

La intervención en red para catalizar la innovación agrícola

Norman Aguilar-Gallegos*
José Alfredo Olvera-Martínez
Enrique Genaro Martínez-González
Jorge Aguilar-Ávila
Manrubbio Muñoz-Rodríguez
Horacio Santoyo-Cortés

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) - Universidad Autónoma Chapingo (UACH)

RESUMEN

Se reconoce que los procesos de innovación suceden entre un conjunto heterogéneo de actores, donde el Análisis de Redes Sociales (ARS) es una herramienta prometedora para su análisis y comprensión y, así, diseñar intervenciones basadas en red para catalizarla. Las intervenciones en red describen el proceso a través del cual se usan datos relacionales para acelerar el flujo de información entre los actores que la conforman. Este artículo contribuye en dos vertientes: primero, proporcionar conocimiento y evidencia sobre la aplicación y utilidad del ARS en el contexto de una intervención basada en red para catalizar la innovación agrícola; segundo, añadir a la literatura del ARS el estudio de una red al inicio y al final de la intervención de un modelo de extensión, mostrando los cambios en la estructura e indicadores de forma longitudinal. Se utilizaron datos de productores caprinos para generar indicadores de línea base y después se analizó la intervención con una línea final. Los resultados sustentan la utilidad del ARS para catalizar la innovación agrícola, resaltando la importancia de la selección de agricultores y actores clave para dinamizar estos procesos. Se concluye con algunas implicaciones metodológicas y de política pública para mejorar e impulsar la innovación agrícola.

Palabras clave: *Redes de información – Redes de innovación – Análisis de Redes Sociales – Extensión agrícola – Integración y radialidad – México.*

ABSTRACT

It is recognized that innovation processes occur within a heterogeneous set of actors, where the Social Network Analysis (SNA) is a promising tool to analyse and understand it, thus, interventions based on network can be designed for catalysing it. The network interventions describe the process through which relational data are used to accelerate the information flow among the actors who conform it. This paper contributes to the following aspects: first, it provides knowledge and evidence related to the application and usefulness of the SNA in the context of an intervention based on network for catalysing agricultural innovation; second, it adds to the literature of SNA the study about a network structure using a base-line and final-line after the intervention of an extension approach; the change of the network structure and the SNA indicators in a longitudinal way are presented. Data from goat producers to calculate base-line were used, then the intervention was analysed using a final-line. The results sustain the usefulness of the SNA for catalysing agricultural innovation; the relevance of farmers and key actors selection to dynamize these processes are highlighted. It is concluded with some methodological and policy implications for enhancing and boosting agricultural innovation.

Key words: *Information networks – Innovation networks – Social Network Analysis – Agricultural extension – Integration and radiality – Mexico.*

¹Contacto con los autores: Norman Aguilar-Gallegos (naguilar@ciestaam.edu.mx), José Alfredo Olvera-Martínez (alfredo.olvera@ciestaam.edu.mx), Enrique Genaro Martínez-González (enriquemartinez@ciestaam.edu.mx), Jorge Aguilar-Ávila (jaguilar@ciestaam.edu.mx), Manrubbio Muñoz-Rodríguez (manrubbio@ciestaam.edu.mx), Horacio Santoyo-Cortés (hsantoyo@ciestaam.edu.mx).

INTRODUCCIÓN

La palabra innovación está cotidianamente insertada y usada dentro de la empresa, gobierno, organizaciones, instituciones e individuos. Sin embargo, es difícil diferenciar cuándo se está refiriendo realmente a una innovación o simplemente a una práctica innovadora (Muñoz-Rodríguez, Gómez-Pérez, Santoyo-Cortés, Aguilar-Ávila, & Aguilar-Gallegos, 2014; OECD, 2005) o a buenas prácticas de producción. En este sentido, varios autores (OECD, 2005; Spielman, Davis, Negash, & Ayele, 2011) han hecho énfasis en que la innovación se refiere a la introducción y uso de conocimiento (nuevo o existente) dentro de un proceso económico o social, que permita realizar cambios pertinentes, pero con la característica de que éstos generen valor (COTEC, 2007), entendido este último no sólo en el ámbito económico, sino también social, ambiental, organizacional, entre otros. Es decir, tal y como señalan algunos autores (COTEC, 2007; Muñoz-Rodríguez et al., 2014; OECD, 2005), la innovación implica un cambio (radical o incremental) en los productos y procesos, en la mercadotecnia y la organización, basado en conocimiento y que genere valor.

Estos argumentos son completamente aplicables al sector agrícola en donde, además, la innovación no sólo se refiere a la introducción de nuevas tecnologías (como son maquinaria, fertilizantes, semillas, pesticidas, entre otros), sino también a la forma en la que el agricultor vende su producción, compra los insumos necesarios para su actividad productiva, a la forma en la cual se organiza con sus pares, al acceso a mercados, al cuidado del medio ambiente, entre otros (Aguilar-Gallegos, Muñoz-Rodríguez, Santoyo-Cortés, Aguilar-Ávila, & Klerkx, 2015; Klerkx, Aarts, & Leeuwis, 2010; Leeuwis & Aarts, 2011; Muñoz Rodríguez, Aguilar Ávila, Rendón Medel, & Altamirano Cárdenas, 2007). De esta forma, una innovación puede ser considerada como "una nueva forma de hacer las cosas" o también de "hacer cosas nuevas" (Leeuwis & Van den Ban, 2004); incluidas aquellas que, aunque sean concebidas como prácticas rutinarias en otros sistemas o territorios, sean percibidas como nuevas por un individuo en su sistema productivo (OECD, 2005; Rogers, 2003). Es así que se puede considerar que el punto medular de la innovación es el uso de conocimiento para realizar mejoras en los sistemas productivos que se traduzcan en beneficios multidimensionales para los agricultores y otros actores.

Sin embargo, diferentes estudios (Aguilar Gallegos, Muñoz Rodríguez, Santoyo Cortés, & Aguilar Ávila, 2013; García Sánchez, Aguilar

Ávila, & Bernal Muñoz, 2011; Martínez-González et al., 2011) dan evidencia del bajo nivel de adopción de innovaciones, prácticas y tecnologías por parte de los pequeños y medianos agricultores, lo cual trae como consecuencia escasos rendimientos y utilidades (Aguilar-Gallegos et al., 2015). También se ha analizado cómo las diversas configuraciones de redes de intercambio de información y conocimiento, conformadas por diferentes actores, influyen en la decisión de adopción por parte de los agricultores (Aguilar-Gallegos et al., 2016, 2015; Hoang, Castella, & Novosad, 2006; Monge, Hartwich, & Halgin, 2008; Monge Pérez & Hartwich, 2008; Spielman et al., 2011; Thuo et al., 2014; Wood et al., 2014).

En este sentido, es importante reconocer que la innovación agrícola es resultado de un proceso complejo, dinámico e interactivo, de intercambio de diferentes recursos (tangibles e intangibles) entre un conjunto heterogéneo de actores con diferentes roles, formando lo que se conoce como redes de innovación. Es decir, la innovación no se da de forma individual y aislada; sino que ocurre en diversos escenarios, con la conformación de diferentes redes, en donde la información, el conocimiento y otros recursos son intercambiados en varios niveles (Casas Guerrero, 2009; Faure, Desjeux, & Gasselin, 2012; Klerkx et al., 2010; Leeuwis & Aarts, 2011; Muñoz Rodríguez & Santoyo Cortés, 2010; Radjou, 2004) y en donde, además, existen múltiples fuentes y usuarios de la innovación (Aguilar-Gallegos et al., 2016; Isaac, 2012; Spielman et al., 2011; Spielman, Ekboir, Davis, & Ochieng, 2008). Es importante destacar que el modelo en red va más allá del modelo tradicional de innovación (Leeuwis & Van den Ban, 2004; Muñoz Rodríguez & Santoyo Cortés, 2010), que ha sido impulsado por un enfoque de transferencia de tecnología, mejor conocido como el modelo lineal (Rivera & Sulaiman, 2009); en donde el cambio tecnológico es el resultado de un proceso de desarrollo institucional, y donde se atribuye el crecimiento agrícola exitoso a la "socialización" de la investigación agrícola (Ruttan, 1977), tarea que recae en el personal de extensión y, en donde, el agricultor es el usuario final. Es decir, en el modelo lineal, la investigación agrícola es vista como la fuente de la innovación agrícola, que después se transfiere y es adoptada (Rivera & Sulaiman, 2009).

De esta manera, debido a que el proceso de innovación está determinado por el patrón de interacciones que se establecen entre un conjunto heterogéneo de actores, es importante investigar estos procesos desde una perspectiva amplia. En este sentido, el uso del Análisis de Redes Sociales (ARS) es una alternativa

prometedora debido a que, de manera resumida, permite el análisis y visualización de los vínculos que se establecen entre diferentes conjuntos de actores (Borgatti, Everett, & Johnson, 2013; Borgatti, Mehra, Brass, & Labianca, 2009; Valente, 1996; Wasserman & Faust, 1994); el ARS permite identificar la posición que tienen los actores dentro de una red (Borgatti & Halgin, 2011), lo cual en parte determina las limitantes y oportunidades que tienen tanto los actores como la red en general (Borgatti et al., 2013). Al estudiar las estructuras formadas por los vínculos entre diferentes actores, se puede comprender su funcionamiento y, por tanto, diseñar estrategias para su crecimiento y desarrollo (Semitiel García & Noguera Mendez, 2004). Así mismo, se coincide con otros autores (Spielman et al., 2011), en que el ARS es una herramienta útil, pero ha sido poco utilizada (e incluso utilizada de manera inconsistente y dogmática) para el estudio de las redes de innovación agrícola. En este sentido, el artículo busca hacer una contribución a la literatura del ARS y de los procesos de innovación agrícola desde una perspectiva de red. De hecho, esta contribución sería relevante puesto que en las aportaciones de investigadores mexicanos sobre el ARS, dentro de los "temas de especialización", no se tienen referencias abundantes al ARS en agricultura (Ramos-Vidal, Contreras-Ibáñez, & García-Macías, 2014); un trabajo cercano a este tema, sería sobre la acuicultura en el noroeste de México (Casas Guerrero, 2009).

Importancia de las intervenciones basadas en red

Dentro de sus esfuerzos para incrementar la productividad y reducir la pobreza en el medio rural, los gobiernos de América Latina han considerado la implementación de programas de extensión bajo diferentes modelos y enfoques. En este sentido, el término extensión es entendido como aquellos sistemas que facilitan el acceso de los agricultores a conocimientos, tecnologías e información; además, fomentan la interacción con otros actores pertinentes y, que coadyuvan en el diseño de prácticas y habilidades técnicas, de gestión y de organización (Christoplos, 2010). Si bien el término "extensión agrícola" ha evolucionado, y algunos autores hablan ahora de "servicios de asesoramiento agrícola" (Birner et al., 2009), en general se pueden usar ambos conceptos de forma intercambiable (Swanson & Rajalahti, 2010). De hecho, el término "extensión" se ha vuelto genérico y se usa para referirse a la variedad de sistemas que han surgido para comunicar y transmitir información y tecnología a los agricultores (Rivera & Sulaiman, 2009).

Para el caso de México, existe un modelo de extensión que tiene como objetivo la gestión de la innovación en los territorios agrícolas, sustentado en un conjunto de herramientas metodológicas de aplicación inmediata para diseñar, operar y evaluar estrategias encaminadas a dinamizar la innovación con los agricultores. Este modelo operó a través de las Agencias para la Gestión de la Innovación (AGI), que son equipos de profesionales especializados en una cadena o red agroalimentaria con una cobertura territorial (Aguilar Ávila, Rendón Medel, Muñoz Rodríguez, Altamirano Cárdenas, & Santoyo Cortés, 2011; Aguilar-Ávila, Santoyo-Cortés, Muñoz-Rodríguez, Aguilar-Gallegos, & Martínez-González, 2015). A diferencia de otros modelos de extensión basados en el modelo lineal de transferencia de tecnología, éste considera que los procesos de innovación ocurren en red, por lo cual el uso del ARS dentro de las AGI es de suma importancia; es decir, las AGI operaban considerando una intervención basada en red.

El término "intervención en red" describe el proceso a través del cual se usan datos de redes sociales para acelerar el cambio en el comportamiento social, la actitud hacia cierta información, mejorar el desempeño, acelerar el flujo de información y/o alcanzar resultados deseables entre individuos, comunidades, organizaciones y poblaciones (Valente, 2012).

Un elemento importante dentro del modelo AGI es la evaluación de la intervención en red, es decir, medir al final de la intervención cuáles habían sido los cambios alcanzados en la configuración de la red de innovación. En sus inicios de operación, las AGI consideraron la medición de resultados en dos vertientes: tanto en la red en sí, como en los niveles de adopción de innovaciones de los agricultores. Sin embargo, siguiendo lo indicado por otros autores (Birner et al., 2009), es importante considerar que si bien con la evaluación de estos indicadores sólo podemos hablar de resultados inmediatos de la intervención, estos resultados pueden ser útiles para el diseño de estrategias que pretendan catalizar la innovación en los territorios agrícolas.

Selección de actores clave

Dentro de las intervenciones en red, un elemento primordial es la identificación de actores clave que ayuden a acelerar los cambios (Valente, 2012; Valente, Palinkas, Czaja, Chu, & Brown, 2015). Es por ello que la estrategia AGI busca la identificación de estos actores, pues se considera que pueden ser catalizadores importantes en el proceso de difusión y adopción de innovaciones

(Muñoz Rodríguez, Rendón Medel, Aguilar Ávila, García Muñíz, & Altamirano Cárdenas, 2004). De esta forma, se vuelve a destacar el papel del ARS como una herramienta metodológica dentro de la operación de las AGI.

En este sentido, el ARS ofrece un conjunto de herramientas teóricas y metodológicas que permite localizar individuos que son más centrales en su entorno social (Valente & Davis, 1999), en nuestro caso en el entorno de los agricultores y ganaderos. Los actores clave son también llamados líderes de opinión, champions, líderes, referidos, entre otros (Muñoz Rodríguez et al., 2004; Valente, 2012; Valente & Davis, 1999). Nosotros los llamamos actores clave por el rol que juegan dentro de la red y porque, como se ha indicado en otros trabajos, básicamente son importantes para la red (Borgatti, 2006); sin ellos la red perdería cohesión y no habría alcance entre los actores que la conforman. Así, el propósito de la selección de actores clave descansa en el hecho de que dentro de un contexto social siempre existen algunos actores más referidos por sus pares, por tener características sobresalientes, en comparación de los demás (Aguilar Ávila et al., 2011), entre estas características están: mayor tamaño del rebaño o superficie agrícola, mejor calidad genética, mayor antigüedad en la actividad, mejor prestigio social, pero sobre todo mayor cúmulo de conocimientos, entre otros.

Además, los actores clave por lo regular son definidos como aquellos que tienen las posiciones más centrales dentro de la red (Valente, 2012) y que por tanto pueden ejercer una influencia sobre los demás actores (Valente et al., 2015; Valente & Pumpuang, 2007). En este sentido, el ARS es una herramienta muy poderosa para encontrar al actor más central derivado de las menciones de los otros actores. Sin embargo, existen diversas formas de identificarlos dentro de la red, desde encontrar a los más centrales con mayores nominaciones (Freeman, 1979), los que están intermediando el flujo de información (Freeman, 1979; Freeman, Borgatti, & White, 1991), los que están más integrados en la red o son más radiales en ella (Valente & Foreman, 1998), los que ejercen cierto nivel de poder dentro de la misma (Bonacich, 1987), hasta el uso de software especializado, en este caso el KeyPlayer 2 (Borgatti, 2006; Borgatti & Dreyfus, 2005). Este último programa informático básicamente identifica a los actores que serían los mejores en dos sentidos: el primero, mantener la cohesión de la red (que no se fragmente); segundo, que están conectados al máximo número de otros actores posibles y, por tanto, pueden servir para difundir más rápidamente cierta información.

Considerando lo anterior, la contribución que se busca realizar con este artículo versa sobre lo que Borgatti y Halgin (2011) han denominado como "Network theory", que se refiere a los mecanismos y procesos que interactúan con las estructuras de red para alcanzar ciertos resultados a nivel individual y de grupo, lo buscamos hacer en dos vertientes: Primero, proporcionar conocimiento y evidencia a la literatura existente sobre la aplicación y utilidad del ARS en el contexto de una intervención basada en red para la gestión de la innovación con agricultores, a través de la selección de actores clave para catalizar los flujos de información y conocimiento. Segundo, añadir a la literatura del ARS el análisis de la red en dos momentos (al inicio y al final de un proceso de gestión de la innovación), mostrando los cambios en la estructura e indicadores de forma longitudinal, ya que no existe mucha evidencia al respecto (Isaac, 2012), incluyendo como efectos inmediatos (Birner et al., 2009), además del cambio de la red, los cambios relacionados a los niveles de adopción de innovaciones. Estos cambios inmediatos, vistos desde un punto de vista de una cadena de impactos, puede llevar después a resultados intermedios (e.g., beneficios a nivel de los hogares agrícolas), para después de un cierto tiempo, llegar a generar impactos sobre objetivos sociales más amplios (e.g., efectos en el medio ambiente, fortalecimiento de las cadenas de valor, entre otros) (ver Birner et al., 2009). Para cumplir con lo anterior, tomamos datos de ganaderos caprinos con los cuales trabajó una AGI.

El artículo está organizado de la siguiente forma, la siguiente sección contiene la metodología, donde se explica el origen de los datos y su recolección; se explica el método utilizado para la selección de los agricultores clave, una sección de interpretación de indicadores del ARS utilizados para valorar la intervención y se describen las herramientas que fueron necesarias para el análisis de los datos. Esta sección es seguida de los resultados y la discusión de los mismos; se abarcan primero los cambios en los niveles de innovación, después los cambios en los indicadores de red y, por último, la relación entre ambos. El artículo finaliza con algunas conclusiones, a la luz de los objetivos planteados y algunas implicaciones metodológicas y de política pública.

METODOLOGÍA

Origen y recolección de los datos

Establecimiento de la línea base

Para conocer la situación de los productores caprinos (caprinocultores) al inicio de la

intervención del programa de extensión basado en red, se encuestaron a 49 ganaderos localizados en tres municipios (Tecozautla, Nopala y, Alfajayucan) y once localidades del estado de Hidalgo, México. Sólo se consideraron estos tres municipios debido a que es en donde existía actividad de producción caprina en la región. Además, esa fue la región que se asignó a la AGI por parte del programa gubernamental de extensión, el cual cubrió el pago del personal, así como los gastos de operación de los profesionistas. La AGI estuvo conformada por cinco extensionistas, uno de los cuales fungió como coordinador; este último tenía un rol enfocado a la articulación y vinculación con otros actores, así como de informar los avances a los funcionarios de gobierno. Las encuestas se realizaron visitando a cada uno de los caprinocultores en sus granjas durante el mes de marzo de 2010. Es importante mencionar en este apartado, que debido a que no se contaba con un listado o padrón inicial de los ganaderos en la región de intervención, se recurrió al modelo de muestreo no probabilístico denominado bola de nieve. Durante el procedimiento de muestreo, existió una mención de 51 caprinocultores y a todos ellos se visitaron; sólo 49 proporcionaron información. En este sentido, se puede decir que la red tuvo un límite geográfico, por un lado, y un límite acotado por la actividad productiva, por otro.

Instrumento de colecta y variables consideradas

Para la colecta de información se diseñó una encuesta de línea base (LB), en la cual se consideró una sección de características generales de los caprinocultores; otra sección abordó la adopción de 47 prácticas, tecnologías e innovaciones (Tabla 1) y; al final, se incluyó una sección para generar datos de red.

Para el caso de las 47 innovaciones, éstas se clasificaron en ocho categorías de innovación, pues consideramos, al igual que otros autores (Klerkx et al., 2010; Leeuwis & Van den Ban, 2004; Muñoz Rodríguez & Santoyo Cortés, 2010; Muñoz-Rodríguez et al., 2014), que la innovación agrícola no sólo se refiere a la introducción de nuevas tecnologías o prácticas dentro de los procesos de producción, sino que puede estar referida a la forma de producir, a la organización de los agricultores, a la administración de la unidad de producción, entre otros. Cada una de

las innovaciones consideradas se codificaron como 1 cuando el caprinocultor la adoptaba y, como 0 cuando no la había adoptado. Con esta información se calculó el índice de adopción de innovaciones (INAI) siguiendo el método mencionado por Muñoz Rodríguez et al. (2007), en donde a mayor número de adopción de innovaciones por parte del agricultor, mayor es el INAI de éste; y por tanto, a mayor INAI de un agricultor, mayor su capacidad innovadora.

Al considerar la codificación de las innovaciones como 1 y 0, también se logró calcular, para cada una de las 47 innovaciones, la tasa de adopción de innovaciones (TAI) con base en el método descrito por Muñoz Rodríguez et al. (2007). Se considera que a mayor TAI, mayor el número de agricultores que adopta la innovación y, viceversa. Con el uso del INAI y el TAI también es posible medir en el tiempo el avance en el nivel de adopción de cada agricultor y los cambios en la tasa de adopción por cada innovación.

Para generar los datos de red de los productores caprinos, el método de colecta consistió en incluir un generador de nombres (Marsden, 1990, 2005). En donde cada caprinocultor encuestado mencionaba los nombres de diferentes actores siguiendo la pregunta: ¿De quién ha aprendido, se ha asesorado o ha preguntado, es decir, a quién recurre para obtener información y conocimiento para implementar las prácticas, tecnologías e innovaciones que realiza en su unidad de producción? Debido a la pregunta realizada, la red resultante es considerada como una red de información y conocimiento para la innovación; además, por la naturaleza de la pregunta los vínculos se consideran como dirigidos (Freeman, 1979; Wasserman & Faust, 1994). Los nombres de los actores mencionados por los caprinocultores se clasificaron por el rol que tienen dentro de la red. Toda esta información se codificó y capturó en una base de datos (Velázquez Álvarez & Aguilar Gallegos, 2005) para formar una red tipo modo-uno (de Nooy, Mrvar, & Batagelj, 2005; Wasserman & Faust, 1994) y posteriormente, se procesó con el uso de software especializado para el análisis de redes sociales. Uno de los procedimientos considerados como estratégicos y para lo cual fue necesaria la información de red, consistió en la selección de agricultores clave, tema que se aborda más adelante.

Tabla 1

Prácticas, tecnologías e innovaciones evaluadas como adoptadas (1) y no adoptadas (0) por los productores caprinos, clasificadas por categoría de innovación

Categoría	Práctica, tecnología e innovaciones
Nutrición	01. Suplementación mineral; 02. Utilización de dietas formuladas por etapa fisiológica; 03. Creep Feeding; 04. Flushing; 05. Agua de calidad ad libitum
Sanidad	06. Participación en campaña contra brucelosis y tuberculosis; 07. Calendario de desparasitación externa; 08. Calendario de desparasitación interna; 09. Calendario de vacunación; 10. Vitaminación
Manejo del rebaño	11. Identificación del ganado con aretes u otro; 12. Separa a los animales recién adquiridos del resto del rebaño; 13. Lotifica a los animales de acuerdo a su etapa fisiológica
Genética	14. Realiza diagnóstico de gestación; 15. Selección del ganado (desecha animales improductivos); 16. Selección de raza adecuada al objetivo de producción; 17. Selección de reemplazos por registros productivos y fenotipo; 18. Rota sementales por lo menos cada tres años; 19. Empadre controlado; 20. Preparación del semental para el empadre; 21. Inseminación artificial; 22. Sincronización de celos
Ordeña	23. Ordeña mecánica; 24. Realiza despunte de ubre; 25. Realiza presello y secado de ubre; 26. Realiza sellado de la ubre al final de la ordeña; 27. Realiza alguna prueba para detectar mastitis; 28. Cuenta con manual de buenas prácticas para la ordeña
Procesamiento	29. Realiza análisis físico de la leche (apariencia, color, olor); 30. Realiza análisis químico de la leche (acidez); 31. Pasteuriza la leche; 32. Cuenta con manual de buenas prácticas de manufactura; 33. Cuenta con registro de salubridad; 34. Cuenta con permisos de la presidencia municipal
Mercado	35. Diseño de marca; 36. Registro de marca con propiedad intelectual; 37. Cuenta con código de barras; 38. Compras en común (insumos, pío de cría, maquinaria); 39. Ventas en común; 40. La UPR (Unidad de producción rural) cuenta con organigrama o división de tareas; 41. Venta directa al consumidor; 42. Identificación de mercados
Administración	43. Lleva registros contables; 44. Desarrolla bitácoras técnicas productivas; 45. Desarrolla bitácoras reproductivas; 46. Asiste a eventos de capacitación; 47. Recibe asistencia técnica especializada

Establecimiento de la línea final

La intervención por parte del equipo de extensionistas que conformó la AGI duró casi un año, tiempo durante el cual se dinamizó la interacción entre los caprinocultores y otros actores, se insertó nuevo conocimiento, se desarrollaron acciones para hacer fluir el conocimiento que poseían los caprinocultores en la red y se brindó asistencia técnica directa en las granjas. Al finalizar la intervención se realizó una encuesta de línea final (LF) para determinar los efectos y resultados alcanzados en dos vertientes: los cambios en los niveles de adopción de la innovación y los cambios en la configuración de la red de información y conocimiento de los productores caprinos.

La información de línea final se recabó visitando a los caprinocultores en sus granjas a finales del mes de febrero de 2011; sin embargo, en esta ocasión se encuestó a los 49 ganaderos iniciales más otros 10 que se añadieron durante el periodo de duración del programa de extensión; es decir, la base de datos de línea final estuvo conformada por 59 caprinocultores, más el resto de los actores mencionados durante las encuestas.

El instrumento de colecta de información para levantar los datos de línea final fue el mismo que se diseñó en la línea base. Por tanto, a los ganaderos se les volvió a preguntar si habían adoptado una nueva innovación y se codificó de la misma forma. Con esto se logró calcular nuevamente el INAI de cada caprinocultor y el TAI para cada innovación.

En el caso de los datos de red, se volvió a hacer la misma pregunta sobre sus fuentes de información y conocimiento. Debido a que la pregunta de redes hecha en la LB contempla las fuentes de conocimiento del caprinocultor a lo largo de su experiencia en la actividad caprina, los actores que fueron mencionados en la LF se agregaron al listado inicial, es decir, se consideraron acumulativos. Es importante considerar que este procedimiento se hizo por la naturaleza de la pregunta que generó la información de redes.

Selección de caprinocultores clave

En este artículo se utilizó el software KeyPlayer 2 (Borgatti & Dreyfus, 2005). El problema básico que busca solucionar este procedimiento es encontrar un conjunto de nodos, llamados

conjunto-kp (kp por KeyPlayer), de tamaño k , con dos posibilidades (Borgatti, 2006): primero, si se remueve el conjunto-kp, resultaría en una red con la menor cohesión posible, esto es, la red se fragmenta; segundo, un conjunto-kp tal que esté conectado al máximo número de otros nodos.

De esta forma, se decidió buscar el segundo tipo de nodos, debido a que este conjunto-kp puede llegar a maximizar la conexión con otros nodos en la red. Durante el procedimiento, una característica que se debe tomar en cuenta es la distancia máxima (m) en la cual un nodo i puede alcanzar a otro nodo j ; en este sentido, cuando la distancia es $m=1$, el procedimiento toma en cuenta los nodos adyacentes al nodo i ; pero cuando la distancia es igual a 2 ($m=2$), se tienen en cuenta los vínculos indirectos del nodo i , es decir, los nodos que pueda alcanzar con dicha distancia m , por supuesto una $m=2$ también incluye a los nodos que estén a una distancia $m=1$. Por tanto, a mayor distancia m , mayor será la cobertura que tenga el conjunto-kp seleccionado; sin embargo, se debe considerar que a mayor distancia m se está suponiendo que la información o recurso que posee el conjunto-kp fluye sin ningún problema a través de los caminos de distancia m y alcanza a los nodos que estén como máximo a esa distancia. Es por esto, que la distancia que se eligió para efectos de esta investigación, fue de $m=1$.

Otra característica interesante del procedimiento es que la selección del conjunto-kp puede ser calculada considerando vínculos directos, es decir, es posible seleccionar tanto actores con mejor alcance por grados de salida (en el software indicado como "Diffuse") como actores por grado de entrada (en el software indicado como "Harvest"), por supuesto tomando en cuenta la distancia m de alcance entre pares de nodos. En nuestro caso, debido a la pregunta generadora de los datos de red, formulada a los caprinocultores (ver sección Instrumento de colecta y variables consideradas), se decidió hacer el procedimiento considerando los grados de entrada. El mismo procedimiento se podría realizar considerando los grados de salida, pero nuevamente, debido a la pregunta realizada, se tendría primero que transponer la matriz de relaciones, para que los resultados obtenidos tengan coherencia durante la selección del conjunto-kp.

Es importante mencionar que, debido a ciertas características de los caprinocultores (disponibilidad de tiempo, localización, niveles de innovación y, contacto con otros actores), además del procedimiento KeyPlayer, se decidió incluir a tres ganaderos que no habían sido considerados por el software. El grupo de caprinocultores seleccionado entonces, estuvo

formado por: ocho propuestos por el software KeyPlayer y, tres más por otros criterios (lo últimos casos son: ER019, ER041 y, ER047, ver Gráfico 2a). La cobertura calculada de alcance del conjunto-kp completo, es decir de los once caprinocultores, fue de 20.3% del total de los nodos en la red.

Indicadores del ARS

Dentro del ARS existen diversos y variados indicadores que son de utilidad para distintos propósitos. Entre ellos tenemos los basados en la centralidad, es decir: el grado, intermediación y cercanía (Freeman, 1979), estos indicadores toman en cuenta los vínculos directos. Por otra parte, existen indicadores basados en la idea central de que la importancia de un nodo no sólo se limita a sus vínculos directos sino que también depende de los vínculos que poseen con los que se está en contacto, es decir, los vínculos indirectos (e.g., Bonacich, 1972, 1987; Valente & Foreman, 1998). En este sentido, en esta sección no se buscó ser exhaustivos en su descripción, sino más directos en su uso.

Por tanto y tomando como base lo indicado y formulado por otros autores, tanto para la explicación de indicadores (Borgatti, 2006; Freeman, 1979; Valente & Foreman, 1998) como de los conceptos y medidas básicas de una red (Borgatti et al., 2013; Hanneman & Riddle, 2011; Jackson, 2008; Scott, 2013; Wasserman & Faust, 1994), en la Tabla 2 se ofrece una breve y directa forma de interpretación de cada uno de los indicadores usados; se describen en un sentido positivo, aunque todos ellos podrían tener una interpretación en sentido inverso, lo cual sería negativo; también se especifica el nivel que representan, pues con la diversidad de indicadores del ARS, se pueden obtener tanto características de toda la red en su conjunto, como de forma individual (De la Rosa Troyano, Martínez Gasca, González Abril, & Velasco Morente, 2005; Hanneman & Riddle, 2011; Velázquez Álvarez & Aguilar Gallegos, 2005). De manera complementaria a la información de la Tabla 2, se pueden consultar diversos artículos (e.g., Aguilar-Gallegos et al., 2016; Monge et al., 2008; Monge Pérez & Hartwich, 2008; Spielman et al., 2011; Valente et al., 2015) que describen tanto de forma detallada, como resumida los indicadores del ARS que han utilizado en cada caso.

Es importante considerar que la interpretación de los indicadores se hace a la luz de la pregunta realizada para generar los datos de red, la cual como se ha indicado fue: ¿De quién ha aprendido, se ha asesorado o ha preguntado, es decir, a quién recurre para obtener información

y conocimiento para implementar las prácticas, tecnologías e innovaciones que realiza en su unidad de producción? Es por ello que hay que hacer énfasis en que por lo general los generadores de nombres siempre se refieren a un tipo de vínculo (Marsden, 1990, 2005); en el caso de esta investigación, para el acceso a información y conocimiento para la innovación. Por tanto, bajo otros contextos o preguntas, la

interpretación es posible que pueda cambiar, por ejemplo, si se preguntara: ¿A quién le ha enseñado Usted lo aprendido en el evento de capacitación? Los indicadores de la Tabla 2, se interpretarían en otro sentido; esto es relevante, pues se ha observado en algunos reportes empíricos una interpretación equivocada en los indicadores de redes.

Tabla 2

Indicadores del ARS usados y su interpretación básica en el contexto de la investigación

Indicador	Nivel	Interpretación
Actores en la red, tamaño de la red	Red	A mayor tamaño de la red, mayor el número de actores que participan y, mayor el número de vínculos posibles entre ellos. No sólo considera el número de agricultores encuestados sino también a otro tipo de actores como pueden ser: extensionistas, agricultores no encuestados, proveedores, centros de capacitación, instituciones de enseñanza e investigación, entre otros. A mayor diversidad de actores con diferentes roles, mayor es la variedad de recursos (tangibles e intangibles) que pueden fluir en la red.
Número de vínculos	Red	Relaciones establecidas entre los actores de la red. A mayor número de vínculos, la cohesión entre los actores aumenta y, sobre todo, mayor es la probabilidad de que fluya información y conocimiento dentro de la red.
Densidad	Red	Se deriva del número de vínculos, sólo que se expresa en relación a los vínculos posibles en la red y, por tanto, en porcentaje. A mayor densidad, mayor cohesión y mayor flujo de información y conocimiento.
Nodos sueltos	Red	Cuando un agricultor dice no tener vínculo con ningún otro actor y, además, los otros agricultores tampoco lo refieren, entonces es un nodo suelto. A mayor número de nodos sueltos, la articulación de la red es menor y, por tanto, la densidad es escasa. Este tipo de actores no tienen acceso a los recursos que están fluyendo en la red, por lo cual es importante conectarlos. Además, a mayor número de nodos sueltos, menor es la posibilidad de seleccionar a actores bien conectados o altamente referidos por sus pares.
Número de componentes	Red	Un componente es un grupo de actores conectados y que son alcanzados vía un número determinado de pasos. Por tanto, a mayor número de componentes dentro de una red menor es la posibilidad de que un actor alcance a otros con determinado número de pasos; de hecho, un nodo suelto se considera como un componente. De esta forma, al tener menor número de componentes, la probabilidad de que fluya información entre los actores de la red es más factible. Aunado a esto, a menor número de componentes, la red se considera más cohesionada y, por tanto, tiene menor nivel de fragmentación.
Tamaño del componente más grande	Red	Al existir varios componentes en una red, siempre habrá uno o varios que conecten el mayor número de actores. De esta forma, si se vierte nueva información o conocimiento a un componente integrado por un número pequeño de agricultores, no se tendrá el mismo impacto que si se vierte en un componente integrado por un número considerable de agricultores. A menor número de componentes en una red y a mayor tamaño del componente más grande, la articulación de la red es mayor y, por tanto, es más fácil que fluya información a través de sus actores.
Diámetro	Red	El diámetro de una red hace referencia a la longitud máxima del camino geodésico entre dos actores. Por tanto, hasta cierto punto, a mayor diámetro en una red, el recurso que fluye dentro de ella puede llegar desde un nodo a otro más lejano. Sin embargo, si la articulación de la red es mayor, cercana a una densidad del 100%, el diámetro de la red va a disminuir hasta llegar a 1.

Indicador	Nivel	Interpretación
Vínculos de agricultor a agricultor	Red	A mayor número de vínculos de agricultor a agricultor, la información y conocimiento que fluye en la red es más endógena del sistema y, por tanto, es más fácil que fluya; no así cuando es de un actor exógeno al sistema.
Grados de salida	Individual	A mayor número de grados de salida, el actor (agricultor) recurre a mayor número de actores (agricultor u otro tipo) para acceder a información y conocimiento. Es un indicador que sólo toma en cuenta a los vínculos directos.
Grados de entrada	Individual	A mayor número de grados de entrada, un actor (agricultor u otro tipo) es más referido e importante para los otros agricultores como fuente de información y conocimiento. Es un indicador que sólo toma en cuenta a los vínculos directos.
Radialidad	Individual	Cuando un agricultor refiere otro agricultor y este segundo refiere a otros actores como sus fuentes de información y conocimiento, entonces la radialidad del primer agricultor es mayor que la del segundo que refiere a otros actores; por tanto, a mayor radialidad, mayor es la capacidad de un actor de conectarse e insertarse a la red por diferentes vías y diversos actores. Este indicador toma en cuenta los vínculos indirectos.
Integración	Individual	Cuando un actor es referido por otro agricultor y este segundo es referido por otros agricultores como sus fuentes de información, entonces la integración del primer actor es mayor que la del primer agricultor que lo refiere; por tanto, a mayor integración, mayor es la capacidad de un actor de conectar y ser alcanzado por otros actores en la red. Este indicador toma en cuenta los vínculos indirectos.
Centralización	Red	La centralización mide el grado en el cual los vínculos existentes en la red están focalizados en uno o pocos actores, es decir, en una red estrella existe una centralización del 100%. Este indicador puede tener dos interpretaciones, es decir, tanto de entrada como de salida. A mayor centralización de entrada, es que uno o pocos actores son fuente de información y conocimiento para los agricultores. Por otra parte, a mayor centralización de salida, uno o pocos actores son los que están vinculándose con muchos otros actores para el acceso a información y conocimiento.

Fuente: elaboración propia.

Análisis de los datos

Una vez que se conformaron las bases de datos fue necesario utilizar diferentes tipos de software; esto dependió de la etapa de la investigación y del objetivo del análisis. De esta forma, para la comparación de los datos de innovación entre línea base y línea final, sobre todo en los procedimientos estadísticos (pruebas de t para muestras relacionadas y correlaciones), se utilizó SAS para Windows v9 (SAS, 2004). Para la visualización de la red de información y conocimiento, se hizo uso de NetDraw 2.519 (Borgatti, 2002). Por último, para el análisis de la red obtenida y el cálculo de los indicadores del ARS, se utilizó Ucinet v6.617 (Borgatti, Everett, & Freeman, 2002; Borgatti et al., 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta sección se presenta en cuatro vertientes: primero, se incluye un breve apartado sobre la descripción del rol jugado por la AGI; segundo,

se muestran los resultados alcanzados en el cambio de los niveles de adopción de innovaciones por parte los caprinocultores; tercero, se resumen los cambios en los indicadores del ARS y en la estructura de la red de información y conocimiento para la innovación. En este último caso se propone una forma básica de comparación de los indicadores, mismos que se derivan de la interacción generada por los extensionistas junto con los caprinocultores y otros actores. Por último, se incluye el análisis de correlación entre los indicadores de innovación y los del ARS.

Articulación y orquestación de la AGI

Como se describió anteriormente, uno de los roles considerados como fundamentales y estratégicos de la AGI es la gestión de la interacción entre los agricultores y otros actores para dinamizar el conocimiento y así incrementar la innovación. El modelo AGI considera fundamental el dejar a un lado el modelo lineal

de la innovación y basarlo más en una visión de red (Aguilar Ávila et al., 2011; Aguilar-Ávila et al., 2015; Rivera & Sulaiman, 2009; Spielman et al., 2008). En este sentido, y siguiendo con lo indicado por otros autores (Dogliotti et al., 2014; Faure et al., 2012; Rivera & Sulaiman, 2009), las actividades de la AGI no se basaron o limitaron a sólo realizar capacitación en aula y asistencia técnica directa con los caprinocultores, fueron más allá de sólo ser "transferidores" de información. Su forma de operación también incluyó un componente fuerte de articulación y orquestación con otros actores para facilitar los procesos de innovación de los caprinocultores, pues como se ha recalado por otros autores, son actividades necesarias para lograr la innovación agrícola (Hounkonnou et al., 2012; Kilelu, Klerkx, & Leeuwis, 2013; Klerkx & Leeuwis, 2009; Leeuwis & Aarts, 2011; Muñoz-Rodríguez & Altamirano-Cárdenas, 2008).

Es así que la AGI buscó y en algunos casos logró la articulación y orquestación de otros actores con los productores caprinos, entre ellas se destacan las siguientes actividades: 1. Contactaron a dos Universidades de cobertura Nacional, con una de ellas se logró la articulación de dos investigadores para el soporte y difusión de innovaciones en el diagnóstico de gestación, sincronización de celos y, elaboración de dietas balanceadas acordes a las etapas fisiológicas de las cabras; 2. Vincularon a un proveedor de genética, externo a la región de atención, para la compra de sementales y la promoción de innovaciones como la rotación de machos, el empadre controlado y otras; sin embargo, sólo un caprinocultor concretó la compra de un semental; 3. A través de la organización de los caprinocultores, se logró la compra de insumos como vitaminas, desparasitantes y vacunas que eran difíciles de conseguir en el región y con ello promover la innovación en cuestiones sanitarias; 4. Con uno de los investigadores anteriormente mencionado, se logró plantear un proyecto de medición de curvas de lactancia para la selección y mejora genética de vientres con los caprinocultores; la medición de las curvas se logró, pero el seguimiento de la selección no se pudo hacer por la limitante del tiempo de intervención del programa de extensión; 5. Se logró la vinculación con la entidad gubernamental encargada de la sanidad animal para la gestión de certificados sanitarios; aunado a esto, se desarrollaron prácticas enfocadas a cumplir con los requisitos de la citada entidad; 6. Se vinculó con otra entidad gubernamental para la difusión de las actividades realizadas con los caprinocultores; 7. Una vez que se detectaron ciertas necesidades de infraestructura y equipamiento para algunas granjas, se hicieron las gestiones para solicitar apoyos gubernamentales a nivel estatal; 8. Al final de la

operación, se logró la articulación con tres empresas caprinas con diferentes propósitos de producción y niveles tecnológicos y diferentes tamaños, ubicadas en otras regiones del País; el objetivo fue realizar una gira de intercambio tecnológico, en la cual participaron 30 caprinocultores y nueve de sus hijos.

Las actividades de articulación y orquestación que se lograron llevar a buen término contribuyeron al alcance de los resultados que se describen a continuación; sin embargo, algunas otras actividades no se lograron culminar o no fue posible darles seguimiento, por discontinuidad en el financiamiento público para el pago del modelo de extensión, recursos necesarios cuando se trata de atender a pequeños y medianos agricultores. De esta forma, se puede argumentar que los cambios institucionales, así como su participación y financiamiento multianual, es necesario para fortalecer y apalancar la innovación agrícola (Hounkonnou et al., 2012; Kilelu et al., 2013; Klerkx et al., 2010), pues consideramos que la extensión debería ser vista como un bien público que logra generar beneficios directos e indirectos en los territorios agrícolas.

Cambios en los niveles de adopción

Con el uso del INAI (Índice de Adopción de Innovaciones, ver Muñoz Rodríguez et al., 2007) se logró medir y comparar la adopción promedio de los productores caprinos. Antes de la intervención del programa de extensión, es decir en la línea base, el INAI promedio de los 49 caprinocultores fue de 0.0740 ± 0.1206 (Gráfico 1b), que expresado en porcentaje indicaría que en promedio los caprinocultores adoptaban el 7.4% de las prácticas, tecnologías e innovaciones (ver Tabla 1) contenidas en cada una de las ocho categorías (Gráfico 1a). Posteriormente, después de la intervención, se obtuvo un incremento en el INAI de los 59 caprinocultores, el promedio alcanzó 0.2752 ± 0.2064 (Gráfico 1b); es decir, en la línea final adoptaban en promedio, 27.5% de las innovaciones contenidas en las ocho categorías consideradas (Gráfico 1a). Un dato a recalcar es que, aunque la amplitud de los datos aumentó tanto en LB como LF, el coeficiente de variación disminuyó (LB = 163.02% y LF = 74.98%), lo que implica que los niveles de innovación en la LF ya no son tan heterogéneos como en la LB. Es importante mencionar que el cambio en el INAI de los 49 caprinocultores encuestados en la LB, resultó significativo estadísticamente por medio de una prueba de t para muestras relacionadas ($p < 0.01$).

En general, el incremento en la adopción se obtuvo en las ocho categorías (Gráfico 1a); sin

embargo, fueron las de nutrición, sanidad, manejo del rebaño, así como la de administración las que presentaron mayores avances en la adopción; en promedio, el incremento absoluto fue de 30.8%, cuyo equivalente en cambio porcentual sería de 321% (LB=100%).

Los resultados encontrados fueron similares a los reportados por otros autores (Martínez-González et al., 2011), quienes mencionan que la adopción de innovaciones en granjas ovinas en el Estado de México fue en promedio de 17%. Además, es importante considerar que los mismos autores afirman que la adopción de innovaciones es una variable que explica el ritmo de crecimiento de los rebaños: a mayor adopción, mayor es la probabilidad de que los rebaños permanezcan activos. El INAI, como indicador de innovación, también ha demostrado estar relacionado con los rendimientos en la producción hortícola bajo invernadero (García Sánchez et al., 2011) y con la creación de valor económico en agricultores con palma de aceite (Aguilar-Gallegos et al., 2015), así como con la eficiente aplicación de recursos públicos (Aguilar-Ávila et al., 2015). En este sentido, este artículo está proveyendo evidencia de la utilidad del indicador para comparar los cambios en los niveles de innovación agrícola y podría ser utilizado en otros sistemas de producción o cultivos.

Como análisis complementario, con el uso del indicador TAI (Tasa de Adopción de Innovaciones, ver Muñoz Rodríguez et al., 2007), se logró conocer el nivel de adopción de las prácticas, tecnologías e innovaciones (ver Tabla 1) por parte de los caprinocultores y así evaluar el cambio en su tasa de adopción. De esta forma, algunas de las innovaciones con mayor tasa de adopción fueron: la formulación de dietas por etapa fisiológica (nutrición), que pasó de un TAI de 2.0 en LB a 37.3% en LF, es decir, al inicio de la intervención sólo 2% de los 49 caprinocultores ya realizaban la innovación; al final de la intervención, 37% de los 59 ganaderos ya la había adoptado. De la misma manera y siguiendo la misma lectura en el cambio de las tasas de adopción, se obtuvieron incrementos importantes en las siguientes innovaciones: la suplementación mineral (nutrición), de 14.3 en LB a 40.7% en LF; los calendarios de desparasitación interna (sanidad), de 14.3 a 78.0%; la identificación de los animales con aretes (manejo del rebaño), de 12.2 a 42.4%; así como, llevar registros contables (administración), de 2.0 a 22.0%. El listado de las principales prácticas, tecnologías e innovaciones en las que se logró el mayor cambio en su TAI, en términos absolutos, se muestra en la Tabla 3.

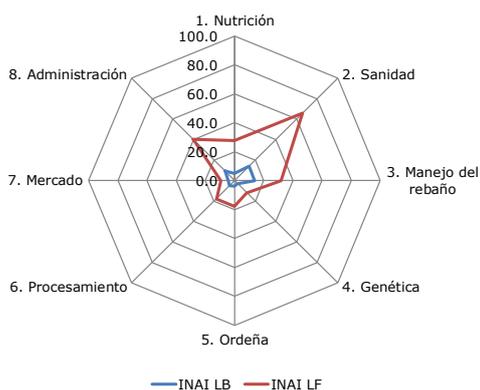
Los cambios diferenciales entre las innovaciones pueden ser explicados a través de lo indicado por Rogers (2003) sobre las características intrínsecas que deben tener las innovaciones para tener mayor nivel de adopción: ventaja relativa, compatibilidad, complejidad, ensayo y, observabilidad. Es así que en la Tabla 3 existen innovaciones como la suplementación mineral, desparasitación, el diagnóstico de gestación, etc., cuyos efectos son observables casi en lo inmediato y tienen ventajas relativas apreciadas por los productores caprinos; otras como son la vitaminación, identificación del ganado, entre otras, que no fueron difíciles de hacer, es decir, la complejidad no es elevada. En este sentido, aunque algunas otras innovaciones como el diagnóstico de gestación, el empadre controlado, formulación de dietas y otras, aunque son complejas y requieren cierto nivel de conocimiento codificado y no tanto empírico, fueron bien aceptadas por el soporte brindado por el equipo de extensionistas (la AGI, se abunda en el tema en la siguiente sección de resultados) que no sólo introdujo nueva información y conocimiento en el sistema de los caprinocultores, sino que también facilitó su adopción a través de la articulación con otros actores (ver sección de resultados anterior).

Es así que, se reconoce que existen otros factores que pueden facilitar la adopción de innovaciones y no sólo las características de las innovaciones mismas (Aguilar Gallegos et al., 2013; Bozoğlu & Ceyhan, 2007; Jara-Rojas, Bravo-Ureta, & Díaz, 2012; Mariano, Villano, & Fleming, 2012; Valente, 1996); entre ellas, también, el financiamiento y soporte que pueden brindar otros actores como son el Gobierno y la Academia (Casas Guerrero, 2009). Otro punto importante a considerar es que, a través de esta intervención y análisis, se logró observar que algunas innovaciones no son adecuadas a las necesidades de los caprinocultores y por tanto no son adoptadas. La difusión de la innovación agrícola debe considerar un enfoque más de best-fit (Birner et al., 2009; Kilelu, Klerkx, & Leeuwis, 2014) y no de promover innovaciones para todos. Es importante considerar que si se comparan las innovaciones de la Tabla 3 con las de la Tabla 1, existen algunas que no fueron abordadas por la AGI y que por tanto no tuvieron cambios en su adopción; además, algunas de la Tabla 3 tuvieron cambios menores, esto lo atribuimos precisamente a las características propias de las innovaciones (Rogers, 2003), algunas de ellas son complejas, como el diagnóstico de gestación y la inseminación artificial; otras necesitan cierto grado de inversión y, por tanto, no pueden ser ensayadas tan fácilmente, como es lotificar a los animales; y otras, precisamente no se adaptan a las condiciones de todos los productores, como la

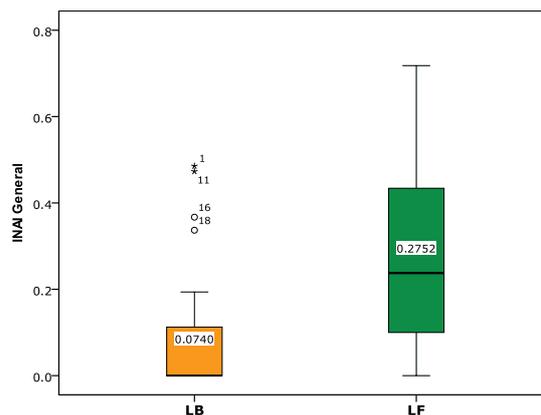
sincronización de celos. Por tanto, es posible plantear la hipótesis de que algunas innovaciones no tuvieron un nivel de perduración o sostenibilidad después de que el equipo de extensionistas dejó de operar, precisamente por el hecho de la complejidad y el acompañamiento que ciertas innovaciones necesitan. Posiblemente, en un primer momento se adoptaron por la presencia de la AGI, pero después, por falta de ese soporte, las innovaciones comienzan a des-adoptarse. Este tipo de detalles abre nuevas brechas que necesitan ser investigadas, en este caso, la perdurabilidad de los cambios en la adopción de las innovaciones después de una intervención a través de un grupo de extensionistas.

Aunado a lo anterior y con base a los hallazgos, se puede considerar que cuando un actor inserta nuevo conocimiento al sistema de producción de agricultores es mucho mejor que ese mismo actor brinde el soporte y asistencia necesaria

para ponerlo en marcha, en algunos casos con la articulación de otros actores, como fue el caso de la AGI; es decir, no es suficiente que un modelo de extensión sólo considere la introducción de nuevo conocimiento, sino que también se debe tener en cuenta el soporte para su implementación, la dinamización del conocimiento existente y la articulación con otros actores. Lo anterior puede contribuir a romper con las barreras que algunas innovaciones presentan, pues éstas son complejas (Rogers, 2003) y, aunado a ello, considerar que algunas innovaciones no son adaptables a las condiciones de algunos agricultores (Birner et al., 2009). Diversos autores (Aguilar-Gallegos et al., 2015; Bozoğlu & Ceyhan, 2007; Mariano et al., 2012; Monge et al., 2008; Monge Pérez & Hartwich, 2008) han destacado que cuando un agricultor tiene el soporte de algún extensionista, el agricultor tiende a adoptar más prácticas e innovaciones. En la siguiente sección se aporta mayor evidencia sobre este tema.



a) Cambio en el INAI por categoría de innovaciones



b) Cambio en el INAI general, considera las ocho categorías de innovaciones

Gráfico 1. Cambios en los niveles de adopción de innovaciones por los productores caprinos, en dos momentos.

INAI: Índice de adopción de innovaciones; LB: Línea base; LF: Línea final. El valor mostrado en el gráfico inciso b hace referencia al promedio del INAI general tanto en LB como en LF.

Cambios en los indicadores del ARS

En la Tabla 4 se muestran los principales indicadores utilizados para analizar los cambios que se lograron con una intervención basada en red (siguiendo a Valente, 2012) y cuyo foco estratégico fue la formación de nuevos vínculos entre los diferentes actores que componían la red en un primer momento, a través de la selección de caprinocultores considerados como clave (Gráfico 2a).

De esta forma, se encontró que la estructura de la red de información cambió notablemente. Su configuración entre la línea base (Gráfico 2a) y final (Gráfico 2b) es completamente distinta. Con

la inserción de un nuevo nodo dentro de la red, que representa al equipo de extensionistas (AGI, en forma de diamante y color naranja, Gráfico 2b), mismo que fomentó y dinamizó la articulación entre los caprinocultores, se logró pasar de 70 actores o nodos, que habían establecido 57 vínculos entre ellos, a 88 actores y 139 vínculos; es decir, la articulación entre los productores caprinos y otros actores se incrementó más de 140% (Tabla 4). Por tanto, la búsqueda y acceso de información y conocimiento para la innovación caprina se incrementó en la red. Es importante mencionar que, aunque el número de actores en la red de los caprinocultores aumentó, como resultado de la intervención, el número de encuestados

también aumentó de 49 a 59. Esto podría sugerir que el hecho de aumentar el número de encuestados, tiene impacto directo en el número de vínculos, que por ello es el incremento y que

estamos sobreestimando el indicador. Sin embargo, el aumento porcentual de caprinocultores es mucho menor al incremento y mejora de los vínculos dentro de la red (Tabla 4).

Tabla 3

Principales cambios en la tasa de adopción de innovaciones, por categoría

Categoría / Innovación	TAI (%) LB	TAI (%) LF	Diferencia (%)
Nutrición			
Inn02. Utilización de dietas formuladas por etapa fisiológica	2.041	37.288	35.247
Inn01. Suplementación mineral	14.286	40.678	26.392
Inn03. Creep Feeding	2.041	10.169	8.129
Sanidad			
Inn09. Calendario de vacunación	10.204	88.136	77.932
Inn10. Vitaminación	10.204	77.966	67.762
Inn08. Calendario de desparasitación interna	14.286	77.966	63.680
Manejo del rebaño			
Inn11. Identificación del ganado con aretes u otro	12.245	42.373	30.128
Inn13. Lotifica a los animales de acuerdo a su etapa fisiológica	28.571	38.983	10.412
Genética			
Inn14. Realiza diagnóstico de gestación	0.000	13.559	13.559
Inn19. Empadre controlado	12.245	23.729	11.484
Inn22. Sincronización de celos	0.000	3.390	3.390
Inn21. Inseminación artificial	0.000	1.695	1.695
Ordeña			
Inn24. Realiza despunte de ubre	25.000	45.161	20.161
Inn27. Realiza alguna prueba para detectar mastitis	0.000	12.903	12.903
Procesamiento			
Inn32. Cuenta con manual de buenas prácticas de manufactura	4.167	16.129	11.962
Inn29. Realiza análisis físico de la leche (apariencia, color, olor)	4.167	16.129	11.962
Mercado			
Inn38. Compras en común (insumos, pío de cría, maquinaria)	0.000	22.034	22.034
Administración			
Inn43. Lleva registros contables	2.041	22.034	19.993
Inn45. Desarrolla bitácoras reproductivas	4.082	23.729	19.647
Inn44. Desarrolla bitácoras técnicas productivas	6.122	23.729	17.606

A nivel de la cohesión de la red, se tuvo un incremento de la densidad en poco más del 50%. Otro indicador interesante, fue la reducción del número de nodos sueltos en casi la mitad de los mismos. Esos caprinocultores desconectados al principio, fueron integrados a la red durante la intervención del programa de extensión. De la misma forma, un indicador que refleja la mayor articulación en la red es la reducción en el número de componentes que la forman y, también el incremento del número de nodos que forman parte del componente más grande,

resultando en un diámetro de la red mayor. Por tanto, esto llevo a que la fragmentación de la red se viera disminuida, precisamente porque existe menor cantidad de componentes, y dentro de ellos es posible que los pares de nodos puedan alcanzarse a través de diferentes distancias, (ver Borgatti, 2006). Estos cambios en los indicadores respaldan los hallazgos de los niveles de innovación (ver sección Cambios en los niveles de adopción). Es decir, al estar más articulada la red, el flujo de información y conocimiento dentro de la misma se incrementa,

lo cual permite que los niveles de innovación se mejoren. Esto sugiere que, a mayor articulación de la red, es más probable que nueva información y conocimiento que se vierta a ella, pueda fluir con mayor facilidad a través de los distintos actores.

Aunado a lo anterior, aunque el cambio en la estructura de la red está fuertemente ligado a un actor, es decir la AGI, los vínculos entre caprinocultores también aumentaron en casi 60%. Esto tiene relevancia, pues la información y conocimiento que dijeron tener los encuestados, no sólo fue mejorada por un agente externo, sino también por actores internos, los cuales ayudan a preservar ese conocimiento dentro de la red. De esta forma coincidimos en que es importante mantener los vínculos de las redes personales entre agricultores, pero también se debe promover la articulación efectiva con otros actores con diferentes roles para acceder a nueva información y conocimiento (Isaac, 2012), muchos de los cuales incluso están fuera del territorio.

El incremento en la articulación de la red es derivado de que los grados de salida, es decir, los vínculos para la búsqueda de información y conocimiento, también se mejoraron. Los encuestados pasaron de sólo tener 1.2 vínculos en promedio, a 2.4. Por tanto, se puede decir que las dinámicas generadas por el actor articulador (la AGI) detonó que los caprinocultores refirieran a un mayor número de actores como sus fuentes de información y conocimiento; por consiguiente, también se incrementaron los grados de entrada promedio, y no sólo del actor más referido (la AGI) sino también de los encuestados. Los indicadores de grado de salida y entrada tuvieron cambios estadísticamente significativos, para el primer indicador los cambios tuvieron mayor nivel de significancia ($p < 0.01$) en comparación del segundo ($p < 0.05$).

Estos resultados son respaldados por los indicadores de radialidad e integración (ver Valente & Foreman, 1998), debido a que en la línea final los caprinocultores se vuelven más radiales a otros actores y también incrementan su integración. Lo primero está fuertemente ligado a la presencia de la AGI, es decir, los agricultores tienden a ser radiales a extensionistas. Este tipo de resultados ya han sido reportados por otros autores (Aguilar-Gallegos et al., 2016) que encontraron diferentes tipologías de radialidad e integración de los agricultores con otros actores. Con estos hallazgos se puede argumentar que, en una estrategia de intervención, primero los agricultores tenderán a establecer más vínculos para el acceso a información y conocimiento que volverse referencia o fuente de información para

otros agricultores. Los resultados demuestran que, aunque esto último también ocurre, pasa en menor proporción (ver Tabla 4). Esto concuerda a su vez con lo encontrado por Isaac (2012), pues los agricultores tienen a enfocar sus vínculos a organizaciones (incluidos extensionistas) que a otros agricultores.

Algo interesante de destacar es que, al incrementar la cohesión de la red, la radialidad de los caprinocultores pasa de sólo poder alcanzar 2.4% de los otros actores a casi el doble (4.4%); esto se debe a que la radialidad toma en cuenta los vínculos indirectos (ver Aguilar-Gallegos et al., 2016; Valente & Foreman, 1998). Por tanto, si un agricultor que establece nuevos vínculos lo hace con otros agricultores que también tienen vínculos de salida para el acceso a información y conocimiento, entonces la radialidad del primero aumenta más porque está conectado a aquellos que a su vez son radiales a otros. Es por ello que no sólo es importante incrementar los vínculos de salida a otros agricultores sino hacerlo con aquellos que a su vez también tengan buenos indicadores de este tipo. De esta forma y siguiendo lo indicado por Granovetter (1973), la información a la cual no tienen acceso los agricultores vía sus vínculos directos, se hace accesible vía los vínculos indirectos.

Estos últimos indicadores reflejan la importancia de que un agente externo no concentre la información y conocimiento vertido en la red, sino que es mejor que la estrategia sea orquestar la articulación entre los agentes locales e internos de la red para que la información y conocimiento fluya a través de los actores presentes desde un inicio. Porque, aunque se incrementó el número de vínculos y el grado de salida de los agricultores, también se obtuvo un aumento en el número de veces que los agricultores se refieren entre ellos, lo cual es conveniente; esto mismo no sería tan deseable, si es que los indicadores mencionados aumentaran pero que el nivel de articulación entre los agricultores no lo hiciera, porque implicaría que la mayoría de los vínculos se están concentrando en actores no locales.

Siguiendo con los argumentos anteriores, el indicador que también respalda los resultados es el rol jugado por los caprinocultores clave, éste también se incrementó. La cobertura que alcanzan en la red pasó de 20.3 a 46.1%, es decir, se incrementó más de 120%. Resultando, a su vez, en el incremento del número de referencias recibidas por parte de otros caprinocultores como fuentes de información y conocimiento. Los resultados encontrados respaldan el hecho de que los actores clave en un red permiten acelerar los cambios que se buscan detonar con una intervención en red

(Valente, 2012; Valente & Davis, 1999; Valente & Pumpuang, 2007). Considerar en una estrategia de gestión de la innovación agrícola, la selección de actores bien articulados, ayudará a potencializar el flujo de información y conocimiento nuevo que se vierta dentro de la red o que ya preexiste en la misma (Gráfico 2a). Resultados similares han sido reportados por otros autores pero no han considerado los cambios en la estructura de la red (Muñoz Rodríguez et al., 2004; Muñoz Rodríguez & Santoyo Cortés, 2010).

A pesar del incremento en los grados de entrada de los caprinocultores, a una mayor mención de los caprinocultores clave como fuentes de información, entre otros, la centralización de la red fue el indicador que más incrementó, poco más de 600%. En este sentido, se nota la relevancia del actor AGI, que al ser un nuevo actor en la red y que vino a dinamizar el flujo de información y conocimiento, además de articular u orquestar nuevos actores a la red de los productores caprinos, se vuelve central dentro de la red; sin embargo, ésta se centraliza en mayor medida. Considerando este resultado, coincidimos con otros autores (Dogliotti et al., 2014; Faure et al., 2012; Rivera & Sulaiman, 2009) que han indicado que los extensionistas no deben jugar sólo un papel de transferidores de información y conocimiento, sino que también deben lograr articular a los actores locales que en condiciones originales e iniciales ya poseen ese conocimiento. Además, se debe buscar articularlos con otros agentes externos para insertar nuevo conocimiento y otro tipo de recursos, aún más cuando las necesidades de los agricultores está evolucionando continuamente (Dogliotti et al., 2014; Kilelu et al., 2014; Klerkx & Leeuwis, 2009). De esta forma, se puede decir que si se conoce la estructura de una red de agricultores al inicio de una intervención, se puede diseñar, implementar, facilitar y mejorar una estrategia que busque fortalecer las condiciones de la red, es decir, siguiendo con la definición de intervención en red (Valente, 2012), si se conoce la estructura social a través de la cual fluye información y conocimiento para la innovación agrícola, se puede acelerar su cambio y potencializar los recursos que se viertan dentro de la red.

Relación entre los cambios en la adopción y los vínculos de los caprinocultores

Los resultados mostrados en las dos secciones anteriores, que aunque pueden ser considerados sólo como resultados inmediatos (Birner et al., 2009), han destacado los cambios obtenidos por una estrategia basada en la gestión de redes de información y conocimiento para la innovación.

Se encontraron mejoras tanto en los niveles de innovación y en los indicadores del ARS. Sin embargo, la pregunta sobre si estos cambios están relacionados, sin asumir causalidad a los mismos, es una de las más relevantes; es decir ¿los cambios en los niveles de innovación tienen alguna relación con los cambios en los indicadores del ARS o viceversa?

Para ello, en la Tabla 5 se presentan los coeficientes de correlación de Pearson entre el INAI y los cuatro indicadores individuales del ARS que fueron utilizados en este artículo, tanto para la línea base como la final. Si bien, los niveles de correlación en la línea base respaldan algunos hallazgos anteriores, como que la radialidad está relacionada con el INAI (Aguilar-Gallegos et al., 2016), que existe una mayor intensidad de adopción cuando hay mayor vínculos de salida (Monge Pérez & Hartwich, 2008) y que a mayor grados de salida con diferentes actores en la red están relacionados a mayores niveles de adopción de prácticas, tecnologías e innovaciones (Aguilar-Gallegos et al., 2015; Isaac, 2012), este artículo incorpora nuevos resultados, debido a que la correlación en la línea base también demuestran que los grados de entrada y la integración están correlacionados al INAI; por tanto, los agricultores que son fuentes de información y conocimiento de sus pares lo están siendo porque ellos tienen mejores niveles de adopción. En este sentido coincidimos en que a mayor número de vínculos en la red, existe un proceso de difusión más rápido y sostenido (Valente, 2005).

Al comparar los mismos datos, pero ahora en línea final, se encontró que los coeficientes de correlación aumentaron positivamente y con mayor nivel de significancia estadística. Esto implica que los cambios en ambos tipos de indicadores hicieron que éstos se correlacionaran aún más. Por tanto, con estos resultados se puede argumentar que los cambios en ambos indicadores efectivamente están relacionados, es decir, si uno incrementa el otro también y viceversa. Por tanto, este artículo proporciona nueva evidencia a la literatura existente sobre la importancia de diseñar una estrategia de intervención basada en el análisis de redes sociales, con el objeto de dinamizar tanto la interacción entre agricultores como de éstos con otros actores. Esto tiene implicaciones importantes en los incrementos de innovación en el sector agrícola. Por tanto (siguiendo a Klerkx et al., 2010; Leeuwis & Van den Ban, 2004; Muñoz Rodríguez & Santoyo Cortés, 2010; Spielman et al., 2008), esto también respalda la idea de que los procesos de innovación no deben ser vistos meramente como una decisión individual de adopción, sino que hay todo un

entramado social de diversas interacciones que influyen en la adopción o no de prácticas, tecnologías e innovaciones.

En este punto es importante considerar que los resultados en la Tabla 5 no implican causalidad y que uno no está explicando el comportamiento del otro, simplemente se destaca el hecho de que los indicadores están correlacionados y que además los indicadores finales son superiores a los de la línea base. Esto a su vez abre nuevas brechas de análisis para futuras investigaciones, por ejemplo ¿qué factores de los caprinocultores hicieron que éstos participaran dentro de los procesos de interacción promovidos por el equipo de extensionistas? Otro sería

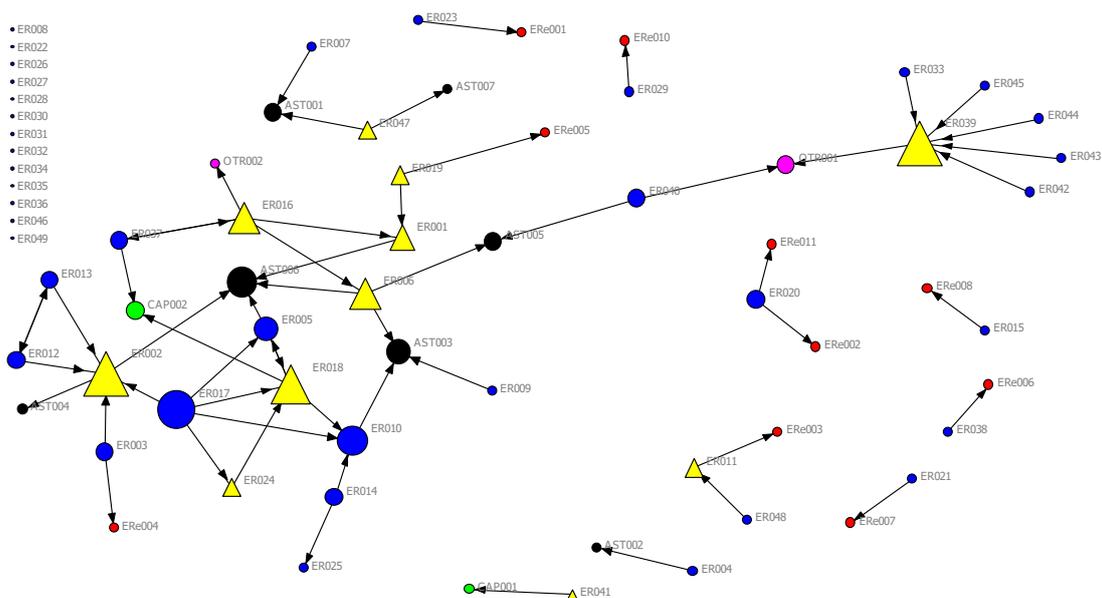
precisamente saber si existe algún nivel de causalidad entre las variables analizadas; es decir, sería interesante conocer si los niveles de innovación influyen en el establecimiento de nuevos y mejores vínculos en una red de innovación o si es a la inversa, considerando además el rol que juegan diferentes actores dentro de la red misma. Más aun cuando se reconoce que el proceso de innovación es complejo, dinámico, interactivo y que se da en forma de red entre un conjunto de actores con diferentes roles y que participan insertando diferentes recursos en la red (Faure et al., 2012; Klerkx et al., 2010; Leeuwis & Aarts, 2011; Muñoz Rodríguez & Santoyo Cortés, 2010; Spielman et al., 2011).

Tabla 4

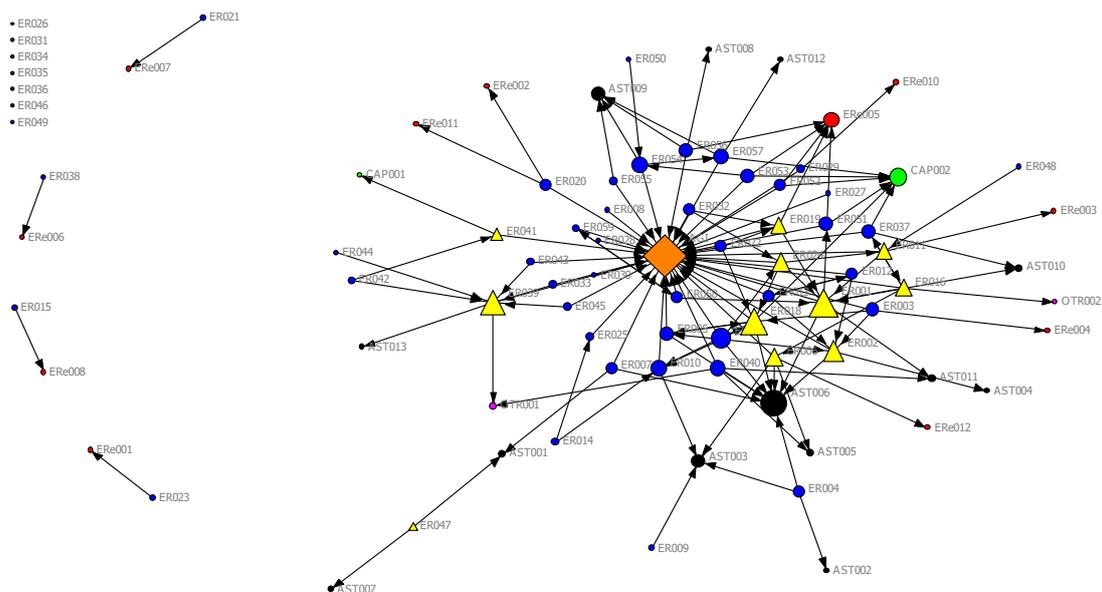
Comparación de los indicadores del ARS en los dos momentos de medición

Indicador	LB	LF	Diferencia (%) (LB=100%)
Actores en la red (n), tamaño de la red	70	88	25.7
Caprinocultores encuestados	49	59	20.4
Número de vínculos	57	139	143.9
Densidad (%)	1.180	1.820	54.2
Nodos sueltos	13	7	-46.2
Número de componentes	24	12	-50.0
Tamaño del componente más grande	33	73	121.2
Diámetro	3	4	33.3
Fragmentación de la red	0.984	0.974	-1.0
Vínculos de caprinocultor a caprinocultor	27	43	59.3
Grados de salida promedio **	1.163	2.356	102.5
Grados de entrada promedio *	0.551	0.729	32.3
Radialidad normalizada **	2.376	4.417	85.9
Integración normalizada *	0.897	1.266	41.1
Caprinocultores clave	11	11	0.0
Cobertura de los actores clave (% de toda la red)	20.3	46.1	127.1
Referencia a los actores clave por sus pares	18	28	55.6
Centralización de la red, de entrada (%)	6.154	44.669	625.9

Nota: LB: Encuesta de Línea Base; LF: Encuesta de Línea Final. *, ** estos indicadores por fila son diferentes estadísticamente, ** ($p < 0.01$), * ($p < 0.05$), según prueba de t para muestras relacionadas, sin embargo, debido al procedimiento sólo se contempla la comparación para los 49 caprinocultores encuestados en la LB.



a) Estructura de la red en la línea base (LB)



b) Estructura de la red en la línea final (LF)

Gráfico 2. Red de información y conocimiento para la innovación entre caprinocultores, en dos momentos.

El tamaño del nodo está en relación al grado, a mayor tamaño del nodo mayor grado y viceversa. Caprinocultores representados por círculos azules e iniciales ER; otros agricultores, en círculos rojos e iniciales ERe; Extensionistas o Asesores Técnicos, en círculos negros e iniciales AST; Eventos de capacitación, en círculos verdes e iniciales CAP; Otro tipo de actores con poca frecuencia de aparición, en círculos lilas e iniciales OTR; en el caso de la LF, el diamante en color naranja representa al equipo de extensionistas llamado Agencia para la Gestión de la Innovación (AGI). Los caprinocultores en triángulos amarillos, son caprinocultores considerados como claves por su posición y otros atributos.

Tabla 5*Nivel de correlación entre los indicadores del ARS y el INAI de los productores caprinos, en dos momentos*

Indicador del ARS	INAI LB		INAI LF	
	Correlación	Sig.	Correlación	Sig.
Grados de salida	0.391	0.006	0.607	0.000
Grados de entrada	0.397	0.005	0.584	0.000
Integración	0.421	0.003	0.553	0.000
Radialidad	0.336	0.018	0.450	0.000

INAI: Índice de adopción de innovaciones; LB: Encuesta de Línea Base; LF: Encuesta de Línea Final.

CONCLUSIONES

En este artículo se consideraron dos objetivos, el primero relacionado a proporcionar mayor conocimiento sobre la utilidad del ARS para la gestión de la innovación agrícola; el segundo, comparar dos momentos de una intervención de un programa de extensión basado en una visión de red de innovación. En este sentido, la evidencia generada demuestra que el uso del ARS para la selección de agricultores clave es muy efectiva para dinamizar información y conocimiento nuevo o existente con los actores que componen la red. Siguiendo lo indicado por otros autores (Borgatti, 2006; Valente, 2012; Valente & Davis, 1999), el ARS y la selección de actores permite acelerar el flujo de información y fortalecer los procesos de difusión de innovaciones, en nuestro caso los resultados respaldan esto a nivel de la innovación agrícola. Los indicadores individuales del ARS, tanto directos (grados de entrada y salida) como indirectos (radialidad e integración) usados en esta investigación, también demostraron ser muy efectivos para comparar los cambios en los vínculos que establecen los agricultores con sus pares y otros actores. En el mismo sentido, los indicadores que toman en cuenta la estructura de la red en su conjunto demostraron ser relevantes para analizar los cambios generados por la intervención. De esta forma, se puede sostener que el ARS es una herramienta útil y poderosa pues provee mayor conocimiento sobre quién influye en quién dentro de la dinámica social del intercambio de información y conocimiento para la innovación agrícola. Por lo cual su uso debe ser considerado fundamental al momento de diseñar e implementar estrategias encaminadas tanto a dinamizar el conocimiento local como a difundir nuevo conocimiento dentro de un sistema de innovación agrícola.

Sin duda, y con base a Valente et al. (2015), el ARS es muy factible de ser aplicado al desarrollo de intervenciones y a la implementación de éstas para mejorar y fortalecer sus impactos. Además, con los

resultados obtenidos, se puede argumentar que en la implementación de intervenciones basadas en red es posible medir y analizar de forma longitudinal los cambios que van ocurriendo en la configuración de la red, lo que vendría a fortalecer la característica dinámica y multiactor del proceso de innovación (siguiendo a Kilelu et al., 2014; Klerkx et al., 2010; Leeuwis & Van den Ban, 2004; Spielman et al., 2011). Aunado a este tema, este artículo contribuye también en demostrar cómo los indicadores del ARS están relacionados a los cambios en los niveles de innovación. Estos dos conjuntos de indicadores, es decir, cambios en el ARS y en innovación, se podrían considerar como resultados inmediatos de un proceso de intervención vía un modelo de extensión (en este caso, por la AGI), que en su momento podría ser parte de un sistema de seguimiento, monitoreo y evaluación de un programa de extensión. De la misma manera, esto nos permite plantear que intentar medir "impactos" robustos de una intervención de un programa de extensión, es difícil en un horizonte de operación anual, se necesita más tiempo; pues como se ha argumentado por otros autores (Birner et al., 2009), los resultados que generan los servicios de extensión deberían ser vistos como una cadena de impactos, en donde los resultados inmediatos permiten llegar a resultados intermedios y éstos a su vez, sirven para alcanzar "impactos" reales.

Otro de los aportes de este artículo, siguiendo el tema del "Network theory" (Borgatti & Halgin, 2011), a la literatura disponible del ARS aplicado a los procesos de innovación agrícola (e.g., Aguilar-Gallegos et al., 2016, 2015; Isaac, 2012; Monge et al., 2008; Monge Pérez & Hartwich, 2008; Spielman et al., 2011; Thuo et al., 2014) es entorno a los vínculos que establecen los agricultores. Así, se tienen elementos para concluir que: primero, a mayor número de vínculos para el acceso de información y conocimiento, mayor es la capacidad de adopción; segundo, los agricultores que son fuente de conocimiento

para sus pares, tiene mejores niveles de innovación; tercero, estos agricultores, después de una intervención en red, tienden a incrementar más sus vínculos que los que al inicio no fueron tan referidos; además, a mayor número de vínculos con un rol relevante (en este caso el grupo de extensionistas), mayor es la adopción de innovaciones; por último, después de una intervención basada en red, el actor encargado de dinamizar la información y conocimiento tiende a volverse central, es decir, existe evidencia de que los agricultores buscan primero establecer nuevos vínculos con el actor articulador u orquestador y después volverse fuentes de información y conocimiento para sus pares, lo cual hace que la red se centralice. Esto lleva a considerar la necesidad de dos aspectos importantes: primero, que las siguientes intervenciones en red busquen generar un proceso de descentralización de la red, haciendo más énfasis en la interacción y difusión agricultor – agricultor, sobre todo con el apoyo de los que fueron claves en el entramado social inicial; segundo, analizar los cambios en la red en más de dos momentos de intervención, para seguir generando conocimiento en relación al ARS en los procesos de innovación agrícola. Este tipo de “balances” entre los vínculos de los agricultores lleva a plantear la importancia de considerar ciertos trade-offs en el establecimiento de nuevos vínculos, que por una parte permitan acceder a nueva información y conocimiento pero que por otra no centralicen la importancia de un actor o viceversa.

A pesar de la mayor centralización de la red, en el caso de este artículo, la AGI funcionó como agente articulador y orquestador de otros actores, es decir, cumplió con otras funciones y no sólo de ser transferidores de información y conocimiento a los caprinocultores. Esto influyó en que los niveles de innovación se incrementaran. Siguiendo a otros autores (Aguilar-Gallegos et al., 2015; Dogliotti et al., 2014; Kilelu et al., 2014; Klerkx et al., 2010; Klerkx & Leeuwis, 2009), con esto se respalda la visión de que los extensionistas deben tener otros roles más allá de la transferencia de tecnologías o de difusión de innovaciones que se consideran adaptables “para todos” los tipos de agricultores; es decir, se debe tener una visión enfocada en ser más articuladores y orquestadores de los procesos de innovación, promoviendo lo que mejor se adapte a las condiciones de los agricultores y sus granjas.

Sin embargo, el estudio tiene algunas limitantes, las cuales sugieren nuevas y necesarias líneas de investigación. Es así que, los cambios en los indicadores, tanto de innovación como de redes deben tomarse en consideración a la luz de que fue la primera intervención en red con los productores

caprinos en la región descrita. De esta forma, se podría plantear la hipótesis, que en este tipo de intervenciones es posible que exista un efecto de rendimientos marginales decrecientes, si es que se siguieran apoyando en más una ocasión. Es decir, aunque los cambios reportados en este artículo son prometedores, es posible que, si se diera continuidad a la gestión de la innovación y en ésta se volvieran a medir los cambios en los indicadores, quizás en un segundo o tercer año de operación los resultados no tendrían la misma magnitud y los cambios marginales irían disminuyendo en cada año, aunque la calidad de las innovaciones adoptadas podría incrementarse e incluso los efectos podrían perdurar más. Por tanto, es necesario hacer más investigación sobre los cambios en los indicadores, pero en un horizonte de más de un año de operación. Como se dijo en este artículo, en esta intervención no fue posible realizarlo, ya que el financiamiento por parte de las instituciones de gobierno al programa de extensión sólo fue considerado para un año y no más. En este punto, se destaca el papel de las instituciones como actores que pueden fortalecer o limitar los procesos de innovación, situación que ha sido recalada por otros autores (e.g., Hounkonnou et al., 2012; Kilelu et al., 2014).

Otro detalle a considerar es que los datos de red generados fueron acumulativos entre la línea base y la final por la naturaleza misma de la pregunta realizada. De esta forma, si la pregunta considerará temporalidad de las relaciones, entonces sería incorrecto acumular vínculos, y un tipo de pregunta como la mencionada permitiría analizar lo que sucede con los vínculos nuevos, eliminados, reestablecidos y mantenidos a lo largo de los tiempos que dura la intervención del programa de extensión. En este sentido, también se abre una nueva brecha para estudiar otro tipo de preguntas generadoras de datos de red, considerando su uso para catalizar los procesos de innovación agrícola.

Por último, considerando el marco conceptual propuesto por Birner et al. (2009) y sobre todo, haciendo énfasis en el desempeño, resultado e impacto de los servicios de extensión. Consideramos que la comparación entre los indicadores de línea base y línea final, sólo pueden ser vistos a la luz de resultados inmediatos de la intervención, mismos que como se ha dicho, podrían conducir a resultados intermedios y, al final, después de cierto tiempo, a impactos más robustos y más amplios para la sociedad. Por lo cual es necesario generar mayor investigación sobre los impactos finales, es decir, lograr evaluar los cambios en indicadores como rendimientos, ingresos, productividad, generación de

empleos, fortalecimiento de las cadenas de valor, entre otros.

REFERENCIAS

Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., Muñoz Rodríguez, M., Altamirano Cárdenas, J. R., & Santoyo Cortés, V. H. (2011). Agencias para la gestión de la innovación en territorios rurales. In M. Del Roble Pensado Leglise (Ed.), *Territorio y ambiente: aproximaciones metodológicas* (pp. 79–98). D.F., México: Siglo XXI.

Aguilar Gallegos, N., Muñoz Rodríguez, M., Santoyo Cortés, V. H., & Aguilar Ávila, J. (2013). Influencia del perfil de los productores en la adopción de innovaciones en tres cultivos tropicales. *Teuken Bidikay*, 4, 207–228.

Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, V. H., Muñoz-Rodríguez, M., Aguilar-Gallegos, N., & Martínez-González, E. G. (2015). Agencias de gestión de la innovación para el desarrollo de proveedores en México. In R. Compés López, J. M. García Álvarez-Coque, & J. Aguilar-Ávila (Eds.), *Redes de innovación y desarrollo local en el medio rural* (pp. 249–266). Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España.

Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, H., Muñoz-Rodríguez, M., & García-Sánchez, E. I. (2016). Análisis de redes sociales para catalizar la innovación agrícola: de los vínculos directos a la integración y radialidad. *Estudios Gerenciales*.
<http://doi.org/10.1016/j.estger.2016.06.006>

Aguilar-Gallegos, N., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, H., Aguilar-Ávila, J., & Klerkx, L. (2015). Information networks that generate economic value: A study on clusters of adopters of new or improved technologies and practices among oil palm growers in Mexico. *Agricultural Systems*, 135, 122–132.
<http://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.01.003>

Birner, R., Davis, K., Pender, J., Nkonya, E., Anandajayasekeram, P., Ekboir, J., ... Cohen, M. (2009). From best practice to best fit: A framework for designing and analyzing pluralistic agricultural advisory services worldwide. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 15(4), 341–355.
<http://doi.org/10.1080/13892240903309595>

Bonacich, P. (1987). Power and centrality: A family of measures. *American Journal of Sociology*, 92(5), 1170–1182.

Bonacich, P. (1972). Factoring and weighting approaches to status scores and clique

identification. *The Journal of Mathematical Sociology*, 2(1), 113–120.
<http://doi.org/10.1080/0022250X.1972.9989806>

Borgatti, S. P. (2006). Identifying sets of key players in a social network. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 12(1), 21–34. <http://doi.org/10.1007/s10588-006-7084-x>

Borgatti, S. P. (2002). Netdraw Network Visualization. Harvard, MA: Analytic Technologies.

Borgatti, S. P., & Dreyfus, D. (2005). KeyPlayer 2 program. Lexington, KY: Analytic Technologies.

Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). Ucinet for Windows: software for social network analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies.

Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2013). *Analyzing social networks*. London: SAGE Publications Limited.

Borgatti, S. P., & Halgin, D. S. (2011). On network theory. *Organization Science*, 22(5), 1168–1181.
<http://doi.org/10.1287/orsc.1100.0641>

Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., & Labianca, G. (2009). Network analysis in the social sciences. *Science*, 323, 892–895.

Bozoğlu, M., & Ceyhan, V. (2007). Measuring the technical efficiency and exploring the inefficiency determinants of vegetable farms in Samsun province, Turkey. *Agricultural Systems*, 94(3), 649–656.
<http://doi.org/10.1016/j.agsy.2007.01.007>

Casas Guerrero, R. (2009). Redes y flujo de conocimiento en la acuicultura en el Noroeste de México. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 17(6), 137–162.

Christoplos, I. (2010). *Cómo movilizar el potencial de la extensión agraria y rural*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

COTEC. (2007). *La persona protagonista de la innovación*. COTEC. Madrid, España: Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.

De la Rosa Troyano, F. F., Martínez Gasca, R., González Abril, L., & Velasco Morente, F. (2005). Análisis de redes sociales mediante diagramas estratégicos y diagramas estructurales. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 8(2), 1–33.
<http://doi.org/10.5565/rev/redes.65>

de Nooy, W., Mrvar, A., & Batagelj, V. (2005). *Exploratory Social Network Analysis*

with Pajek. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Dogliotti, S., García, M. C., Peluffo, S., Dieste, J. P., Pedemonte, A. J., Bacigalupe, G. F., ... Rossing, W. A. H. (2014). Co-innovation of family farm systems: A systems approach to sustainable agriculture. *Agricultural Systems*, *126*, 76–86. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.02.009>

Faure, G., Desjeux, Y., & Gasselin, P. (2012). New challenges in agricultural advisory services from a research perspective: A literature review, synthesis and research agenda. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, *18*(5), 461–492. <http://doi.org/10.1080/1389224X.2012.707063>

Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks*, *1*(3), 215–239. [http://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](http://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)

Freeman, L. C., Borgatti, S. P., & White, D. R. (1991). Centrality in valued graphs: A measure of betweenness based on network flow. *Social Networks*, *13*(2), 141–154. [http://doi.org/10.1016/0378-8733\(91\)90017-N](http://doi.org/10.1016/0378-8733(91)90017-N)

García Sánchez, E. I., Aguilar Ávila, J., & Bernal Muñoz, R. (2011). La agricultura protegida en Tlaxcala, Méjico: La adopción de innovaciones y el nivel de equipamiento como factores para su categorización. *Teuken Bidikay*, *2*, 193–212.

Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, *78*(6), 1360–1380. <http://doi.org/10.1086/225469>

Hanneman, R. A., & Riddle, M. (2011). Concepts and measures for basic network analysis. In J. Scott & P. J. Carrington (Eds.), *The SAGE Handbook of Social Network Analysis* (pp. 340–369). London, UK: SAGE.

Hoang, L. A., Castella, J.-C., & Novosad, P. (2006). Social networks and information access: Implications for agricultural extension in a rice farming community in northern Vietnam. *Agriculture and Human Values*, *23*(4), 513–527. <http://doi.org/10.1007/s10460-006-9013-5>

Houkonnou, D., Kossou, D., Kuyper, T. W., Leeuwis, C., Nederlof, E. S., Röling, N., ... van Huis, A. (2012). An innovation systems approach to institutional change: Smallholder development in West Africa. *Agricultural Systems*, *108*, 74–83. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.01.007>

Isaac, M. E. (2012). Agricultural information exchange and organizational ties: The effect of network topology on managing agrodiversity. *Agricultural Systems*, *109*, 9–15. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.01.011>

Jackson, M. O. (2008). *Social and economic networks*. New Jersey, USA: Princeton University Press.

Jara-Rojas, R., Bravo-Ureta, B. E., & Díaz, J. (2012). Adoption of water conservation practices: A socioeconomic analysis of small-scale farmers in Central Chile. *Agricultural Systems*, *110*, 54–62. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.03.008>

Kilelu, C. W., Klerkx, L., & Leeuwis, C. (2013). Unravelling the role of innovation platforms in supporting co-evolution of innovation: Contributions and tensions in a smallholder dairy development programme. *Agricultural Systems*, *118*, 65–77. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.03.003>

Kilelu, C. W., Klerkx, L., & Leeuwis, C. (2014). How dynamics of learning are linked to innovation support services: Insights from a smallholder commercialization project in Kenya. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, *20*(2), 213–232. <http://doi.org/10.1080/1389224X.2013.823876>

Klerkx, L., Aarts, N., & Leeuwis, C. (2010). Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems*, *103*(6), 390–400. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.03.012>

Klerkx, L., & Leeuwis, C. (2009). Establishment and embedding of innovation brokers at different innovation system levels: Insights from the Dutch agricultural sector. *Technological Forecasting and Social Change*, *76*(6), 849–860. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.10.001>

Leeuwis, C., & Aarts, N. (2011). Rethinking communication in innovation processes: Creating space for change in complex systems. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, *17*(1), 21–36. <http://doi.org/10.1080/1389224X.2011.536344>

Leeuwis, C., & Van den Ban, A. (2004). *Communication for rural innovation: Rethinking agricultural extension* (Third edit). Oxford, UK: Blackwell Science, Oxford.

Mariano, M. J., Villano, R., & Fleming, E. (2012). Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines.

Agricultural Systems, 110, 41–53.
<http://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.03.010>

Marsden, P. V. (2005). Recent development in network measurement. In P. J. Carrington, J. Scott, & S. Wasserman (Eds.), *Models and methods in social network analysis* (pp. 8–30). New York, USA: Cambridge University Press.

Marsden, P. V. (1990). Network data and measurement. *Annual Review of Sociology*, 16(1), 435–463.
<http://doi.org/10.1146/annurev.so.16.080190.002251>

Martínez-González, E. G., Muñoz-Rodríguez, M., García-Muñiz, J. G., Santoyo-Cortés, V. H., Altamirano-Cárdenas, J. R., & Romero-Márquez, C. (2011). El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios en activos: lecciones aprendidas. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 367–377.

Monge Pérez, M., & Hartwich, F. (2008). Análisis de Redes Sociales aplicado al estudio de los procesos de innovación agrícola. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 14(2), 1–31.
<http://doi.org/10.5565/rev/redes.118>

Monge, M., Hartwich, F., & Halgin, D. S. (2008). *How change agents and social capital influence the adoption of innovations among small farmers. Evidence from social networks in rural Bolivia.* Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Muñoz Rodríguez, M., Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., & Altamirano Cárdenas, J. R. (2007). *Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias.* Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM / PIIAI.

Muñoz Rodríguez, M., Rendón Medel, R., Aguilar Ávila, J., García Muñiz, J. G., & Altamirano Cárdenas, J. R. (2004). *Redes de innovación: un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el desarrollo rural.* Fundación PRODUCE Michoacán, A.C./Universidad Autónoma Chapingo.

Muñoz Rodríguez, M., & Santoyo Cortés, V. H. (2010). Del extensionismo a las redes de innovación. In J. Aguilar Ávila, J. R. Altamirano Cárdenas, & R. Rendón Medel (Eds.), *Del extensionismo a las redes de innovación* (pp. 31–69). Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM.

Muñoz-Rodríguez, M., & Altamirano-Cárdenas, J. R. (2008). Modelos de innovación en el sector agroalimentario mexicano. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 5(2), 185–211.

Muñoz-Rodríguez, M., Gómez-Pérez, D., Santoyo-Cortés, V. H., Aguilar-Ávila, J., & Aguilar-Gallegos, N. (2014). *¿Qué significa innovar en el ámbito del sector agroalimentario? ...y icómo lo hemos hecho!* Chapingo, México: Reporte de Investigación 95. UACH - CIESTAAM.

OECD. (2005). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación* (Third Edit). Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

Radjou, N. (2004). Innovation Networks. *Forrester Research*, 1–20.

Ramos-Vidal, I., Contreras-Ibáñez, C. C., & Garcia-Macías, A. (2014). México: Un eje central en el desarrollo de las redes hispanas. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 25(1), 49–67.
<http://doi.org/10.5565/rev/redes.502>

Rivera, W. M., & Sulaiman, V. R. (2009). Extension: object of reform, engine for innovation. *Outlook on Agriculture*, 38(3), 267–273.
<http://doi.org/10.5367/000000009789396810>

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (Fifth Edit). New York, USA: Free Press.

Ruttan, V. W. (1977). Induced innovation and agricultural development. *Food Policy*, 2(3), 196–216. [http://doi.org/10.1016/0306-9192\(77\)90080-X](http://doi.org/10.1016/0306-9192(77)90080-X)

SAS. (2004). *SAS/STAT (R). User's Guide, Version 9.* Cary, N.C., USA: Statistical Analysis System.

Scott, J. (2013). *Social Network Analysis* (Third Edit). London: SAGE Publications Ltd.

Semitiel García, M., & Noguera Mendez, P. (2004). Los sistemas productivos regionales desde la perspectiva del análisis de redes. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 6(3), 1–26.

Spielman, D. J., Davis, K., Negash, M., & Ayele, G. (2011). Rural innovation systems and networks: findings from a study of Ethiopian smallholders. *Agriculture and Human Values*, 28(2), 195–212.
<http://doi.org/10.1007/s10460-010-9273-y>

Spielman, D. J., Ekboir, J., Davis, K., & Ochieng, C. M. O. (2008). An innovation systems perspective on strengthening agricultural education and training in sub-Saharan Africa. *Agricultural Systems*, 98(1), 1–9. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2008.03.004>

Swanson, B. E., & Rajalahti, R. (2010). *Strengthening agricultural extension and advisory systems: Procedures for assessing,*

transforming, and evaluating extension systems. Washington, DC: The World Bank.

Thuo, M., Bell, A. A., Bravo-Ureta, B. E., Lachaud, M. A., Okello, D. K., Okoko, E. N., ... Puppala, N. (2014). Effects of social network factors on information acquisition and adoption of improved groundnut varieties: the case of Uganda and Kenya. *Agriculture and Human Values*, 31(3), 339–353. <http://doi.org/10.1007/s10460-014-9486-6>

Valente, T. W. (2012). Network interventions. *Science*, 337(6090), 49–53. <http://doi.org/10.1126/science.1217330>

Valente, T. W. (2005). Network models and methods for studying the diffusion of innovations. In P. J. Carrington, J. Scott, & S. Wasserman (Eds.), *Models and methods in social network analysis* (pp. 98–116). New Jersey, USA: Cambridge University Press.

Valente, T. W. (1996). Social network thresholds in the diffusion of innovations. *Social Networks*, 18(1), 69–89. [http://doi.org/10.1016/0378-8733\(95\)00256-1](http://doi.org/10.1016/0378-8733(95)00256-1)

Valente, T. W., & Davis, R. L. (1999). Accelerating the diffusion of innovations using opinion leaders. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 566(1), 55–67. <http://doi.org/10.1177/000271629956600105>

Valente, T. W., & Foreman, R. K. (1998). Integration and radiality: measuring the extent of an individual's connectedness and reachability in a network. *Social Networks*, 20(1), 89–105. [http://doi.org/10.1016/S0378-8733\(97\)00007-5](http://doi.org/10.1016/S0378-8733(97)00007-5)

Valente, T. W., Palinkas, L. A., Czaja, S., Chu, K.-H., & Brown, C. H. (2015). Social Network Analysis for program implementation. *PLoS ONE*, 10(6), e0131712. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0131712>

Valente, T. W., & Pumpuang, P. (2007). Identifying opinion leaders to promote behavior change. *Health Education & Behavior*, 34(6), 881–896. <http://doi.org/10.1177/1090198106297855>

Velázquez Álvarez, O. A., & Aguilar Gallegos, N. (2005). *Manual introductorio al análisis de redes sociales. Medidas de centralidad.*

Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: methods and applications.* Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Wood, B. A., Blair, H. T., Gray, D. I., Kemp, P. D., Kenyon, P. R., Morris, S. T., & Sewell, A. M. (2014). Agricultural science in the wild: a social network analysis of farmer knowledge exchange. *PloS One*, 9(8), e105203. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0105203>

Remitido: 13-09-2016

Corregido: 02-12-2016

Aceptado: 03-12-2016

