorar examinando la capacidad humana, organizativa e institucional.

La presente propuesta plantea algunos cambios al planteamiento general sobre el análisis funcional formulado por Bergek et al. (2008) y Hekkert & Negro (2009), principalmente para tecnologías únicas en el contexto industrial de países desarrollados. Primero, se amplía el análisis funcional hacia todos los puntos de la cadena de valor, con lo cual es posible identificar las interdependencias existentes entre los eslabones y sus implicaciones en la innovación (van Welie et al., 2019). Esto es importante pues la deficiencia en un eslabón específico puede influir en la funcionalidad general del sistema de innovación. Segundo, se agrega una función más, la creación de capacidad adaptativa, pertinente en el contexto de los países en desarrollo.

3.2. La propuesta de análisis

A la luz de los elementos planteados en el apartado anterior, se proponen los siguientes pasos para el análisis de un sistema de innovación agrícola. Si bien los pasos se exponen de manera secuencial para dar claridad, su desarrollo en la práctica más bien comprende un proceso iterativo (Figura 1).

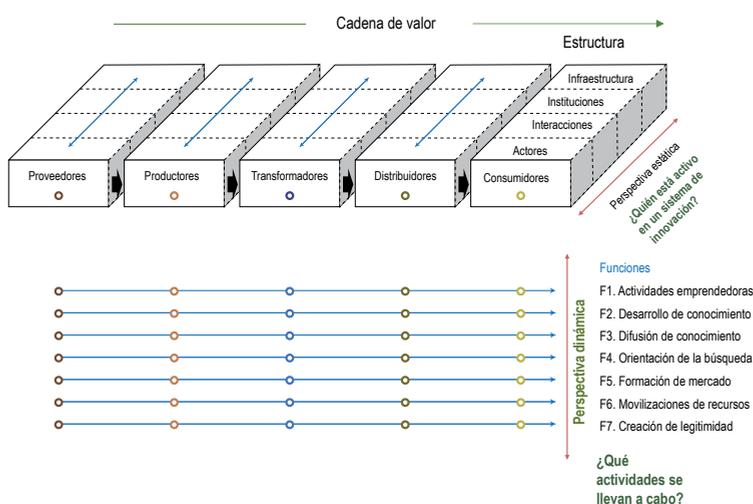


Figura 1. Marco analítico y metodológico de los sistemas de innovación en cadenas agroalimentarias

Fuente: elaboración propia

a. Delineación del sistema foco de análisis

En este paso se define el producto principal de la cadena de valor y se hace una identificación inicial de las principales trayectorias tecnológicas asociadas. Por tanto, conviene definir de manera preliminar el alcance espacial, temporal y tecnológico, si bien a medida que la investigación avanza estos se van redefiniendo.

El alcance espacial se refiere a definir el área geográfica. El alcance temporal incluye la especificación del periodo o periodos que abar-

ca el estudio del sistema. El alcance tecnológico, por su parte, implica vislumbrar las principales tecnologías y sus trayectorias; sobre estas se centrará el análisis.

b. Identificación de componentes estructurales

Una vez delineado el sistema que será foco de análisis, el segundo paso es analizar su estructura. En este punto deben incluirse todos los actores, redes, infraestructuras e instituciones que aportan a cada uno de los segmentos de la cadena de valor. Los actores son la parte operativa de un sistema e incluyen cualquier agente que contribuye con sus capacidades y recursos a la innovación. Por tanto, el desarrollo de un sistema depende de la presencia, las habilidades y la disposición de los actores (Suurs, 2009).

Las interacciones se refieren a las relaciones entre actores, instituciones e infraestructura, así como entre componentes estructurales. Su desarrollo es importante para el intercambio de conocimientos, la transferencia de tecnología y la creación de una visión compartida (Wieczorek & Hekkert, 2012).

Las instituciones se refieren a las reglas del juego que regulan el comportamiento de los actores y que por tanto influyen en la dirección y velocidad de la innovación. Se distinguen dos tipos: las instituciones formales, que incluyen las reglas codificadas y aplicadas por alguna autoridad, y las instituciones informales, que son más tácitas y están moldeadas por la interacción colectiva de los actores. Estas últimas, además, se dividen en normativas y cognitivas: las reglas normativas son normas y valores sociales con significado moral, mientras que las reglas cognitivas pueden considerarse marcos mentales colectivos o paradigmas sociales (Suurs, 2009).

La infraestructura integra tres categorías: la infraestructura física, que abarca artefactos, instrumentos, máquinas, carreteras, edificios, redes de telecomunicaciones, puentes y puertos; la infraestructura del conocimiento, que incluye conocimiento, experiencia, *know-how* e información estratégica y, por último, la infraestructura financiera que incluye subsidios, programas financieros, subvenciones y otros (Wieczorek & Hekkert, 2012).

La identificación de los componentes constituye un primer acercamiento y se retroalimenta con la siguiente etapa de análisis.

c. **Mapeo de las funciones del sistema de innovación**

En este momento del análisis se determina en qué medida los componentes estructurales cumplen con las funciones de los sistemas de innovación. Para operativizar las funciones varios autores han propuesto una serie de indicadores que sirven como guía para el analista, pues en la realidad cada función puede cumplirse de diferentes maneras.^{2,5}

Los indicadores que se muestran en la Tabla 2 se definen a través de la identificación de eventos. Un evento es la unidad elemental de análisis, se refiere a sucesos internos y externos que acontecen en un determinado momento e incluyen a los actores involucrados, lo que hicieron y el contenido y los alcances del suceso. De esta manera los eventos se corresponden con cada una de las funciones.

La información requerida se recopila mediante la revisión de fuentes de información secundaria y entrevistando a los actores involucrados en el desarrollo del sistema. La recopilación de esta información para el análisis de las funciones incluye la identificación de componentes estructurales y su contribución al cumplimiento de cada una de las funciones

Tabla 2. Eventos como indicadores de las funciones del SI

Función	Tipos de eventos
F1. Actividades empresariales	Participación en proyectos de innovación Inversiones en una nueva tecnología
F2. Desarrollo del conocimiento	Proyectos de investigación científica Publicaciones científicas
F3. Difusión del conocimiento	Actividades de difusión (talleres, cursos, capacitaciones) Redes de información
F4. Orientación de la búsqueda	Documentos de visión compartida Acuerdos entre actores Reclamaciones
F5. Formación de mercado	Desgravaciones fiscales Regulaciones que afectan directamente ciertos procesos de producción
F6. Movilización de recursos	Subsidios Inversiones públicas y privadas
F7. Creación de legitimidad	Presión pública para resolver un problema
F8. Creación de capacidad adaptativa	Investigadores/profesionales vigentes relacionados con la cadena de valor Publicaciones científicas Innovaciones logradas

Fuente: adaptado de Hekkert et al. (2007) y Hekkert & Negro (2009)

a través del tiempo, así como de influencias externas que habilitan o dificultan el proceso de innovación.

La búsqueda de información se desarrolla como un proceso iterativo, recopilando tantos eventos como sea posible, hasta que resulte una imagen clara sobre el funcionamiento del sistema y ya no se puedan identificar más actores, relaciones y eventos relevantes. Los datos recopilados de las diversas fuentes se triangulan y complementan para garantizar la fiabilidad de la información.

Los eventos identificados se organizan de forma cronológica en una base de datos, para lo cual cada evento se clasifica y asigna sistemáticamente a una función particular del sistema según corresponda. Este proceso se realiza de forma inductiva. El resultado es una secuencia de eventos que representan la forma en la que se desarrollan los procesos de innovación.

d. Identificación de patrones funcionales y narrativa de las funciones

Con la base de datos obtenida se genera una narrativa de los eventos más relevantes en la que se ilustra su secuencia y se resaltan las circunstancias que posibilitan o impiden la evolución del sistema foco de análisis, en términos del cumplimiento y relacionamiento de las funciones. Esta narrativa o descripción histórica permite ver cómo las funciones se refuerzan o bloquean mutuamente en el tiempo, lo que a su vez permite identificar patrones funcionales. Un patrón funcional se refiere a la secuencia de funciones que facilitan que se produzca la innovación.

e. Evaluación del funcionamiento del sistema de innovación y propuesta de mejora

Hasta este punto el análisis únicamente proporciona información sobre la dinámica del sistema, pero no indica de manera directa si el sistema de innovación funciona correctamente o no. Por tanto, una vez se ha descrito el estado de cada una de las funciones y se han identificado patrones funcionales, el analista puede asignar a cada función una puntuación para evaluar el rendimiento del sistema. Para ello se plantea el uso de una escala de Likert de cinco puntos para evaluar cada función en cada eslabón de la cadena, donde: (1) equivale a ausencia, (2) débil, (3) moderada, (4) fuerte y (5) muy fuerte (Tabla 3).

Tabla 3. Evaluación de funciones a través de la cadena de valor

Funciones	Cadena de valor				
	Eslabón 1	Eslabón 2	Eslabón 3	Eslabón 4	Eslabón 5
F1. Actividades empresariales					
F2. Desarrollo de conocimiento					
F3. Difusión de conocimiento a través de redes					
F4. Orientación a búsqueda					
F5. Formación de mercado					
F6. Movilización de recursos					
F7. Creación de legitimidad					
F8. Creación de capacidad adaptativa					

Fuente: elaboración propia basada en van Welie et al. (2019)

Esta evaluación también puede ser hecha o verificada por los principales actores del sistema, a quienes se les pueden mostrar los resultados obtenidos sobre las actividades realizadas en el tiempo y pedirles que califiquen su nivel de satisfacción con el cumplimiento de cada función. Con base en los resultados actuales del sistema se identifican factores impulsores y detractores, lo cual posibilita especificar mejoras en términos de cómo impulsar el desarrollo del sistema para alcanzar un mayor rendimiento.

3.3. Aplicación práctica

Con el fin de presentar una aplicación práctica se analizó el caso de la cadena de valor del girasol alto oleico (para más información consultar Torres-Ávila et al., 2021).

Delineación del sistema foco de análisis: el estudio se centró en la cadena de valor del girasol en México. Dado que es un cultivo que se pue-

de producir en varias partes del país, el análisis incluyó la escala nacional en el periodo de 2008-2019. El alcance tecnológico involucró los genotipos de alto oleico de origen extranjero.

Identificación de los componentes estructurales: debido al uso que se da a las semillas para la extracción de aceite, el cultivo de girasol se encuentra integrado a una cadena de valor más amplia que incluye diferentes oleaginosas producidas en el país (Figura 2). Sin embargo, la producción de girasol no ha destacado como un cultivo comercial y ha permanecido con una superficie de producción circunstancial.

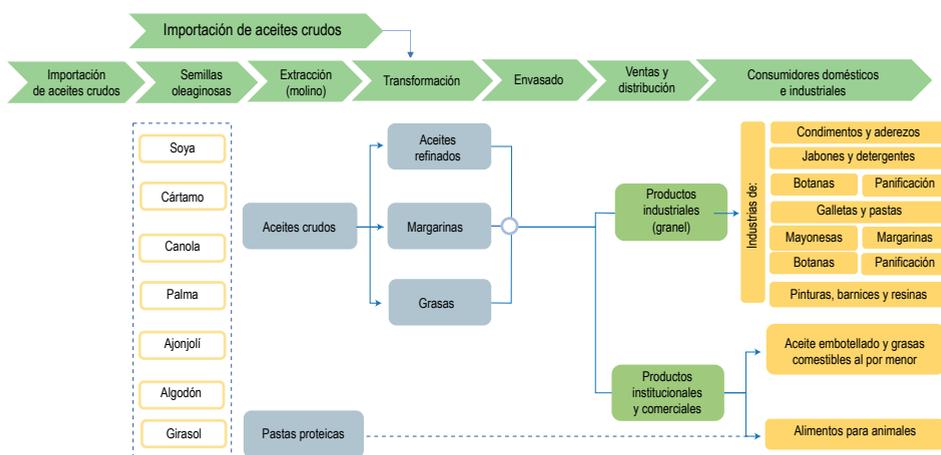


Figura 2. Cadena de valor de aceites y grasas comestibles

Fuente: elaboración propia

Identificación de patrones funcionales y narrativa de las funciones: la demanda de productos agroalimentarios con un contenido limitado o libres de grasas saturadas y grasas trans por parte de los consumidores; las regulaciones que se han implementado en relación con su uso y, así, los avances tecnológicos en el mejoramiento de las oleaginosas con una mejor composición de ácidos grasos con mejores cualidades fun-

cionales y nutricionales [**F4-Orientación a búsqueda**] han conducido a la agroindustria alimentaria mundial a la búsqueda de alternativas para producir alimentos libres de estas grasas. Esta tendencia no ha sido la excepción en México, por lo que la producción de girasol alto oleico se vislumbró como una opción y se posibilitó la reactivación del cultivo en el país [**F5-Formación de mercado**].

Por lo anterior, varios actores comenzaron a integrarse para impulsar el cultivo de girasol alto oleico. Las intervenciones fueron propiciadas inicialmente por la industria de botanas [**F1-Actividades empresariales y F6-Movilización**]. Este cultivo tomó mayor impulso al ser integrado por el gobierno como un cultivo de reconversión productiva [**F4-Orientación a búsqueda**], lo cual propició que fuera objeto de varios tipos de apoyos económicos y asesoría técnica [**F6-Movilización de recursos**]. Además, otros actores se fueron involucrando en la actividad y su participación permitió la adquisición de maquinaria y equipo, así como el desarrollo de infraestructura [**F6-Movilización de recursos**].

En algunos estados se iniciaron actividades de validación y transferencia de tecnología para el cultivo a cargo de actores como el Inifap (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias), las Fundaciones Produce, universidades y otros actores [**F2-Desarrollo de conocimiento y F8-Creación de capacidad adaptativa**].

Evaluación del funcionamiento del sistema de innovación y propuesta de mejora: si bien el patrón funcional inicial permitió la reactivación del cultivo de girasol en varias partes del país, las actividades no han sido suficientes para garantizar la sostenibilidad del cultivo. Esta situación se refleja en la superficie de producción: entre 2009 y 2014 la superficie sembrada pasó de 230 a 15.624 hectáreas; sin embargo, para 2019 esta superficie tuvo una caída abrupta a tan solo 3.261 hectáreas.

Para comprender los resultados obtenidos se evaluaron las funciones en los eslabones de la cadena de valor. Dado que se trata de un cultivo emergente con una articulación incipiente se eligieron solo los dos eslabones que se consideran más importantes (Tabla 4).

Tabla 4. Evaluación de funciones a través de la cadena de valor

Funciones	Cadena de valor	
	Producción de girasol	Proceso de industrialización (industria aceitera)
F1. Actividades empresariales	Débil	Débil
F2. Desarrollo de conocimiento	Ausencia	Ausencia
F3. Difusión de conocimiento a través de redes	Ausencia	Ausencia
F4. Orientación a búsqueda	Moderada	Débil
F5. Formación de mercado	Débil	Débil
F6. Movilización de recursos	Moderada	Débil
F7. Creación de legitimidad	Moderada	Débil
F8. Creación de capacidad adaptativa	Débil	Débil

Fuente: elaboración propia con base en Torres-Ávila et al. (2021)

A partir de la Tabla 4 se puede concluir que el despliegue de las funciones ha sido limitado a lo largo de toda la cadena de valor, principalmente en los eslabones de los agricultores y la industria aceitera, donde hay una débil articulación. Estas circunstancias se explican por la presencia de varios bloqueos que dificultan la generación de círculos virtuosos entre las funciones del sistema de innovación.

Desarrollo y difusión de conocimiento y creación de capacidad adaptativa [F2, F3 y F8]: el girasol ha sido un cultivo de baja prioridad dentro de los esquemas de investigación en México. Bajo esas circunstancias, la introducción de genotipos importados requirió la validación, adaptación y difusión de tecnologías relacionadas con un manejo agronómico adecua-

do. Sin embargo, estas actividades se han desarrollado de manera muy limitada y se han caracterizado por la ausencia de actores orientados al desarrollo y fortalecimiento de las capacidades de los agricultores.

Formación de mercado y actividades empresariales [F5 y F1]: las condiciones iniciales permitieron que se desarrollara un mercado provisional para la semilla de girasol alto oleico orientado a la producción de botanas. No obstante, en términos generales el mercado para la producción de aceite de girasol es inmaduro, pues existen varios tipos de aceites bien posicionados y más competitivos. Esto hace que la participación de la industria aceitera sea menor, aun cuando el aceite de girasol posee mejores cualidades funcionales y nutricionales que otros aceites oleaginosos.

Movilización de recursos y creación de legitimidad [F6 y F7]: las acciones gubernamentales para promover el cultivo han sido intermitentes e inconsistentes. Estas acciones privilegian la generación de resultados a corto plazo con impactos reducidos. Además, no existe una presión determinante por parte de la sociedad civil que incentive el uso de grasas sanas en la fabricación de alimentos procesados.

4. Consideraciones finales

Se concluye que las ocho funciones ofrecen una comprensión amplia sobre: i) el rendimiento del sistema a través de la evaluación de cada función, pues en su conjunto ofrecen una medida del rendimiento del sistema y ii) la dinámica del sistema de innovación, por medio de la cual es posible comprender las determinantes del cambio. Lo anterior a su vez permite guiar a quienes formulan políticas y a otros agentes en la propuesta de recomendaciones políticas integrales para mejorar el desarrollo de la innovación, a partir de lo cual es posible atender los puntos críticos en este tipo de procesos.

Esta propuesta integral de mejora se facilita cuando el análisis funcional se amplía hacia los eslabones más importantes de las cadenas de valor, pues las actividades a realizar dejan de aplicarse a niveles singulares y de forma aislada y más bien involucran la interdependencia existente entre los diferentes segmentos de la cadena en materia de innovación. Esto es particularmente importante pues las debilidades funcionales pueden tener su origen en una coordinación débil entre los eslabones.

Referencias bibliográficas

- Anandajayasekeram, P., Puskur, R. & Zerfu, E. (2009). *Applying innovation system concept in agricultural research for development - A learning module*. http://mahider.ilri.org/bitstream/handle/10568/167/Innovation_System_Agric_LM.pdf?sequence=1
- Arocena, R. & Sutz, J. (2003). *Subdesarrollo e innovación: navegando contra el viento*. Cambridge University Press.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S. & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, 37, 407–429. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>
- Edsand, H.-E. (2017). Identifying barriers to wind energy diffusion in Colombia: A function analysis of the technological innovation system and the wider context. *Technology in Society*, 49, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.01.002>
- Hekkert, M.P., Suurs, R. A. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S. & Smits, R. E. H. M. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), 413–432. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>
- Hekkert, M. P. & Negro, S. O. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technological Forecasting & Social Change*, 76, 584–594. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.04.013>

- Leeuwis, C., Smits, R., Grin, J., Klerkx, L., van Mierlo, B. & Kuipers, A. (2006). *The Design of an Innovation- Enhancing Environment* (No. 4).
- Low, J. W. & Thiele, G. (2020). Understanding innovation: The development and scaling of orange-fleshed sweetpotato in major African food systems. *Agricultural Systems*, 179, 102770. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102770>
- Markard, J. & Truffer, B. (2008). Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. *Research Policy*, 37(4), 596–615. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.004>
- Meijer, I. S. M., Hekkert, M. P. & Koppenjan, J. F. M. (2007). The influence of perceived uncertainty on entrepreneurial action in emerging renewable energy technology; biomass gasification projects in the Netherlands. *Energy Policy*, 35(11), 5836–5854. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.07.009>
- Sumberg, J. (2005). Systems of innovation theory and the changing architecture of agricultural research in Africa. *Food Policy*, 30, 21–41. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2004.11.001>
- Suurs, R. A. (2009). *Motors of Sustainable Innovation-Towards a theory on the dynamics of technological innovation systems*. Utrecht University.
- Torres-Ávila, A., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, V. H. & Martínez-González, E. G. (2021). Trayectoria del sistema de innovación del cultivo de girasol en México, 1965-2018. *Historia Agraria*, 83, 191–224. <https://doi.org/10.26882/histagrar.083e06t>
- Triomphe, B., Floquet, A., Kamau, G., Letty, B., Davo Vodouhe, S., N'gan'ga, T. & Hocdé, H. (2012). What does an inventory of recent innovation experiences tell us about agricultural innovation in Africa? *10th European IFSA Symposium*, 10.
- van Alphen, K., Hekkert, M. P. & van Sark, W. G. J. H. M. (2008). Renewable energy technologies in the Maldives—Realizing the potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(1), 162–180. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2006.07.006>
- van Welie, M. J., Truffer, B. & Yap, X.-S. (2019). Towards sustainable urban basic services in low-income countries: A Technological Innovation System analysis of sanitation value chains in Nairobi. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 33, 196–214. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.06.002>

- Vanclay, F. M., Russell, A. W. & Kimber, J. (2013). Enhancing innovation in agriculture at the policy level: The potential contribution of Technology Assessment. *Land Use Policy*, 31, 406–411. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.08.004>
- Wieczorek, A. J. & Hekkert, M. P. (2012). Systemic instruments for systemic innovation problems : A framework for policy makers and innovation scholars. *Science and Public Policy*, 39, 74–87. <https://doi.org/10.1093/scipol/scr008>