**Economía y desarrollo rural**

**Artículo de investigación científica y tecnológica**

# Gestión de la interacción en procesos de innovación rural

# Interaction management in rural innovation processes

# Gestão da interação em processos de inovação rural

Elizabeth Roldán-Suárez,[1] Roberto Rendón-Medel,[2*] Tania Carolina Camacho-Villa,[3] Jorge Aguilar-Ávila[4]

[1] Estudiante de doctorado, Universidad Autónoma Chapingo (UACh), Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (Ciestaam). Texcoco, México. Correo: eroldan@ciestaam.edu.mx. orcid.org/0000-0001-8824-1201
[2] Profesor investigador, Universidad Autónoma Chapingo (UACh), Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (Ciestaam). Texcoco, México. Correo: rendon.roberto@ciestaam.edu.mx. orcid.org/0000-0001-8703-8041
[3] Investigador asociado, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt). Texcoco, México. Correo: c.camacho@cgiar.org. orcid.org/0000-0002-2908-5357
[4] Profesor investigador, Universidad Autónoma Chapingo (UACh), Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (Ciestaam). Texcoco, México. Correo: jaguilar@ciestaam.edu.mx. orcid.org/0000-0002-6129-7050

Fecha de recepción: 03/04/2017
Fecha de aceptación: 04/10/2017

Para citar este artículo: Roldán-Suárez, E., Rendón-Medel, R., Camacho-Villa, T. C., & Aguilar-Ávila, J. (2018). Gestión de la interacción en procesos de innovación rural. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *19*(1), 15-28.

DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num1_art:609

* Autor de correspondencia. Km 38,5 carretera México-Texcoco, C.P. 56230, Chapingo, Estado de México A.P.90.

2018 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

## Resumen

La innovación, producción y comercialización de un producto resultan de la interacción de una diversidad de actores. Así, el modelo de extensión *hub* del programa gubernamental MasAgro busca ser un espacio en el que agricultores, extensionistas, proveedores de insumos, instituciones gubernamentales y de enseñanza e investigación, entre otros, interactúen, con el fin de promover bienestar individual y colectivo a través de la innovación. El objetivo de este trabajo fue analizar las estructuras relacionales dentro de los *hubs* y, para tal efecto, se aplicaron entrevistas directas a 457 actores de 10 regiones agroecológicas que conforman los *hubs* del sistema del maíz en México. Se midieron los indicadores de densidad, cercanía, transitividad y diversidad de relaciones, en dos momentos de análisis: línea base y línea final, mediante la metodología de análisis de redes sociales. Una prueba "t" de muestras relacionadas reveló que en los tres primeros indicadores existe una diferencia estadística significativa entre los momentos analizados ($p < 0,05$), lo que indica que en el *hub* se ha gestionado la interacción entre los actores, y que se ha convertido en un espacio en el que se ha generado estructura local y se ha mantenido el capital relacional, que constituyen las bases del capital social necesario para el desarrollo de procesos de innovación en el sector rural. Estos hallazgos pueden servir a responsables de programas y diseñadores de políticas como una herramienta complementaria de evaluación de estrategias de intervención en el sector.


**Palabras clave:** extensión, *hub*, innovación, sector agrario, transferencia de tecnología


## Abstract

Product innovation, production and marketing, results from the interaction among several actors. Thus, the *hub* extension model of the governmental program MasAgro seeks to be a space in which farmers, extension workers, input suppliers, government, teaching and research institutions, among others, interact with each other to generate individual and collective well-being through innovation. The aim of this work was to analyze the relational structures within the *hubs*. For this, we carried out direct interviews to 457 actors from 10 agroecological regions that comprise the *hubs* of the maize system in Mexico. Measurements recorded are density, closeness, transitivity, and relationships diversity indicators; and twice during the analysis: baseline and final line, through the social networks analysis methodology. A "t" test of related samples revealed that for the first three indicators, there is a statistically significant difference between the moments in time the analysis was carried out ($p < 0.05$). This indicates that in the *hub* the interaction between the actors have been managed, and has become a space in which local structure has been generated and relational capital has been maintained; and these are the basis of social capital necessary for the development of innovation processes in the rural sector. These findings can be useful for program managers and policy makers as a complementary tool for evaluating intervention strategies in the sector.


**Keywords**: agricultural sector, extension activities, *hub*, innovation, technology transfer

## Resumo

A inovação, produção e comercialização de um produto resultam da interação de uma diversidade de atores. Assim, o modelo de extensão *hub* do programa governamental MasAgro pretende ser um espaço no qual agricultores, extensionistas, fornecedores de insumos, instituições governamentais e de ensino e pesquisa, entre outros, interajam com o objetivo de promover bem-estar individual e coletivo por meio da inovação. O objetivo deste trabalho foi analisar as estruturas relacionais dentro dos *hubs* e, para isso, foram aplicadas entrevistas diretas a 457 atores de 10 regiões agroecológicas que conformam os *hubs* do sistema de milho no México. Foram medidos os indicadores de densidade, proximidade, transitividade e diversidade de relações, em dois momentos de análise: linha base e linha final, mediante a metodologia de análises de redes sociais. Um teste "t" de amostras relacionadas revelou que, nos três primeiros indicadores, existiu uma diferença estatística significativa entre os momentos analisados ($p < 0,05$), o que indica que, no *hub*, tem-se promovido a interação entre atores e se convertido num espaço no qual se tem gerado estrutura local e mantido o capital relacional, que constituem as bases do capital social necessário para o desenvolvimento de processos de inovação no setor rural. Estes achados podem servir como uma ferramenta complementar de avaliação de estratégias de intervenção no setor para responsáveis por programas e desenhadores de políticas.


**Palavras chave**: extensão, *hub*, inovação, sector agrícola, transferência de tecnologia

## Introducción

El sector rural y pesquero de México se caracteriza por tener un desarrollo no sustentable, que tiene como causas principales: 1) actividades agropecuarias y pesqueras con bajo crecimiento, 2) pobreza de las familias rurales, 3) degradación de los recursos naturales, 4) entorno económico desfavorable, y 5) un marco institucional débil (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] & Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [Sagarpa], 2012).

Ante esta situación, el impulso de la innovación tecnológica cobra relevancia, pues se presenta como una variable explicativa del crecimiento económico de las empresas, regiones, países (Fundación Cotec para la Innovación, 2001; Nelson & Winter, 1982; Sanz-Menéndez, Fernández-Carro, & García, 1999; Schumpeter, 2003) o, en este caso, de un sistema agrícola, pecuario o forestal.

La innovación, entendida como "todo cambio basado en conocimiento que genera riqueza" (Fundación Cotec para la Innovación, 2007), es el resultado de un proceso de trabajo en red (Klerkx, Hall, & Leeuwis, 2009; Radjou, 2004). Por lo tanto, la innovación, producción y comercialización de un producto no pueden ser llevadas a cabo por una única empresa, sino en colaboración con otros agentes, como consecuencia de su interacción (Edquist & Johnson, 1997; Koch, 2004; Koschatzky, 2002). Según Jasso (2004), al interactuar comparten conocimientos y habilidades, que contribuyen al desarrollo y a la difusión de nuevas tecnologías, creando un ambiente de innovación.

La innovación requiere un proceso de gestión (Lundvall, 1992; Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología [OVTT], 2016; Pavón & Hidalgo, 1997) y, por lo general, el término hace referencia al uso y dirección de los recursos humanos y económicos para la generación de ideas que se conviertan en innovaciones que puedan producir un bienestar individual y colectivo. En el presente trabajo, la gestión de la innovación se entiende como la administración del conocimiento para el desarrollo de cambios orientados a la generación de valor.

De acuerdo con Rodríguez-Espinosa, Ramírez-Gómez y Restrepo-Betancur (2016), la gestión de la innovación resulta un elemento importante en la extensión rural actual y se enfoca en tres actividades importantes: la articulación de la demanda y la oferta, la composición de redes, y la administración del proceso de innovación (Howells, 2006; Klerkx et al., 2009; Van Lente, Hekkert, Smits, & Van Waveren, 2003).

Las actividades de composición de redes y administración del proceso de innovación necesitan actores externos al sistema de producción para favorecer el establecimiento de nuevas relaciones de carácter productivo (Klerkx, Aarts, & Leeuwis, 2010), que aporten a la distribución del conocimiento e incrementen las capacidades de absorción de los distintos actores presentes en el sistema (Sanz-Menéndez et al., 1999).

La gestión de la interacción, como vehículo de intercambio y de comunicación entre los actores, cobra relevancia. Robinson, Pawlowski y Volkov (2003) la definen como el "conjunto de actividades dirigidas al descubrimiento, la gestión y la disposición de relaciones críticas entre conjuntos de un sistema".

Aplicando el concepto al sector, López-Torres (2013) la caracteriza como "las tácticas que un agente de cambio puede seguir para hacer que los actores de una red se relacionen en el ámbito social, intercambien conocimientos técnicos o se vinculen para mejorar sus procesos de comercialización, de transferencia de tecnología e innovación".

Por consiguiente, la gestión de la interacción como táctica para favorecer la innovación requiere dos elementos importantes: 1) cantidad de relaciones y 2) calidad de la relación (Rendón-Medel, Santoyo-Cortés, & Aguilar-Ávila, 2013).

La cantidad influye en la estructura local de la red, es decir, en las configuraciones y las propiedades de subgrupos de actores y sus relaciones (Faust, 2006), y la calidad, en el capital relacional (De Castro, Alama-Salazar, López-Sáez, & Navas-López, 2009; Martínez-Torres, 2006), es decir, en el valor que el conjunto de relaciones que mantiene con los agentes

de su entorno tiene para un actor; este capital sirve como conocimiento y fuente de información para la empresa.

En esta investigación, el capital relacional se refiere a que un actor de un grupo determinado —por ejemplo, un agricultor— se relacione, además de con otros agricultores, con actores de diferentes grupos, como extensionistas, instituciones de enseñanza y proveedores de insumos, entre otros.

La cantidad y la calidad de las vinculaciones entre los actores de una red determinan su nivel de innovación. De igual modo, Rendón-Medel et al. (2013) sostienen que son la base de la creación del capital social necesario para que los procesos de innovación se den de manera natural.

En este contexto, el modelo *hub* del programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), liderado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt), busca ser un espacio en el que agricultores, extensionistas, proveedores de insumos, instituciones gubernamentales y de enseñanza e investigación, entre otros, de la cadena de valor de una región agroecológica particular, trabajen juntos en soluciones sostenibles en sistemas de maíz y trigo (Camacho-Villa et al., 2016), para generar bienestar individual y colectivo a través de la innovación.

El concepto de *hub* se aplica en diferentes áreas del conocimiento, pero para este caso Deschamps-Solórzano, Gómez-Luengo, León, Barila y Vázquez (2016) mencionan que el *hub* o nodo de innovación se caracteriza por presentar:

> (...) una infraestructura de plataformas, módulos demostrativos y áreas de extensión en las que se fomentan procesos de desarrollo participativos (identificación, validación y difusión) de tecnologías sustentables MasAgro, adaptadas a la zona agroecológica y a las necesidades y demandas específicas de los diferentes estratos de productores.

Dicha infraestructura interactúa con una variedad de actores, que dan soporte al proceso de innovación. La gestión de la interacción en el modelo *hub* se emplea principalmente en los procesos de desarrollo participativo de las tecnologías sustentables, que involucra la elaboración de plataformas, módulos demostrativos y áreas de extensión.

De acuerdo con Deschamps-Solórzano et al. (2016), en las plataformas se ponen a prueba y se comparan prácticas tradicionales de los agricultores con las prácticas o sistemas que promueve MasAgro, que se desarrollan y adaptan a las condiciones y la problemática de su área de influencia; son espacios primordiales para la capacitación, la facilitación de conocimientos, la difusión de información y la transferencia de tecnología.

En los módulos demostrativos, a cargo de agricultores líderes, se prueban, se integran y se adaptan las tecnologías generadas en las plataformas. Se trata de espacios en los que los agricultores comparten su experiencia a los pares de su medio, a través de eventos demostrativos, giras de intercambio, distribución de divulgación o comunicación de productor a productor. Finalmente, en las parcelas de los agricultores, denominadas áreas de extensión, se pone en práctica lo aprendido en estos módulos (Deschamps-Solórzano et al., 2016).

Es necesario mencionar que, tanto en los módulos demostrativos como en las áreas de extensión, los agricultores y los extensionistas trabajan en conjunto y, además, se vinculan con funcionarios gubernamentales, instituciones de enseñanza e investigación, y proveedores de insumos (semillas, fertilizantes, crédito y maquinaria, entre otros) (Deschamps-Solórzano et al., 2016).

La hipótesis que guía este trabajo es que, al ser un espacio para la gestión de la innovación, el *hub* ha incrementado la cantidad y la calidad de las relaciones en la red, lo que propicia una mejora del capital relacional y la estructura local de las redes de las regiones que conforman el modelo.

Así, el objetivo consistió en analizar los cambios en las estructuras relacionales que conforman los *hubs*, antes y después de un proceso de intervención, para evidenciar el impacto que el modelo ha tenido en términos de gestión de la interacción.

## Materiales y métodos

### Origen de la información

Se aplicó una encuesta semiestructurada a los diferentes actores que conforman el *hub*: agricultores, extensionistas, instituciones de enseñanza e investigación, proveedores de insumos e instituciones gubernamentales, entre otros. Se realizó en 10 regiones agroecológicas (figura 1) a un total de 457 actores en los *hubs* analizados (tabla 1).

El número de actores entrevistados obedece a un muestreo no probabilístico dirigido. Las encuestas fueron aplicadas por personal técnico de Cimmyt, de octubre de 2015 a octubre de 2016. La encuesta estuvo compuesta por dos apartados, y en el primero se consideró la identificación del actor: nombre, edad y la institución a la que pertenece.

En la segunda parte se les preguntó acerca de sus relaciones en el ámbito MasAgro, es decir, con quién tratan aspectos técnicos en torno a prácticas sostenibles en lo que se refiere a la producción de maíz y trigo, y a partir de qué año comenzaron a hacerlo. Cabe mencionar que los actores entrevistados fueron libres de mencionar a todos aquellos que recordaron en el momento de la entrevista.

### Análisis de la información

Se utilizó el análisis de redes sociales (ARS), el cual se basa en la premisa de que los actores sociales son independientes y que los vínculos entre ellos tienen consecuencias importantes para cada uno (Freeman, 2004), y que recurre a una técnica matemática para analizar relaciones entre actores, así como los patrones e implicaciones de esas relaciones (Wasserman & Faust, 1994).

En los procesos de gestión de la innovación, el ars resulta una herramienta que permite estudiar las estructuras que se forman antes y después de un proceso de intervención (Aguilar-Gallegos et al., 2017; Díaz-José, Rendón-Medel, Aguilar-Ávila, & Muñoz-Rodríguez, 2013; Sánchez-Gómez, Rendón-Medel, & Cervantes-Escoto, 2016).

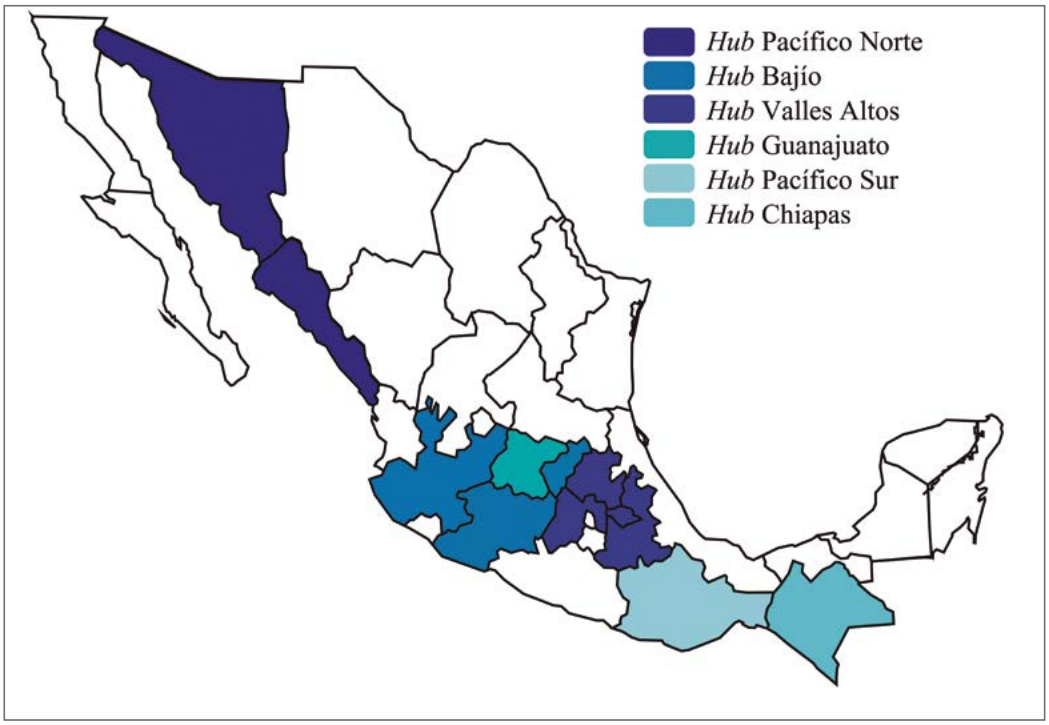


**Figura 1.** Ubicación de las regiones agroecológicas que conforman los *hubs*.
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 1.** Número de actores entrevistados por *hub*

| *Hub* | Región agroecológica (estados) | Número de actores en la red (tamaño) | Número de actores entrevistados |
|---|---|---|---|
| Pacífico Norte | Sinaloa | 111 | 46 |
| | Sonora | 91 | 29 |
| Bajío | Querétaro, Michoacán y Jalisco | 86 | 36 |
| Valles Altos | Hidalgo | 140 | 41 |
| | Puebla | 72 | 24 |
| | Tlaxcala | 118 | 25 |
| | México | 88 | 32 |
| Guanajuato | Guanajuato | 91 | 40 |
| Pacífico Sur (PSUR) | Oaxaca | 229 | 125 |
| Chiapas | Chiapas | 95 | 59 |
| Total | | 1.121 | 457 |

Nota: En el caso de Bajío, el análisis agrupó las tres regiones agroecológicas que conforman el *hub.*
Fuente: Elaboración propia, con base en información de las encuestas levantadas entre 2015 y 2016

La captura de información relacional empleó un catálogo en el que se asignaron claves únicas a cada actor. El archivo relacional se procesó inicialmente en el programa NetDraw (Borgatti, Everett, & Freeman, 2002), para obtener el gráfico de la red, y luego se exportó al formato del programa Ucinet 6.288 para hacer el posterior análisis de indicadores.

El análisis consideró dos momentos: 1) antes de la implementación del *hub* en la región (LB) y 2) después de su implementación (LF). Teniendo en cuenta que los *hubs* se pusieron en funcionamiento en las regiones agroecológicas en diferentes momentos, los años de análisis varían para cada uno de ellos (tabla 2).

Las relaciones que se consideraron LB corresponden a todas las aquellas que ya existían en el año de la implementación del *hub* en la región agroecológica. Esto quiere decir que en cada uno de los territorios analizados ya había cierta cantidad de relaciones.

La cantidad y la calidad de las relaciones se aprecian en los indicadores de densidad y diversidad, y la estructura local en aquellos de censo de triadas, transitividad y cercanía. Dichos indicadores se explican a continuación.

**Densidad**

Se refiere a la proporción de todas las relaciones existentes respecto a las posibles relaciones en una red (Wasserman & Faust, 1994).

**Censo de triadas**

Una triada es un conjunto de tres actores y las posibles relaciones entre ellos (Wasserman & Faust,

**Tabla 2.** Momentos de análisis en las regiones agroecológicas de los *hubs*

| *Hub*/Región agroecológica | LB | LF |
|---|---|---|
| Pacífico Norte (Sinaloa) | 2010 | 2015 |
| Pacífico Norte (Sonora) | 2010 | 2016 |
| Bajío | 2010 | 2015 |
| Valles Altos (Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y Estado de México) | 2010 | 2015 |
| Guanajuato | 2013 | 2015 |
| Pacífico Sur (Oaxaca) | 2012 | 2016 |
| Chiapas | 2010 | 2015 |

Fuente: Elaboración propia, con base en información de las encuestas levantadas entre 2015 y 2016

1994), y un censo de triadas resume la estructura local de una red (Faust, 2006). Con base en los tipos de triadas definidos por Holland y Leinhardt (1970), López-Torres (2013) propone tres niveles progresivos en las redes del sector rural, con el fin de favorecer la transferencia de la innovación (figura 2).

Según López-Torres (2013), las triadas iniciales no propician la comunicación entre actores y se encuentran en redes muy dispersas. Las que están en evolución son las más comunes en redes locales del sector rural, y reciben este nombre porque se encuentran en medio del proceso de transferencia de tecnología. Finalmente, las promotoras son las ideales para transferir la tecnología y la innovación.

**Transitividad**

Es el número de triadas transitivas dividido por el número de triadas que cumplen las condiciones para ser transitivas (Faust, 2006). Holland y Leinhardt (1970) argumentan que "las relaciones interpersonales tienden a ser transitivas si un actor A elige a B y B elige a C, entonces es probable que A elija a C".

**Diversidad de relaciones**

Se parte del hecho de que en una red existen grupos mutuamente excluyentes con características propias y, por lo tanto, la diversidad de relaciones es un índice que se calcula restando el número de lazos internos del grupo al número de sus lazos externos, y dividiéndolo entre el número total de lazos (Krackhardt & Stern, 1988).

En este caso, la variable que se empleó para hacer la división de los grupos fue la función de cada uno de los actores en la red, es decir, si son agricultores, extensionistas, instituciones gubernamentales o de enseñanza e investigación, o proveedores de insumos, entre otros.

La figura 3 indica que los valores cercanos a -1 significan igualdad en las relaciones, y los que se aproximan a 1 representan la diversidad de relaciones entre los grupos.

**Cercanía**

Mide la distancia geodésica entre los actores de la red, donde valores de cercanía mayores indican distancias y tiempos más cortos, así como menores costos en la comunicación (Freeman, 1978).

Con la base ya generada, se aplicó una prueba de "t" en muestras relacionadas, para medir los cambios en los indicadores de densidad, diversidad de relaciones, transitividad y cercanía. Posteriormente,

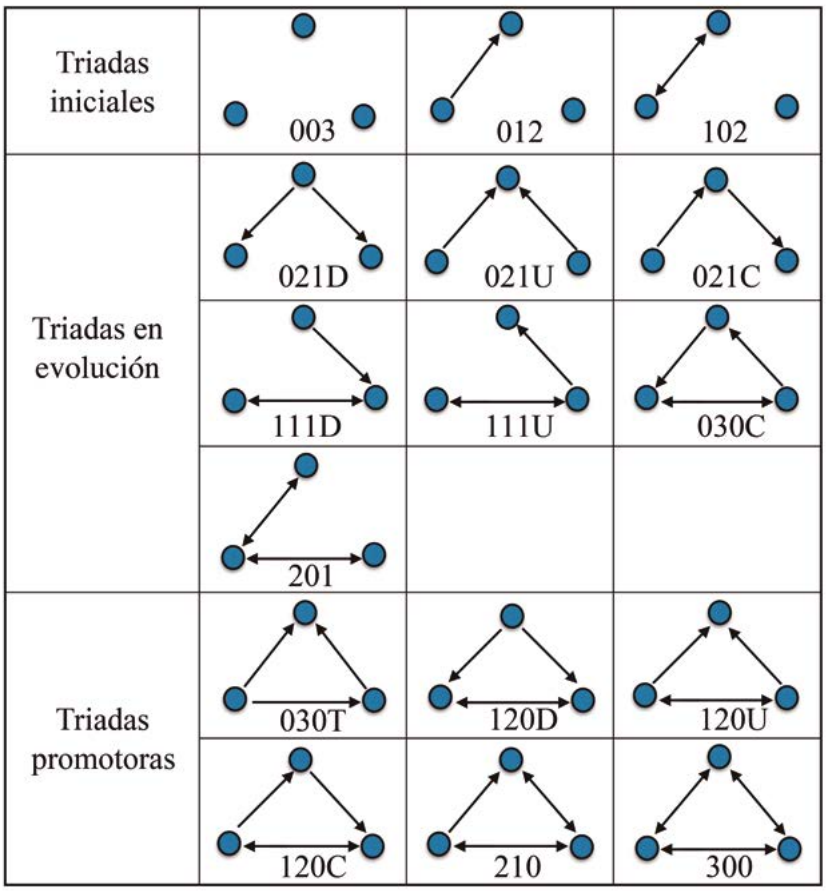


**Figura 2.** Clasificación de triadas de acuerdo con su potencial para favorecer la transferencia de tecnología e innovación.
Fuente: Holland y Leinhardt (1970), adaptado por López-Torres (2013)

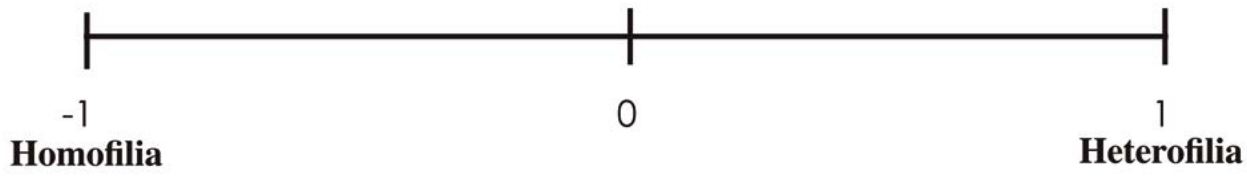


**Figura 3.** Escala de la diversidad de relaciones.
Fuente: Adaptación propia, con base en Krackhardt y Stern (1988)

con los valores obtenidos de los indicadores de las líneas finales, se aplicó una correlación de Pearson, con el fin de evaluar las estructuras y el capital relacional de los *hubs* analizados. La media del indicador de cercanía se tomó como referencia para establecer cuadrantes. En este análisis se utilizó la versión 9 del programa SAS para Windows (Statistical Analysis System [SAS], 2004).

## Resultados y discusión

Con respecto al capital relacional de las redes, el valor de la diversidad de relaciones presentó una ligera disminución (de 0,43 a 0,41) en los momentos analizados, lo que implica que sigan siendo redes heterofílicas estadísticamente (tabla 3). La persistencia de la heterofilia en la red se debe a que el

**Tabla 3.** Cambios en los indicadores utilizados, por momentos de análisis

| Indicador | N | LB | LF | Diferencia media significativa | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|
| Densidad (%) | 10 | 0,46 | 2,20 | 1,74* | 0,0000 |
| Diversidad de relaciones | 10 | 0,43 | 0,41 | -0,01 | 0,8830 |
| Transitividad (%) | 10 | 3,71 | 6,89 | 3,19* | 0,0130 |
| Cercanía (%) | 10 | 8,75 | 27,64 | 19,10* | 0,0000 |

Nota: Las cifras identificadas con * presentan un $p < 0,05$. *N*: Número de observaciones (regiones); LB: antes de la implementación del *hub* en la región; LF: después de su implementación.
Fuente: Elaboración propia, con base en información de las encuestas levantadas entre 2015 y 2016

*hub* es un espacio en el que interactúa una diversidad de actores: agricultores, extensionistas, proveedores de insumos, instituciones gubernamentales y de enseñanza e investigación.

Estos actores se pueden clasificar como internos o externos a la innovación (Sánchez-Gómez, Rendón-Medel, Díaz-José, & Sonder, 2016), pues se parte del hecho de que en una red existen grupos mutuamente excluyentes (Krackhardt & Stern, 1988). En gran medida, el éxito del modelo *hub* depende de los vínculos que se logren entre dichos actores.

Según Corsaro, Cantù y Tunisini (2012), esta interacción permite obtener información respecto a nuevas maneras de producción, así como el apoyo de servicios y soporte externo. Si bien no se puede decir que el *hub* ha mejorado el capital relacional en las regiones analizadas, sí ha fungido como una plataforma en la que se promueve la interacción constante.

Los cambios generados en los indicadores de densidad, cercanía y transitividad se muestran en la tabla 3. En este sentido, la comparación de medias muestra una diferencia significativa en dichos indicadores en los momentos analizados. El aumento en el valor de la densidad se refiere a redes más saturadas. Este resultado coincide con lo encontrado por Aguilar-Gallegos et al. (2017), quienes, después de una intervención en un sistema caprino, encontraron que la densidad pasó del 1,18 % al 1,82 %. Por su parte, Sánchez-Gómez, Rendón-Medel y Cervantes-Escoto (2016) identificaron un cambio del 0,56 % al 1,08 % después de un proceso de intervención con ovinocultores.

De acuerdo con Coleman (1988), redes más densas favorecen la confianza y las normas entre los actores, ya que facilitan sanciones más efectivas entre ellos. Además, la densidad influye en los valores de transitividad y cercanía.

Díaz-José et al. (2013) mencionan que el efecto de tripletes transitivos significativos apunta a la existencia de un cierre de la red y representa un aumento de las relaciones entre los actores, por lo cual promueve un mayor flujo de información en los procesos de innovación, lo que se traduce en creación de capital social. Burt (2000) menciona que la metáfora del capital social alude a que, entre mejor estén conectadas las personas, obtendrán mejores resultados.

Ahora bien, según López-Torres (2013), las triadas ideales para la transferencia de tecnología e innovación serían, en orden de importancia: las promotoras, las de evolución y las iniciales. En este sentido, la figura 4 presenta los cambios ocurridos entre los momentos analizados de cada una de ellas. Al respecto, se observa que en todas las regiones hubo una disminución de las iniciales y un incremento de las de evolución y las promotoras, aunque en estas últimas fue menor.

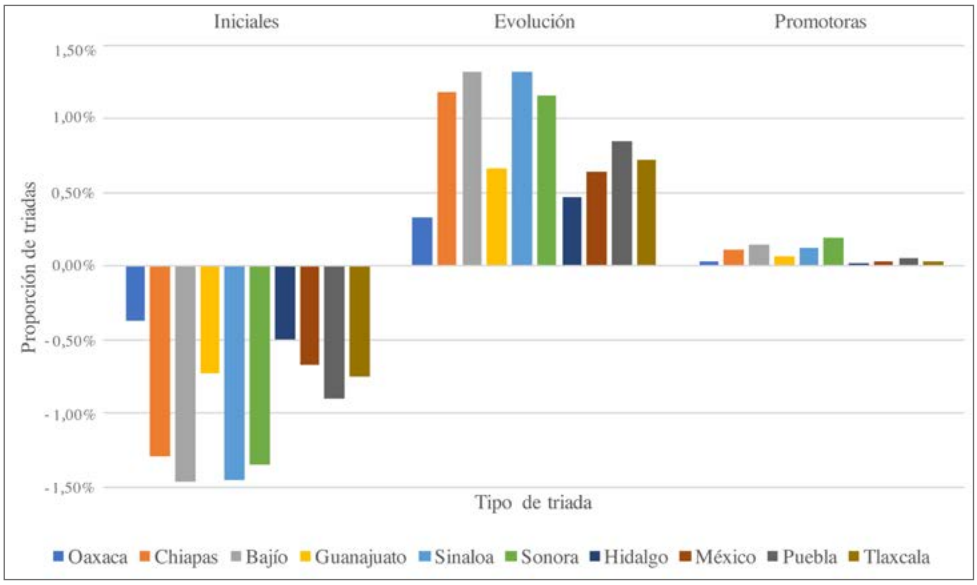


**Figura 4.** Cambios en la proporción de triadas, en función de su potencial para contribuir en la innovación en las redes de las regiones agroecológicas que conforman los *hubs*.
Fuente: Elaboración propia, con base en información de las encuestas levantadas entre 2015 y 2016

Si bien es cierto que las triadas iniciales aún son las que presentan la mayor proporción en las redes (98,9 %), resulta relevante el cambio que sucedió en las de evolución y las promotoras entre los momentos en los que se analizaron, ya que, como lo mencionan Gómez-Carreto, Zarazúa, Ramírez-Valverde, Guillén-Cuevas y Rendón-Medel (2016), este tipo de triadas podrían contribuir al intercambio de información, así como al desarrollo y fortalecimiento de capacidades tecnológicas.

Por lo tanto, estos procesos ya se están dando en las redes de los *hubs*. Además, el aumento significativo del valor de la transitividad (tabla 3) indica una mayor posibilidad de que ocurra una transición de las triadas en evolución a triadas promotoras. Sin embargo, Faust (2006) afirma que dicha probabilidad depende del tamaño y la densidad de la red.

El análisis de correlaciones que se realizó con las líneas finales (tabla 4) muestra un vínculo entre la diversidad de relaciones y la cercanía de la red, con un grado de asociación muy fuerte, un nivel de significancia $p < 0,05$, y una relación positiva. Es decir que la cercanía que exista en una red se incrementa a medida que los valores de la diversidad de relaciones sean positivos o tiendan a ser redes heterofílicas.

La relación que se presenta en la tabla 4 induce a pensar que en las regiones analizadas se han mantenido relaciones que, como afirman Sánchez-Gómez, Rendón-Medel, Díaz-José et al. (2016), por una parte, ofrecen apoyo social y una fuente de motivación (vinculación con actores internos) para la innovación, y, por otra, brindan servicios especializados, necesarios para la producción (vinculación con actores externos).

De igual forma, los valores actuales del indicador de cercanía muestran una mayor accesibilidad al capital relacional en la red, ya que, de acuerdo con Freeman (1978), indican distancias y tiempos más cortos, y menores costos al efectuar la comunicación (tabla 3).

La figura 5 presenta la posición de cada una de las regiones que conforman los *hubs* en función de su nivel de diversidad de relaciones y de cercanía en la red. En ella se puede apreciar que las regiones que conforman los *hubs* Valles Altos y Pacífico Norte presentan comportamientos muy parecidos, lo cual habla de una misma manera de gestionar las relaciones, y que tienen condiciones similares, es decir, que son los únicos *hubs* que agrupan varias regiones agroecológicas.

**Tabla 4.** Correlación entre indicadores y nivel de significancia

| | Cercanía | Diversidad de relaciones | Transitividad | Densidad |
|---|---|---|---|---|
| Cercanía | | 0,737* | -0,399 | 0,183 |
| Diversidad de relaciones | | | -0,314 | 0,235 |
| Transitividad | | | | 0,362 |
| Densidad | | | | |

Nota: *$p < 0,05$; $N = 10$.
Fuente: Elaboración propia, con base en información de las encuestas levantadas entre 2015 y 2016

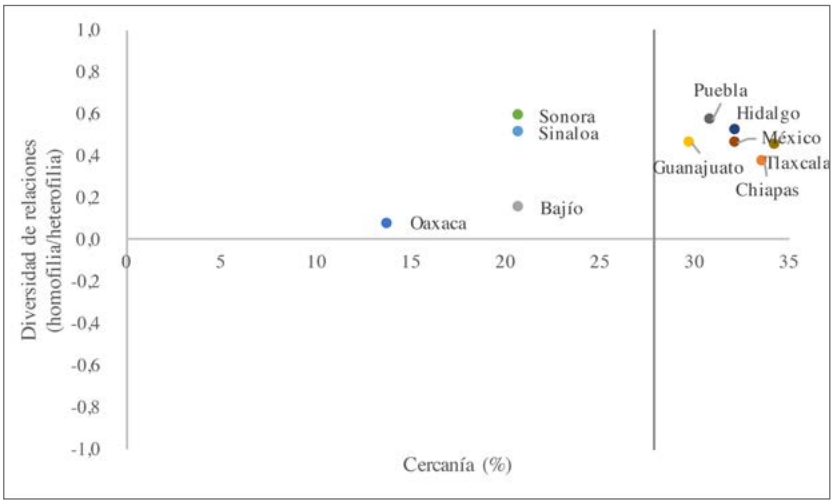


**Figura 5.** Posición de las regiones agroecológicas que conforman los *hubs*, según su diversidad de relaciones y cercanía.
Fuente: Elaboración propia, con base en información de las encuestas levantadas entre 2015 y 2016

En contraste, llaman la atención los casos de Bajío y Guanajuato, regiones que hasta hace unos años formaban parte del mismo *hub,* pero que muestran una manera distinta de gestionar las relaciones. Esta diferencia se puede explicar por el hecho de que el *hub* Guanajuato ya contaba con una curva de aprendizaje, adquirida durante el tiempo en el que formó parte del *hub* Bajío.

Con respecto al *hub* PSUR (Oaxaca), se podría pensar que se trata de la red menos cercana de todas, pero el valor obtenido obedece a que es la más grande (229 actores). Por lo tanto, se puede considerar que es un valor aceptable, pues es una red más cercana de lo que era en el inicio de la intervención. Finalmente, el *hub* Chiapas presenta una ubicación favorable en lo que se refiere a estructura y capital relacional.

Para futuras investigaciones, se sugiere analizar los contextos socioeconómicos y agrícolas de los territorios, ya que estos pueden favorecer o limitar la interacción. Así mismo, dada la importancia del capital relacional, se recomienda indagar en procesos que ayuden a mejorar la diversidad de relaciones entre los actores. Finalmente, se considera que se podrían analizar las relaciones que dejaron de existir durante la intervención, dado que su ausencia puede influir en la manera en que se gestiona la innovación.

## Conclusiones

En los *hubs* analizados se ha propiciado la interacción entre los actores de cada una de las redes que los conforman, lo que ha generado el incremento del valor de la densidad en las estructuras. Esto habla de una mejora en la estructura local de las redes, que se manifiesta, en primer lugar, en el aumento de la probabilidad de que las triadas en evolución pasen a ser promotoras, ideales para la transferencia de la innovación, y, en segundo lugar, en el hecho de que se presentan redes más cercanas, lo que disminuye los costos de la comunicación e indica una mayor accesibilidad al conocimiento en los *hubs*.

Estadísticamente, los *hubs* no han logrado diversificar las relaciones entre los actores que los conforman, pero funcionan como un espacio en el que se favorece su constante interacción. Además, en las regiones analizadas se presentaron cambios, ya sea porque pasaron de ser redes heterofílicas a serlo en mayor medida, o bien, a ser redes menos heterofílicas con una tendencia a ser homofílicas.

Ninguno de los casos puede ser considerado no deseado, ya que el primero se refiere a la fuerte presencia de capital relacional, y el segundo, a canales de comunicación en los que el conocimiento fluye de manera más sencilla, por la igualdad de relaciones. No obstante, no debe interpretarse que dentro de estas últimas redes no existan relaciones con diversidad de actores.

Los *hubs* inmersos en las diferentes regiones han propiciado una estructura local y mantenido un capital relacional, bases del capital social que se necesita para el desarrollo natural de los procesos de innovación.

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto "Capacitación y análisis de redes de innovación en MasAgro Productor 2016", celebrado entre la Universidad Autónoma Chapingo (UACh) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt). Los autores agradecen la participación del personal técnico de Cimmyt en el levantamiento de la información de campo y en la discusión de los resultados.

## Descargo de responsabilidades

Este artículo fue desarrollado como parte de la tesis de doctorado de Elizabeth Roldán-Suárez. En él se encuentran los aportes significativos de todos los autores, quienes manifiestan que no existe ningún conflicto de interés que afecte los resultados presentados.

## Referencias

Aguilar-Gallegos, N., Olvera-Martínez, J. A., González-Martínez, E. G., Aguilar-Ávila, J., Muñoz-Rodríguez, M., & Santoyo-Cortés, H. (2017). La intervención en red para catalizar la innovación agrícola. *Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales, 28*(1), 9-31.

Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). *Ucinet 6 for Windows: software for social network analysis*. Harvard, EE. UU.: Analytic Technologies.

Burt, R. S. (2000). The network structure of social capital. *Research in organizational Behavior, 22*, 345-423.

Camacho-Villa, T. C., Almekinders, C., Hellin, J., Martínez-Cruz, T. E., Rendón-Medel, R., Guevara-Hernández, F., ... Govaerts, B. (2016). The evolution of the MasAgro hubs: responsiveness and serendipity as drivers of agricultural innovation in a dynamic and heterogeneous context. *The Journal of Agricultural Education and Extension, 22*(5), 455-470.

Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology, 94*, S95-S120.

Corsaro, D., Cantù, C., & Tunisini, A. (2012). Actors' heterogeneity in innovation networks. *Industrial Marketing Management, 41*(5), 780-789.

De Castro, G. M., Alama-Salazar, E. M., López-Sáez, P., & Navas-López, J. E. (2009). El capital relacional como fuente de innovación tecnológica. *Innovar. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, 19*(35), 119-132.

Deschamps-Solórzano, L., Gómez-Luengo, O., León, M., Barila, M. V., & Vázquez, N. (2016). *Cosechando innovación. Un modelo de México para el mundo*. México: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Díaz-José, J., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., & Muñoz-Rodríguez, M. (2013). Análisis dinámico de redes en la difusión de innovaciones agrícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 4*(7), 1095-1102.

Edquist, C., & Johnson, B. (1997). Institutions and organizations in systems of innovation. En C. Edquist, & M. McKelvey (Eds.). *Systems of innovation: growth, competitiveness an employment* (pp. 165-187). Cheltenham, Reino Unido: Edward Elgar.

Faust, K. (2006). Comparing social networks: size, density, and local structure. *Metodoloski Zvezki, 3*(2), 185-216.

Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks, 1*(3), 215-239.

Freeman, L. C. (2004). *The development of social network analysis: a study in the sociology of science*. Vancouver, Canadá: Empirical Press.

Fundación Cotec para la Innovación. (2001). *Innovación tecnológica. Ideas básicas*. Madrid, España: Fundación Cotec para la Innovación.

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

Gómez-Carreto, T., Zarazúa, J. A., Ramírez-Valverde, B., Guillén-Cuevas, L. A., & Rendón-Medel, R. (2016). Masa crítica y ambiente de innovación en el sistema productivo jitomate, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 15*, 2949-2964.

Holland, P. W., & Leinhardt, S. (1970). A method for detecting structure in sociometric data. *American Journal of Sociology, 76*(3), 492-513.

Howells, J. (2006). Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Research Policy, 35*(5), 715-728.

Jasso, J. (2004). Relevancia de la innovación y las redes institucionales. *Aportes, VIII*(25), 5-18.

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.

Klerkx, L., Hall, A., & Leeuwis, C. (2009). Strengthening agricultural innovation capacity: are innovation broker the answer? *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology, 8*(5-6), 409-438.

Koch, C. (2004). Innovation networking between stability and political dynamics. *Technovation, 24*(9), 729-739.

Koschatzky, K. (2002). Fundamentos de la economía de redes. *Economía Industrial*, (346), 15-26.

Krackhardt, D., & Stern, R. N. (1988). Informal networks and organizational crises: an experimental simulation. *Social Psychology Quarterly, 51*(2), 123-140.

López-Torres, B. J. (2013). *Mejora en la cobertura de transferencia de tecnología mediante redes de innovación* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma Chapingo (UACh), Chapingo, México.

Lundvall, B. Å. (1992). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. Londres, Inglaterra: Pinter.

Martínez-Torres, M. R. (2006). A procedure to design a structural and measurement model of intellectual capital: an exploratory study. *Information & Management, 43*(5), 617-626.

Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, Reino Unido: Belknap Press of Harvard University Press.

Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología (OVTT). (2016). *Gestión de la innovación*. Recuperado de http://www.ovtt.org/gestion_gestion_de_la_innovacion.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), & Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). (2012). Capítulo II. En *Diagnóstico del sector rural y pesquero: identificación de la problemática del sector agropecuario y pesquero de México 2012*. México: FAO y Sagarpa.

Pavón, J., & Hidalgo, A. (1997). *Gestión e innovación: un enfoque estratégico*. Madrid, España: Pirámide.

Radjou, N. (2004). *Innovation networks. A new market structure will revitalize invention-to-innovation cycles*. Boston, EE. UU.: Forrester Research.

Rendón-Medel, R., Santoyo-Cortés, H. V., & Aguilar-Ávila, J. (2013). Conclusiones. En R. Rendón-Medel, & J. Aguilar-Ávila (Eds.). *Gestión de redes de innovación en zonas rurales marginadas* (pp. 161-163). México: Miguel Ángel Porrúa.

Robinson, W. N., Pawlowski, S. D., & Volkov, V. (2003). Requirements interaction management. *ACM Comput Surveys (CSUR), 35*(2), 132-190.

Rodríguez-Espinosa, H., Ramírez-Gómez, C. J., & Restrepo-Betancur, L. F. (2016). Nuevas tendencias de la extensión rural para el desarrollo de capacidades de autogestión. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 17*(1), 31-42.

Sánchez-Gómez, J., Rendón-Medel, R., & Cervantes-Escoto, F. (2016). Efecto de la intervención de un agente de cambio en redes locales de innovación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 15*, 3023-3037.

Sánchez-Gómez, J., Rendón-Medel, R., Díaz-José, J., & Sonder, K. (2016). El soporte institucional en la adopción de innovaciones del productor de maíz: región centro, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 15*, 2925-2938.

Sanz-Menéndez, L., Fernández-Carro, J. R., & García, C. E. (1999). Centralidad y cohesión en las redes de colaboración empresarial en la I+D subsidiada. *Papeles de Economía Española*, (81), 219-241.

Statistical Analysis System (SAS). (2004). *User's Guide, Version 9*. Cary, EE. UU.: SAS.

Schumpeter, J. A. (2003). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Hoboken, EE. UU.: Taylor & Francis.

Van Lente, H., Hekkert, M., Smits, R., & Van Waveren, B. (2003). Roles of systemic intermediaries in transition processes. *International Journal of Innovation Management, 7*(3), 247-279.

Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis. Methods and applications*. Nueva York, EE. UU.: Cambridge University Press.