

El enfoque de redes de colaboración para el análisis del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria en Colombia

The collaborative network approach for the analysis of the National Agricultural Innovation System in Colombia

Artículo de investigación

Recibido: octubre 10 de 2024

Aceptado: diciembre 16 de 2024

Publicado: febrero 15 de 2025

Cómo citar este artículo: Ramírez-Gómez, C. J. & Sánchez-Gómez, J. (2025). El enfoque de redes de colaboración para el análisis del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria en Colombia. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 15 (1), 87-100.

doi: <https://doi.org/10.19053/uptc.20278306.v15.n1.2025.18824>

Carlos Julián Ramírez-Gómez*

Universidad de Caldas, Manizales, Colombia

E-mail: carlosj.ramirez@ucaldas.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0099-0932>

Julia Sánchez-Gómez

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño

del Estado de Jalisco (CIATEJ), Guadalajara, México

E-mail: jsanchez@ciatej.mx

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5648-8920>

Resumen

El estudio analizó la red de colaboración del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) en Colombia, para identificar actores clave y desempeño de funciones. Se aplicó una encuesta dirigida al personal directivo y/o de coordinación de instituciones de educación e investigación, actores de apoyo e intermediarios y empresas que forman parte del SNIA. Los resultados de la red de colaboración general destacan la participación de actores clave en sus cuatro dimensiones, evidenciando amplias oportunidades de interacción y competitividad sectorial. La relación actor-función evidencia redes densas, con el rol de actores clave que pueden desempeñar varias funciones en paralelo. Se concluye que algunas funciones están más rezagadas frente a la participación de actores importantes del nivel nacional, como: desarrollo de mercados, movilización de recursos y apoyo político e institucional. Sin embargo, las redes de colaboración generan oportunidades de asociaciones de co-innovación, ya que presentan mayor densidad de relaciones y un importante número de relacionamientos.

Palabras clave: redes de colaboración, actor-función, interacciones, agropecuario.

Abstract

The study analyzed the collaboration network of the National Agricultural Innovation System (NAIS) in Colombia, to identify key actors and performance of functions. A survey to management and/or coordination staff of educational and research institutions, support actors and intermediaries, and companies that are part of the NAIS was applied. As a result, the overall collaboration network highlights the participation of key actors in its four dimensions, evidencing broad opportunities for interaction and sectoral competitiveness. The actor-function relationship shows dense networks with the role of key actors that can perform several functions in parallel. It is concluded that some functions are more lagging behind in terms of the participation of important actors at the national level, such as: market development, resource mobilization and political and institutional support. However, collaboration networks generate opportunities for co-innovation partnerships, given that they present a higher density of relationships and a significant number of relationships.

Keywords: collaboration networks, actor-function, interactions, agriculture.

1. Introducción

El sistema de innovación es un concepto que se ha convertido en un marco analítico clave para interpretar varios tipos de procesos, generalmente relacionados con la gestión del conocimiento y de la tecnología. La innovación ha sido concebida como un proceso sistémico producto de las interacciones entre actores heterogéneos, donde en un marco institucional determinado, se involucra la generación, difusión y transferencia de conocimiento, así como ciertos procesos dinámicos de aprendizajes colectivos e intercambios que pueden generar valor (Lundvall, 2007).

El abordaje del sistema de innovación bien puede llevarse a cabo desde la perspectiva de clasificación de los sistemas nacionales y regionales (Cooke & Gómez-Uranga, 1998), y sectoriales de innovación (Chang & Chen, 2004). Se podría afirmar que la noción más antigua es el sistema nacional de innovación (SNI), un abordaje que aparece en la década de los años ochenta como un marco organizacional que busca aspectos relacionados con el desarrollo industrial, tecnológico e incluso institucional de los países (Freeman, 1995). Este enfoque buscaba articular diversos actores complejos y heterogéneos tales como centros de educación, formación, institutos técnicos, pero también la industria, con el fin de adelantar actividades y funciones que permitieran desarrollar a mayor escala temas como la innovación, el comercio abierto internacional, las dinámicas del mercado, el beneficio y el capital social (Sharif, 2006).

Cabe destacar que el Sistema Nacional de Innovación colombiano (SNI), también comenzó a ser interrelacionado con la perspectiva sectorial, en la cual se involucró por ejemplo el sector agropecuario a partir de diversos esquemas de conformación estructural y

con variados enfoques de interpretación. En el marco del sector agropecuario, se ha planteado la existencia de múltiples niveles de análisis donde entra en consideración el asunto de las capacidades de los actores tanto a nivel individual, de la organización, movilización de proyectos, además de la capacidad de construcción de redes de relacionamiento (Turner et al., 2017a). Desde esta perspectiva, en el nivel nacional se han analizado la conformación de redes de innovación y las alianzas público-privadas entre múltiples actores (Hermans et al., 2015).

En la interrelación del SNI con la perspectiva sectorial agropecuaria, es importante considerar un análisis amplio que involucre a los actores, sus dinámicas y los relacionamientos que permitan incrementar la competitividad y la productividad (Giagnocavo et al., 2022). En este contexto, el análisis de las redes sociales juega un papel clave en la innovación agropecuaria, a partir de la facilitación de información, conocimiento y diversos tipos de recursos que fomentan desarrollo (Alaie, 2020). Es decir, la interacción de los actores a través de la estructuración de redes es de gran importancia, tanto porque se puede determinar las contribuciones a la generación de conocimiento y a la transferencia, así como por la participación en otras iniciativas sobre las cuales es posible identificar retos y brechas (Gutiérrez-Cano et al., 2023). Este análisis es relevante ya que implica la conformación de alianzas público-privadas, de manera que se puedan desarrollar con efectividad un conjunto de funciones dentro del sistema de innovación en la agricultura (Hermans et al., 2019; Hermans et al., 2017).

En América Latina y especialmente en Colombia la literatura es escasa, porque faltan investigaciones que permitan entender cómo se desenvuelve determinadas dinámi-

cas de colaboración multiactor, a partir de la identificación de los relacionamientos e interpretación del desempeño del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) (Faure et al., 2019). El análisis de esta información también permite generar una mayor orientación en torno a grupos de actores destacados por ser clave en las redes de relacionamiento, lo cual tiene implicaciones de política pública (Lambrecht et al., 2018). En vista de lo anterior, el objetivo de esta investigación es analizar las redes de colaboración en el SNIA colombiano, con el fin de identificar actores clave y el desempeño de funciones.

2. Metodología

2.1. Conceptualización básica

El sistema de innovación es un concepto que ha cobrado gran relevancia con aplicación al

sector agropecuario. La estructura sistémica se puede componer de dimensiones importantes para el análisis tales como la infraestructura, las interacciones entre actores, así como el desempeño de funciones, las cuales pueden restringir o facilitar el proceso de innovación (Klerkx et al., 2012). A su vez, el sistema de innovación puede ser analizado desde seis funciones principales: actividades de emprendimiento, desarrollo de conocimiento, difusión de conocimiento, desarrollo de mercados, movilización de recursos y apoyo institucional (Hekkert & Negro, 2009). Los actores pueden desempeñar diversas funciones en el SNIA, siendo posible que determinados actores se destaquen en sus capacidades por la realización de más de una función en un período de tiempo determinado, por lo cual es importante caracterizarlo como una red de colaboración en torno a funciones (ver Tabla 1).

Tabla 1. Funciones del Sistema Nacional de Innovación. (adaptado de Bergek et al., 2008; Turner et al., 2017b).

| | |
|---|--|
| F1. Actividades de emprendimiento | Los emprendedores ayudan a transformar el potencial desde el conocimiento, la conformación de redes y búsqueda de nuevos mercados, generando nuevas oportunidades de negocio que generen valor. Esta función también permite el desarrollo de nuevas tecnologías y aplicaciones a escala empresarial para reducir la incertidumbre |
| F2. Desarrollo de conocimiento | El desarrollo de conocimiento impulsa nuevas innovaciones; sin embargo, éste no solo se lleva a cabo desde institutos formales de investigación, sino también teniendo en cuenta a los agricultores, empresas y otros actores dentro del sistema de innovación |
| F3. Difusión y transferencia de conocimiento | Implica la generación de redes de conocimiento para facilitar el intercambio de información, permitiendo adaptar aún más el conocimiento y las innovaciones. También se destaca la importancia de las plataformas y las redes para el aprendizaje interactivo y las innovaciones, y la distribución de roles de los actores para facilitar la difusión |
| F4. Desarrollo de mercados | Implica el desarrollo de mercados para productos nuevos o existentes y con nuevos atributos. Se fomenta la creación de nichos de mercado mediante estrategias que promuevan la demanda de nuevos productos y generen conciencia del consumidor. |

F5. Movilización y provisión de recursos

Implica la asignación de recursos para ayudar al desarrollo de otras funciones. Se necesitan diferentes tipos de inversiones para desarrollar una innovación, por ejemplo, capital para la financiación de la investigación básica, subsidios para el desarrollo posterior de tecnologías y conceptos innovadores del mercado, pero también inversiones no financieras

F6. Apoyo político e institucional

Los sistemas de producción, comercio, consumo y la aparición de nuevas tecnologías, a menudo conducen a una resistencia de los actores ya establecidos. Las coaliciones de defensa pueden ser un catalizador al influir en la agenda de innovación presionando por recursos e instituciones favorables

Este marco de análisis es importante por dos razones: en primer lugar, porque el sistema de innovación debe tratar de organizar sus esquemas de colaboración, de manera que resulte más fácil desempeñar múltiples funciones y coordinar sus acciones dentro de una red de innovación (Hermans et al., 2013). En segundo lugar, porque en los sistemas de innovación puede haber mayor complejidad cuando se involucra el análisis nacional, en donde ante una mayor heterogeneidad de los actores que se interrelacionan, mayor es el reto en torno al desempeño de funciones del SNIA. En este sentido, los roles de los actores no deben verse como dicotómicos, precompetitivos o competitivos, sino preferiblemente con mayores niveles de colaboración especialmente en los momentos en los que se necesitan y a la escala en que se requieren (Eastwood et al., 2017).

Lo anterior implica que la innovación es un producto final de la interacción entre actores que generan valor, contribuyendo a incrementar los niveles de competitividad del sector agropecuario. Por ello, uno de los aspectos básicos de este análisis consiste en la existencia de capacidades de colaboración a nivel de red, ya que permite fomentar un diálogo honesto entre grupos de actores para alcanzar los resultados propuestos (Fielke et al., 2018). En otras palabras, las redes de colaboración pueden constituir un entorno favorable, dado que como mínimo pueden distinguirse actores clave en el de-

sarrollo colaborativo de ciertas funciones. Se espera que este análisis permita tipificar ciertas asociaciones actor-función, a partir de agrupaciones que pueden jugar un papel destacado, pero que además podrían fungir como catalizadores del proceso de innovación, permitiendo por ejemplo escalar innovaciones (Fieldsend et al., 2022).

2.2. Método

El presente estudio aborda una estructura analítica con base en la propuesta de Rajalahti et al. (2008), quien divide el SNIA en cuatro componentes: intermediario, empresa, actores de apoyo, educación e investigación. A su vez, el análisis se basa en el enfoque de seis funciones que se pueden monitorear en un sistema de innovación en la agricultura, tales como: actividades de emprendimiento, desarrollo de conocimiento, difusión y transferencia de conocimiento, movilización y provisión de recursos, desarrollo de mercados, y apoyo político e institucional (Busse et al., 2015). La investigación es de tipo descriptivo y para ello se elaboró un cuestionario virtual dirigido a un conjunto de directivos y/o coordinadores de entidades del SNIA, de los cuales se tenían datos para su contacto directo. El número de respuestas totales fue de 51 actores, clasificados en los cuatro componentes de un sistema de innovación agrícola (Tabla 2).

Tabla 2. Relación de los actores participantes en el estudio.

| Componente | No. encuestas | Principales actores |
|---------------------------|---------------|--|
| Empresa | 9 | Corporaciones, fundaciones y gremios agroindustriales, proveedores de insumos |
| Educación e Investigación | 27 | Centros de investigación, Universidades públicas y privadas, centros de capacitación y formación de capacidades técnicas |
| Intermediario | 8 | Empresas prestadoras de servicios de extensión agropecuaria (EPSEAS) |
| Estructura de apoyo | 7 | Agencias de cooperación, corporaciones y agencias estatales de apoyo |

La encuesta se desarrolló sobre dos dominios: (i) Desempeño de funciones que la entidad mejor desarrolla con respecto a la innovación agropecuaria, (ii) Actores con los cuales tienen relaciones de colaboración entorno a información y conocimiento. Los datos fueron analizados mediante el análisis de redes sociales (ARS). Esta técnica de investigación permite estudiar los vínculos entre actores o nodos, y su principal objetivo es detectar e interpretar patrones derivados de las relaciones establecidas entre ellos mismos, lo que a su vez también permite la identificación de actores clave (Muñoz et al., 2004).

La metodología de ARS, también llamada Análisis Estructural, propone un conjunto de técnicas de análisis de las relaciones entre actores y las estructuras sociales que surgen de estas, en forma de redes. De hecho, una red está conformada por dos elementos básicos: los agentes o actores (nodos/puntos en la red) y las relaciones que se establecen entre ellos, visto como líneas en la red (Buciega & Esparcia, 2013). El ARS permite calcular una serie de indicadores para caracterizar la estructura de una red y la relevancia de

los nodos y las aristas que dan idea de su cohesión y de la posición de los nodos, que ofrecen información sobre el papel de cada uno de ellos en la red en función de sus relaciones con el resto de nodos (Reina-Usuga et al., 2022). En este caso, los indicadores calculados en las redes fueron:

- i) Densidad de la red: Número de conexiones establecidas en la red sobre el total de conexiones posibles. Altas densidades manifiestan intercambio amplio a la información disponible (Wasserman & Faust, 1999).
- ii) Tamaño de la red: Es el número de actores o nodos que forman una red. El tamaño de la red individual del nodo n , toma en cuenta todos los actores directamente relacionados con el actor n . Un mayor tamaño de la red sugiere que los actores o nodos se encuentran mayormente conectados (Borgatti et al., 2009).
- iii) Grado de entrada: Es igual a la suma de las relaciones entre el actor analizado (i)

y el resto (j). Este indicador busca identificar actores que son los más reconocidos o populares por diversos atributos en un sistema productivo (Zarazúa et al., 2012).

- iv) Grado de salida: A mayor número de grados de salida, el actor (i) recurre a mayor número de actores (j), para acceder a información y conocimiento. Es un indicador que sólo toma en cuenta los vínculos directos que menciona un actor en cuestión (Aguilar-Gallegos et al., 2017).

Para el análisis de la red de colaboración, se realizó un procesamiento de la información con base en el uso de los softwares de código abierto y gratuito: Ucinet 6.775 (<http://www.analytictech.com/>), y Gephi 0.10 ([phi.org/\). El primero permitió el cálculo de los indicadores y el segundo el diseño gráfico que involucra a todos los nodos \(agentes o actores\), teniendo en cuenta las conexiones o interrelaciones y las funciones desempeñadas en el SNIA.](https://ge-</p>
</div>
<div data-bbox=)

3. Resultados y discusión

3.1 Perspectiva de la red de colaboración

Los actores tipificados en los componentes del sistema de innovación, se aprecian en sus interacciones a partir de la red de colaboración que se presenta en la Figura 1. Los cuatro componentes se representan con diferentes colores, donde se identifican los actores clave con un mayor tamaño según su grado de entrada.

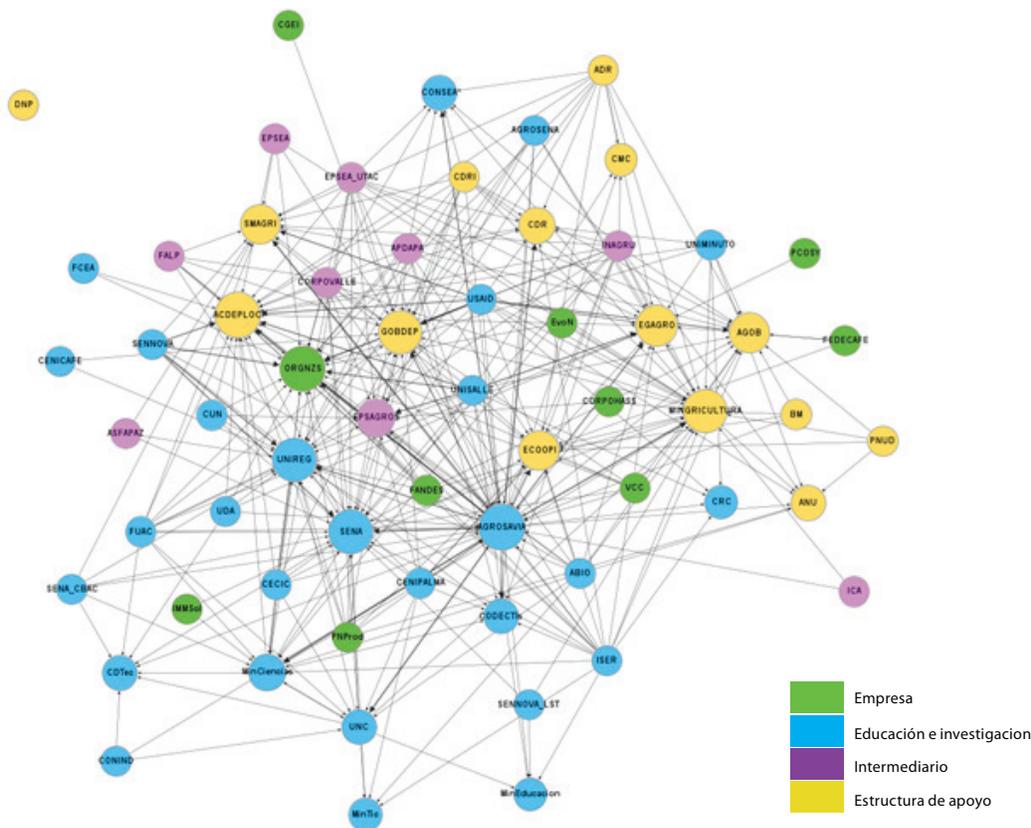


Figura 1. Actores clave en la red de colaboración en el SNIA.

En el componente de empresas, se destacan diez organizaciones gremiales agroindustriales en la red de colaboración. Estos actores empresariales son importantes ya que despiertan diversos intereses y motivaciones para el vínculo relacional, donde la colaboración y aprendizaje son algunas de las razones principales que se han destacado y por las cuales se suelen generar estas redes (Gómez-Carreto et al., 2015). En la red de colaboración también se evidencia un papel relevante en el componente de educación e investigación, donde se destacan tres actores clave: Agrosavia, como el principal centro de investigación agropecuaria en Colombia; las universidades regionales; y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), como una entidad destacada por su formación en competencias y fomento del emprendimiento rural nacional.

En el componente intermediario del SNIA, se destacan nueve actores clave que participaron en este estudio, y que generalmente se asocian con entidades prestadoras de servicios de extensión agropecuaria. Estos actores se observaron bien conectados dentro de la red de colaboración, y además son quienes prestan el servicio de extensión hacia los productores agropecuarios en los territorios rurales, por lo que pueden contribuir con la generación de puentes hacia los productores rurales en los territorios.

Un componente importante dentro del SNIA son los actores considerados como

estructuras de apoyo. En esta red de colaboración se evidencia el escaso relacionamiento de entidades muy importantes en la institucionalidad nacional Colombiana, tal como la Agencia de Desarrollo Rural (ADR). Sin embargo, se destacan actores como el Ministerio de Agricultura y algunas Gobernaciones Departamentales. Adicionalmente, la red refleja relacionamientos con algunas agencias privadas y de tipo Organizaciones No Gubernamentales (ONG).

En la Tabla 3 se aprecia un resumen de los indicadores generales de la red de colaboración, que evidencian mediciones importantes para el análisis. El número de vínculos es de 334, y se destaca principalmente la densidad de salida de los actores con un mayor porcentaje (36%). Estos grados de salida pueden asociarse con la forma en la cual algunos actores ven a otros como clave para alguno de sus intereses institucionales y hasta políticos. El indicador de densidad relacional refleja una mayor cohesión y flujo de información y conocimiento en el SNI. En ese sentido, se puede afirmar que la red de colaboración analizada en el SNIA en Colombia permite interpretar una amplia articulación institucional. Sin embargo, aún es importante el impulso de nuevas políticas públicas que promuevan incentivos para incrementar los relacionamientos multiactor entre grupos y dimensiones de actores.

Tabla 3. Indicadores de análisis de la red de colaboración del SNIA.

| Indicador | Valor |
|---------------------------|--------|
| Número de actores | 57 |
| Vínculos | 334 |
| Densidad relacional | 8.83% |
| Centralización de entrada | 26.01% |
| Centralización de salida | 36.01% |

3.2 Perspectiva de la red Actor-Función

Los resultados de este estudio contribuyen con un análisis estructural de las redes de colaboración en torno al desempeño de las funciones del SNIA (Figura 2). Se evidencia que un mismo actor, incluso grupos de ellos por dimensiones de clasificación de un sistema de innovación, pueden desempeñar varias funciones a la vez. Esto resalta la im-

portancia de identificar los actores clave para determinar los roles de los actores y, de esta manera catalizar mejor la innovación. Por ejemplo, desde este enfoque de red-función, se visibilizan actores clave como Agrosavia, Universidades regionales y las EPSEA (Entidades Prestadoras de Servicios de Extensión Agropecuaria), centros de formación como el Sena, Gobernaciones departamentales, Centros de investigación, entre otros.

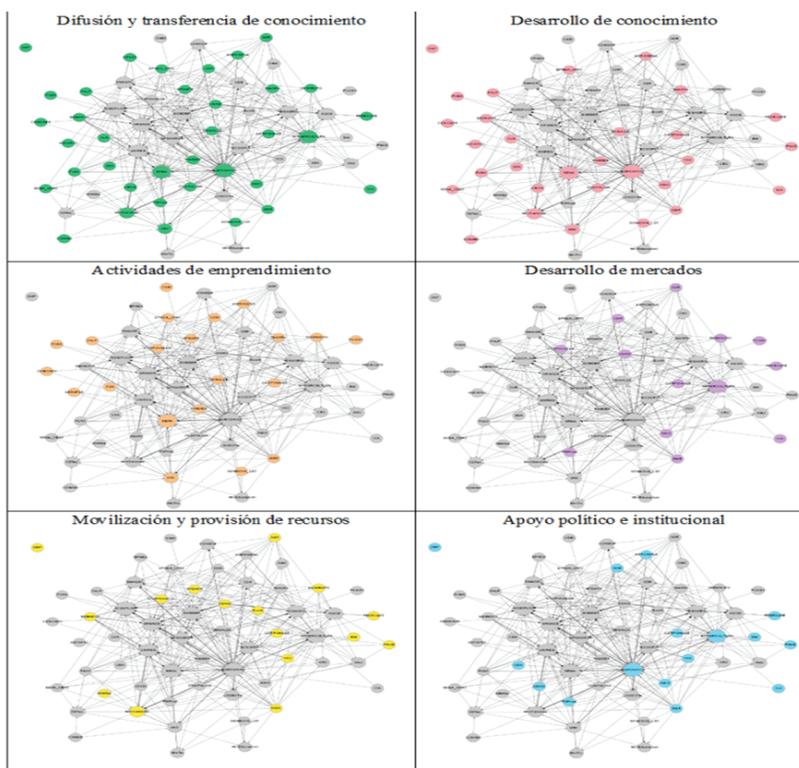


Figura 2. Relación entre red de colaboración y funciones del SNIA.

Las redes de colaboración en el marco de las funciones del SNIA, representan figuras que pueden permitir la conformación de asociaciones de co-innovación, mejorar las condiciones del mercado, estructuras de financiación, capitalización de las motivaciones, e incluso la promoción de las alianzas público-privadas en ámbitos regionales, donde puede considerarse el enfoque territorial rural y la perspectiva bottom-up. Estas redes funcionales permiten establecer que, aunque un solo actor puede desempeñar varias funciones, evidenciando un gran potencial en el SNIA, funciones como la movilización de recursos, el desarrollo de mercados y el apoyo político institucional, son visualmente las menos desempeñadas por todos los actores del sistema.

Las condiciones generales de la red de colaboración permiten pensar que existen posibilidades de relacionamiento y articulación entre los actores, encaminadas a generar mejores sinergias en aquellas funciones más rezagadas. Por ello se considera que parte de la solución puede estar mediada por la promoción de procesos de descentralización del SNIA, con base en proyectos colaborativos de innovación orientados al desarrollo de capacidades desde los propios territorios: es decir, desde abajo hacia arriba, construyendo articulaciones desde la base del espacio geográfico rural local.

3.3. Discusión

La red de colaboración conforma una estructura de relaciones que es importante por algunas razones que se han discutido por varios autores. Primero, porque se pueden sumar capacidades en torno a socios financiadores a nivel local y regional (Cuevas-Reyes et al., 2016). Segundo, porque una estructura densa

de la red evidencia que existe un patrón de intercambio y organización en torno a relaciones de colaboración que involucran actores importantes en ámbitos regionales del país. Lo anterior facilita la promoción de la cooperación y transferencia de conocimientos, a partir de un enfoque de triple hélice, donde participan empresas, centros de investigación, universidades y otros actores clave del estado (Sepúlveda-López, 2023), por lo que existe la posibilidad de profundizar en políticas públicas relacionadas al tema y con enfoque sectorial agropecuario.

Si bien la participación de la empresa privada es importante porque eventualmente puede contribuir con esquemas de financiamiento, entre otras capacidades, solo algunas de ellas se visualizan como bien conectadas dentro de la red de colaboración. Autores como Sánchez-Gómez et al. (2021), encontraron que las empresas son importantes en la generación de innovación, ya que son una fuente de información y pueden jugar un rol en la adopción de innovaciones por parte de otros actores, incluidos los productores agropecuarios en los territorios rurales. En el componente intermediario del SNIA, se destacan ciertos actores asociados al servicio de extensión agropecuaria. Este rol también es importante ya que estos actores contribuyen a generar puentes no solo entre el conocimiento y la tecnología generada por los actores del componente educación e investigación, sino también desde la empresa privada, por ejemplo, comercializadora y agroindustrial (Rendón-Medel et al., 2015).

Se puede afirmar que gran parte del valor de estos relacionamientos entre actores de apoyo y soporte implica las capacidades y contribuciones con las cuales cuentan, pues según Faure et al. (2019), estos actores contribuyen a fortalecer la innovación a partir de

las cadenas de valor, procesos de formación, provisionamiento de crédito, co-producción de conocimiento, estrategias, tecnologías y generación de acuerdos institucionales. La identificación de estos actores clave es también importante, pues como lo plantean Proietti y Cristiano (2023), estos actores prestan servicios y desempeñan roles estratégicos que permiten catalizar procesos a partir del desempeño de funciones que contribuyen a orientar diferentes fases de un proceso de innovación agropecuaria. La red de colaboración del SNIA refleja una estructura densa, con un resultado de 8,83%, lo cual implica una alta densidad si se compara con resultados como los de Roldán-Suárez et al. (2016), quienes hallaron una densidad del 2,20%; o la densidad de 1,7% y 95 vínculos hallados por Suárez et al. (2021), en comparación con los 334 vínculos hallados en la presente investigación.

Visto el análisis desde la perspectiva actor-función, se puede entender que varios actores pueden desempeñar varias funciones, lo que no implica que esto constituya una problemática, ya que pueden tipificarse ciertos roles, tales como: líderes de opinión, intermediario facilitador e intermediario bróker (Ramírez-Gómez & Cuevas-Reyes, 2023), e incluso en el marco del fomento de alianzas público-privadas que pueden gestarse en las propias regiones rurales (Cronin et al., 2021; Ramírez-Gómez & Rodríguez-Espinosa, 2021).

4. Conclusiones

Esta investigación surge para ampliar la discusión académica, junto con la necesidad de aportar sobre política pública alrededor del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA). En este sentido, se evidencian los siguientes aspectos clave:

(i) las redes de colaboración en el marco de las funciones del SNIA representan figuras que pueden permitir la interpretación de ciertas asociaciones de co-innovación, de manera que el desempeño de la propia función pueda generar verdadero valor para el sistema de innovación. (ii) la estructura de la red denota mayor densidad y número de relacionamientos, lo que permite incluso que varios actores sean claves en el desempeño de varias funciones paralelamente. (iii) las redes de colaboración evidencian ciertas funciones más rezagadas debido a la escasa participación de actores muy destacados del orden nacional, especialmente en las funciones de desarrollo de mercados, movilización de recursos y apoyo político e institucional.

Lo anterior implica que, en Colombia, el SNIA aún debe promover mayores sinergias en torno a estas funciones para buscar la generación de mayor valor y competitividad sectorial. Finalmente, se considera que el análisis en el nivel nacional puede presentar mayores sesgos de investigación, tanto por las entidades que pueden formar parte del estudio, como por su eventual interés estratégico en la resolución del cuestionario. En este sentido, se considera que se deben ampliar los abordajes empíricos a escalas geográficas regionales y locales para incorporar elementos que hayan podido quedar fuera de la información analizada.

Contribución de los autores

Carlos Julián Ramírez-Gómez: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Redacción – borrador original.

Julia Sánchez-Gómez: Curación de datos, Metodología, Software, Redacción – revisión y edición.

Implicaciones éticas

No existen implicaciones éticas por declarar en la escritura o publicación de este artículo.

Financiación

Artículo derivado del proyecto de investigación: Diseño de estrategias para la operacionalización de los sistemas territoriales de innovación rural en Colombia el marco de la Ley 1876 SNIA: Un consenso de expertos, Financiado por la Universidad de Caldas

Conflictos de interés

No existen conflictos de interés de parte de los autores en la escritura o publicación de este artículo.

5. Referencias

- Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., & Aguilar-Ávila, J. (2017). *Análisis de redes sociales: conceptos clave y cálculo de indicadores*. México: Universidad Autónoma Chapingo. <http://repositorio.chapingo.edu.mx:8080/handle/20.500.12098/270>
- Alaie, S. A. (2020). Conocimiento y aprendizaje en el sistema de innovación hortícola: Un caso del valle de Cachemira en la India. *Revista Internacional de Estudios de Innovación*, 4, 116–133.
- 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 (37), 407–429. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>
- Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., & Labianca, G. (2009). Network analysis in the social sciences. *Science*, 323, 892–895.
- Buciega, A., & Esparcia, J. (2013). Desarrollo, Territorio y Capital Social. Un análisis a partir de dinámicas relacionales en el desarrollo rural. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 24 (1), 81–113.
- Busse, M., Schwerdtner, W., Siebert, R., Doernberg, A., Kuntosch, A., König, B., & Bokelmann, W. (2015). Analysis of animal monitoring technologies in Germany from an innovation system perspective. *Agricultural Systems*, 138, 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.05.009>
- Chang, Y., & Chen, M. (2004). Comparing approaches to systems of innovation: The knowledge perspective. *Technology in Society*, 26 (1), 17–37.
- Cooke, P., & Gómez-Uranga, M. (1998). Dimensiones de un sistema de innovación regional: organizaciones e instituciones. *Ekonomiaz: Revista Vasca de Economía*, 41, 46–67.
- Cronin, E., Fosselle, S., Rogge, E., & Home, R. (2021). An analytical framework to study multi-actor partnerships engaged in interactive innovation processes in the agriculture, forestry, and rural development sector. *Sustainability*, 13 (11), 6428. <https://doi.org/10.3390/su13116428>
- Cuevas-Reyes, V., Espejel-García, A., Moctezuma-López, G., Rosales-Nieto, C. A., & Tapia-Naranjo, A. (2016). Análisis de las redes de financiamiento del sistema nacional de innovación agropecuaria en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (6), 1297–1309.
- Eastwood, C., Klerkx, L., & Nettle, R. (2017). Dynamics and distribution of public and private research and extension roles for technological innovation and diffusion: Case studies of the implementation and adaptation of precision farming technologies. *Journal of Rural Studies*, 49, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.11.008>
- Faure, G., Knierim, A., Koutsouris, A., Ndah, H. T., Audouin, S., Zarokosta, E., Wielinga, E., Triomphe, B., Mathé, S., & Temple, L. (2019). How to strengthen innovation support services in agriculture with regard to multi-stakeholder approaches. *Journal of Innovation Economics & Management*, 28 (1), 145–169.

- Fieldsend, A. F., Varga, E., Biró, S., Von Münchhausen, S., & Häring, A. M. (2022). Multi-actor co-innovation partnerships in agriculture, forestry and related sectors in Europe: Contrasting approaches to implementation. *Agricultural Systems*, 202, 103472.
- Fielke, S. J., Botha, N., Reid, J., Gray, D., Blackett, P., Park, N., & Williams, T. (2018). Lessons for co-innovation in agricultural innovation systems: a multiple case study analysis and a conceptual model. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 24 (1), 9–27.
- Freeman, C. (1995). The 'National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19 (1), 5–24.
- Giagnocavo, C., de Cara-García, M., González, M., Juan, M., Marín-Guirao, J. I., Mehrabi, S., Rodríguez, E., van der Blom, J., & Crisol-Martínez, E. (2022). Reconectar a los agricultores con la naturaleza a través de transiciones agroecológicas: Nichos interactivos y experimentación y el papel de los sistemas de innovación y conocimiento agrícola. *Agricultura*, 12, 137.
- Gómez-Carreto, T., Zarazúa, J. A., Guillen-Cuevas, L. A., López-Cortez, J. E., & Moreno-Vidal, R. (2015). Redes sociales empresariales y desarrollo local: esquemas de colaboración en agroempresas de Chiapas. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 37, 159–172.
- Gutiérrez-Cano, L. F., Zartha-Sossa, J. W., Orozco-Mendoza, G. L., Suárez-Guzmán, L. M., Agudelo-Tapasco, D. A., & Quintero-Saavedra, J. I. (2023). Agricultural innovation system: analysis from the subsystems of R&D, training, extension, and sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1176366. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1176366>
- Hekkert, M., & Negro, S. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technological Forecasting and Social Change*, 76 (4), 584–594.
- Hermans, F., Geerling-Eiff, F., Potters, J., & Klerkx, L. (2019). Public-private partnerships as systemic agricultural innovation policy instruments – Assessing their contribution to innovation system function dynamics. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 88, 76–95. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2018.10.001>
- Hermans, F., Klerkx, L., & Roep, D. (2015). Structural conditions for collaboration and learning in innovation networks: Using an innovation system performance lens to analyse agricultural knowledge systems. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 21 (1), 35–54. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2014.991113>
- Hermans, F., Sartas, M., Van Schagen, B., van Asten, P., & Schut, M. (2017). Social network analysis of multi-stakeholder platforms in agricultural research for development: Opportunities and constraints for innovation and scaling. *PLoS One*, 12 (2).
- Hermans, F., Stuver, M., Beers, P. J., & Kok, K. (2013). The distribution of roles and functions for upscaling and outscaling innovations in agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, 115, 117–128. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.09.006>
- Klerkx, L., van Mierlo, B., & Leeuwis, C. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*, 457–483.
- Lambrecht, E., Crivits, M., Lauwers, L., & Gellynck, X. (2018). Identifying key network characteristics for agricultural innovation: A multisectoral case study approach. *Outlook on Agriculture*, 47 (1), 19–26. <https://doi.org/10.1177/0030727018760604>
- Lundvall, B. (2007). National innovation systems—analytical concept and development tool. *Industry and Innovation*, 14 (1), 95–119.
- Muñoz, M., Rendón, M., Aguilar, J., García, J., & Altamirano, R. (2004). *Redes de innovación: un acercamiento a su identificación, análisis y gestión*

para el desarrollo rural. México: Universidad Autónoma Chapingo. <http://repositorio.chapingo.edu.mx:8080/handle/20.500.12098/321>

Proietti, P., & Cristiano, S. (2023). Innovation support services: an evidence-based exploration of their strategic roles in the Italian AKIS. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 29 (3), 351–371.

Rajalahti, R., Janssen, W., & Pehu, E. (2008). Agricultural innovation systems: From diagnostics toward operational practices systems. *Agriculture & Rural Development Department, World Bank*.

Ramírez-Gómez, C. J., & Rodríguez-Espinosa, H. (2021). Local public-private partnerships to promote innovation in agricultural value chains: the case of cocoa in Colombia. *Revista de Economía e Sociología Rural*, 60 (4), 1–18.

Ramírez-Gómez, C. J., & Cuevas Reyes, V. (2023). Redes de información y sistemas de innovación agrícolas. Hacia un nuevo enfoque de la extensión rural local. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 23 (1), 157–178.

Reina-Usuga, L., Parra-López, C., Carmona-Torres, C., & Sayadi, S. (2022). Red social de transferencia de conocimiento en la transformación digital del sector olivarero de Andalucía: perspectiva de los agentes de generación de conocimiento. *Economía Agraria y Recursos Naturales-Agricultural and Resource Economics*, 22 (2), 97–115.

Rendón-Medel, R., Díaz-José, J., Hernández-Hernández, B., & Carolina, T. (2015). Modelos de intermediación en la extensión agrícola. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6 (1), 139–150.

Roldán-Suárez, E., Rendón-Medel, R., & Cadena-Ñíguez, P. (2016). Identificación de módulos demostrativos en estrategias de gestión de la innovación. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13 (2), 179–192. <http://www.colpos.mx/asyd/revista.php?v=13&n=2>

Sánchez-Gómez, J., Rendón-Medel, R., Cuevas-Reyes, V., & Díaz-José, J. (2021). El papel de los ac-

tores institucionales como fuente de innovación para los productores de maíz en México. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(2).

Sepúlveda-López, M. Y. (2023). Análisis de redes sociales de un clúster en tecnologías emergentes: el caso del Clúster de Nanotecnología de Nuevo León, 2009-2019. *Redes*, 34 (1).

Sharif, N. (2006). Emergence and development of the National Innovation Systems concept. *Research Policy*, 35 (5), 745–766.

Suárez, D., Díaz-Puente, J. M., & Bettoni, M. (2021). Risks identification and management related to rural innovation projects through social networks analysis: A case study in Spain. *Land*, 10 (6), 613.

Turner, J. A., Klerkx, L., White, T., Payne, T., Everett-Hincks, J., Mackay, A., & Botha, N. (2017a). Unpacking systemic capacity to innovate: How projects coordinate capabilities across agricultural innovation system levels. *Land Use Policy, Elsevier*, 68, 503-523. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.054>

Turner, J. A., Williams, T., Nicholas, G., Foote, J., Rijswijk, K., Barnard, T., & Horita, A. (2017b). Triggering system innovation in agricultural innovation systems: Initial insights from a community for change in New Zealand. *Outlook on Agriculture*, 46 (2), 125–130. <https://doi.org/10.1177/0030727017708500>

Wasserman, S., & Faust, K. (1999). Social network analysis in the social and behavioral sciences. In Wasserman, S., & Faust, K. (eds). *Social network analysis. Methods and applications. Structural analysis in the social sciences*, 8. USA: Cambridge University Press.

Zarazúa, J. A., Almaguer-Vargas, G., & Rendón-Medel, R. (2012). Capital social. Caso red de innovación de maíz en Zamora, Michoacán, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 9 (68), 105–124.+