

REDES SOCIALES DE INVESTIGACIÓN SOBRE SOSTENIBILIDAD Y AGRICULTURA: UNA OPORTUNIDAD PARA GENERAR SECTORES AGROALIMENTARIOS RESILIENTES

SOCIAL RESEARCH NETWORKS ON SUSTAINABILITY AND AGRICULTURE: AN OPPORTUNITY TO GENERATE RESILIENT AGRI-FOOD SECTORS

J. Felipe Nuñez-Espinoza*, Adalberto Magdaleno-Hernández

Colegio de Postgraduados Campus Montecillo (nunezej@colpos.mx, nunezej@yahoo.com.mx)

RESUMEN

Comprender la estructura de vínculos sociales involucrada en la generación de conocimientos científicos será un tema estratégico al momento de confrontar exitosamente las condiciones de cambio climático que están ejerciendo una continua presión sobre las capacidades agroalimentarias de las sociedades. En esta dirección, el objetivo de este documento fue analizar parte del perfil socio-estructural responsable del conocimiento científico agrícola en México. Esto permite un análisis topológico del proceso de gestión estructural de cualidades sociales, tales como confianza y reciprocidad, involucradas directamente en la generación de este tipo de conocimiento agrícola. Los resultados mostraron que en este tipo de estructuras sociales subyacen diversas capacidades que podrían ser útiles al momento de buscar construir sólidos sistemas de investigación para los sectores agroalimentarios, a fin de poder afrontar escenarios climáticos adversos.

Palabras clave: desarrollo rural, estructura social de investigación agrícola, sistemas agroalimentarios, sustentabilidad.

INTRODUCCIÓN

La construcción social en comunidades científicas

La integración social, en cualquier nivel organizativo, sociedad o escala de aglomeración humana, está determinada por el tipo y cantidad de vinculaciones que establecen, entre sí los sujetos, pero principalmente, por la redundancia e intermitencia de dichas conexiones (White *et al.*, 2000). Esto indica la movilización de incontables insumos de sociabilidad (por ejemplo: cooperación,

* Autor responsable ✦ Author for correspondence.

Recibido: febrero, 2020. Aprobado: noviembre, 2020.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 18: 543-577. 2021.

ABSTRACT

Understanding social ties involved in the generation of agricultural scientific knowledge will be a strategic topic in order to face successfully the conditions of climatic siege that are coercing on the agri food capacities at societies. The objective of this document was to analyze part of the socio-structural profile responsible for the scientific agricultural knowledge in México. This permitted a topological analysis of a management structural process of trust and reciprocity directly involved in the generation of agricultural knowledge. The results show that in this kind of social structures several skills underly that could be useful to build a substantial research system to the agri-food sector in order to face adverse climatic scenarios.

Key words: rural development, agriculture research social network, agri-food systems, sustainability.

INTRODUCTION

Social construction in scientific communities

Social integration at any organizational level, society or scale of human agglomeration is determined by the type and quantity of links established among the subjects, but mainly by redundancy and intermittency of these connections (White *et al.*, 2000). This involves mobilization of innumerable inputs of sociability (for example, cooperation, solidarity, empathy, and reciprocity, among others), without which the community experience would be unthinkable since each of these inputs expresses common interests agreed upon in order to integrate groups. These inputs find a vehicle for mobilization through trust among subjects. Trust determines a rhythm in the redundancy and intermittency of the links, which diversify social

solidaridad, compañerismo, empatía, reciprocidad y resiliencia, entre otros) sin los cuales sería impensable la experiencia en comunidad, ya que cada uno de estos insumos expresan el interés comunal y acordado para integrar grupos y comunidades. Dichos insumos encuentran un vehículo de movilización a través de la confianza entre sujetos. Este elemento permite una rítmica determinada en la redundancia e intermitencia de las vinculaciones, lo que diversifica a las construcciones sociales y permite, a la comunidad, expresarse y establecerse como una noción, como una idea continua, como una práctica de la vida cotidiana en cualquier grupo humano (Heller, 2015). Si bien la medición de estos insumos de sociabilidad no posee un estándar aceptado por los cánones, su presencia determina el desarrollo o colapso de cualquier sistema social, ya sea institucional, económico, político o incluso simbólico (Luhmann, 1996; Jiménez, 2013; Maríñez, 2018). En este contexto, cualquier comunidad desarrolla una dialéctica diferenciada de cohesión y disolución social, por lo que cualquiera estructura social estará expresada, taxativamente, por la complejidad de la vinculación comunitaria que le sustenta, por lo tanto, por los valores sociales (insumos) que circulan y se distribuyen en dicha estructura. Esto permite diferentes composiciones organizacionales en el juego reticular de las comunidades humanas, siendo estas, expresadas, por dinámicas normativas, difusoras, administrativas, disruptivas, innovadoras, recreacionales, etcétera, así como múltiples imbricaciones sociales (Navarro, 2019) entre los diferentes niveles organizativos, de tal manera que terminan confluyendo e influyéndose mutuamente a nivel local o global y son capaces de generar cualidades de recuperación que algunos designan como resiliencia.

La resiliencia se refiere a una capacidad concreta: poder recuperar determinada estabilidad después de un período de crisis. En este caso, concebida para sistemas sociales, esta capacidad se deriva de un sistema meso-incluyente, hetero-reactivo, multiorganizacional y asortativo en el cual se conjugan, de manera particular, y promisorias, sub-sistemas institucionales y comunitarios, para generar, en el mediano y largo plazo, recursos estratégicos (tales como conocimientos, información y condiciones favorables para su producción), así como su libre y oportuna distribución a los individuos, a fin de que estos últimos puedan innovar y adaptar sus sistemas sociales para protegerse, empoderarse, generar

constructions and allow the community to express and establish itself as a notion, as a continuous idea, as a practice in daily life in any human group (Heller, 2015). While there is no accepted standard for measurement of these sociability inputs, their presence determines the development or collapse of any social system, be it institutional, economic, political or even symbolic (Luhmann, 1996; Jiménez, 2013; Maríñez, 2018). In this context, any community develops differentiated dialectics of social cohesion and dissolution, so that any social structure will be expressed without discussion, by the complexity of the community links that sustain it, and therefore, by the social values (inputs) that circulate and are distributed in said structure. This allows different organizational compositions in the reticular motion of human communities, which are expressed by dynamics that are normative, divulging, administrative, disruptive, innovative, recreative, etc., as well as multiple social imbrications (Navarro, 2019) among the different organizational levels in such a way that in the end they join and mutually influence each other at the local or global level, and they are able to generate recuperation skills that some designate as resilience.

Resilience refers to a specific capacity: the ability to regain certain stability after a period of crisis. In this case, conceived for social systems, this capacity is derived from a meso-inclusive, hetero-reactive, multi-organizational and assortative system in which strategic resources are combined, in particular, and promisingly, institutional and community sub-systems, to generate, in the medium and long term, strategic resources (such as knowledge, information and favorable conditions for their production), and their free and timely distribution to individuals, so that the latter can innovate and adapt their social systems to protect and empower themselves, generate periods of stability, and be able to follow after the disruptive events that dispersed their human cores, material assets and deconstructed their organizational forms (Núñez, 2020a; PNUD, 2014:5; Byanyima, 2014; Rutter, 2012; McManus *et al.*, 2012:21; Evans, 2011:7; Kiss *et al.*, 2006: 673; Saavedra, 2006; Ferrand, 2002; Robb, 2000).

It should be noted that we regard social resilience as a transient value that must be constantly renewed. There is no “resilient” community as a definitive product, there are elements that allow to

períodos de estabilidad, y poder seguir después de los eventos disruptivos que dispersaron sus núcleos humanos, sus bienes materiales y desestructuraron sus formas organizacionales (Núñez, 2020a; PNUD, 2014, p. 5; Byanyima, 2014; Rutter, 2012; McManus *et al.*, 2012:21; Evans, 2011, p.7; Kiss *et al.*, 2006, p. 673; Saavedra, 2006; Ferrand, 2002; Robb, 2000).

Hay que destacar que consideramos a la resiliencia social como un valor transitorio que debe ser renovado constantemente. No existe la comunidad “resiliente” como un producto definitivo, existen elementos que permiten alcanzar dicha cualidad, pero que se desactivan una vez que se logra recuperar y empoderar la sociedad desastrada. En relación con esto, de acuerdo con Escalera y Ruiz (2011) hay que considerar a esta noción como una herramienta para ponderar, globalmente, las posibilidades que posee un determinado sistema social para transformarse y adaptarse ante las adversidades. En esta dirección, la presencia, activación y “normalización” de la resiliencia obedece a un estado precario de las condiciones y elementos que le dan vida, de ahí que es muy difícil delimitarla o definirla como valor total (Kalawski y Haz, 2003; Escalera y Ruiz, 2011, p. 115); sin embargo, permite diagnosticar, asintóticamente, determinadas capacidades de recuperación de un determinado sistema social. En esta dirección, un factor clave para esto, es que los sub-sistemas institucionales y comunitarios hayan logrado una determinada densidad social para gestionar, de forma eficaz, oportuna y pertinente, aquellos insumos y recursos de información, tecnología, saberes y conocimientos necesarios que les permitan resguardar a sus diversas comunidades (Sampedro, 2009; Bell, 2002; Hamel y Valikangas, 2003; PNUD, 2014: 5; Núñez, 2020b; Frankenberger *et al.*, 2012; FAO, 2012:1).

Sobre la base de lo anterior, una de las redes sociales con mayor repercusión y notoriedad social en el mundo son las comunidades científicas, las cuales forman parte de un sistema significativamente diferenciado (por cultura, región o país), pero obligadamente abierto, ya que, en un diálogo trans-regional y continuo, a través del resultado y aplicación de sus investigaciones, por medio de diversos canales planetarios de vinculación, comunicación y trasmisión de datos y conocimiento (foros de análisis, libros, reportes, paneles, entrevistas, etcétera) mantiene abierta la discusión y preocupación alrededor de temas sistémicos como

achieve this quality, but that are deactivated once the disheveled society is recovered and empowered. In this sense, according to Escalera and Ruiz (2011) this notion must be seen as a tool to weigh, globally, the possibilities that a certain social system has to transform and adapt to adversity. In this direction, the presence, activation and “normalization” of resilience is due to a precarious state of the conditions and elements that give it life, hence it is very difficult to delimit it or define it as a total value (Kalawski and Haz, 2003; Escalera and Ruiz, 2011: 115); however, it allows to diagnose, asymptotically, certain recoverability of a particular social system. In this direction, a key factor for this is that institutional and community sub-systems have achieved a certain social density to manage, in an effective, timely and relevant manner; those inputs and resources of information, technology, knowledge and necessary knowledge that allow them to protect their various communities (Sampedro, 2009; Bell, 2002; Hamel and Valikangas, 2003; PNUD, 2014: 5; Núñez, 2020b; Frankenberger *et al.*, 2012; FAO, 2012:1).

In this context, some of the social networks of greatest social repercussion, notoriety worldwide and ineluctable social density are scientific communities. These communities are part of a system that is significantly differentiated (by culture, region or country), but obligatorily open since in a trans-regional continuous dialogue, through the results and application of their studies by means of diverse planetary channels of linkage, communication and transmission of data and knowledge (forums, books, reports, panels, interviews, etc.) discussion and concern remain open around such systemic topics as poverty and climate change. The constant emergence of problems generates a need to construct inter- and multi-disciplinary approaches that go beyond the introverted behavior of the scientific community. For this reason, an increase in research funding, generation of specialties, greater inter-sectoral collaboration, regional relations and cooperation are observed, as well as the growing use of information technologies that facilitate the transfer and exchange of large quantities of information between North and South (Russell *et al.*, 2009). These qualities of agglomeration and disruption in scientific communities signal the presence of linking structures established around

pobreza y cambio climático. La constante emergencia de problemas genera una necesidad de construir enfoques inter y multidisciplinares que desborden el comportamiento introvertido de la comunidad científica, por lo que se observa un aumento en el financiamiento a la investigación, la generación de especialidades, mayor colaboración intersectorial, vinculación y cooperación regional y el uso cada vez mayor de tecnologías de información que facilitan el traslado e intercambio de grandes cantidades de información entre el Norte y el Sur (Russell *et al.*, 2009). Estas cualidades de aglomeración y disrupción en las comunidades científicas señalan la presencia de estructuras de vinculación establecidas alrededor de intereses en común que comparten sus miembros y que se reafirman en el carácter cotidiano de la praxis del propio sujeto. En esta dirección, insumos de sociabilidad, tales como: cooperación, apoyo, solidaridad, filiaciones, confianza, concordancia, mutualidad, empatía, y amistad, confirman la fortaleza, resiliencia y significación de la propia identidad de las comunidades científicas, permitiendo la construcción y diversificación de ideas, objetivos e intereses en común, lo que apuntala a cualquier comunidad ante situaciones adversas (De la Rúa, 2003; Téllez, 2013).

Lo anterior permite dejar de considerar a las comunidades científicas como tótems inamovibles o inmovibles y las ubica dentro de la categoría de estructuras sociales donde la movilización social de sus miembros está en función del sistema local gestor del capital intelectual de dicha comunidad (y que puede estar determinado por costumbres, tradiciones o parámetros matemáticos). Cada red académica es un sistema psicosocial colectivo que continuamente cambia y donde se genera una gestión predeterminada de la sinergia interna, afectando insumos tales como: confianza, amistad, relaciones de influencia, cohesión y rompimiento, apoyo social e institucional, potencial de conocimiento personal, igualdad de estatus, posibilidad de interacción cooperativa, entre otros (De la Rúa, 2003). En este contexto, las actividades de investigación de las comunidades científicas no son solamente un parámetro para cuantificar su productividad, sino también, para cuantificar y cualificar su comportamiento y aglomeración como comunidad y estructura, dinamizada por las relaciones interpersonales. Y en este praxis, cada red, estructura o comunidad científica va generando un comportamiento que Milgram (1967) y Newman, (2001)

common interests shared by their members and that are reaffirmed in the day-to-day characteristic of the praxis of the subject itself. In this direction, sociability inputs, such as cooperation, support, solidarity, filiations, trust, concordance, mutuality, empathy and friendship, confirm the strengths, resilience and significance of the scientific community's own identity and allow construction and diversification of ideas, objectives and common interests, which brace any community against adverse situations (De la Rúa, 2003; Téllez, 2013).

The above permits us to stop considering scientific communities as unmovable or unshakable totems and place them within the category of social structures where social mobilization of their members is in function of the local management system of a community's intellectual capital as well as its social inputs and synergy elements (trust, friendship, relations of influence, cohesion and breakage, social and institutional support, potential for personal knowledge, status equality, possibility of cooperative interactions, among others) (De la Rúa, 2003). In this context, the research activities of scientific communities are a parameter, not only to quantify their productivity, but also to qualify their behavior and agglomeration as a community and structure, energized by interpersonal relationships. And in this praxis, each network, structure or scientific community generates a behavior that Milgram (1967) and Newman (2001) denominate "small worlds" in networks, a notion that is not circumscribed to a geographic space. On the contrary, it refers to social subjects involved in a structure of links that is local, restricted and delimited, which makes them socially *close*.

According to Aldrich and Kim (2007), these "small worlds" in networks are characterized by relationships grouped in local networks, such as neighborhoods, circles of friends or workplace. However, recovering the notion of Milgram (1967) and considering the advances in information technology, said *locality* is determined by a direct, homophilic link with significant social density that transcends the territorial dimension of individuals. In this sense, the neighborhood can be disperse or not, or be composed of bridging links and nodes with other "small worlds" in networks, causing amplification and construction of a much broader and complex network (cluster) than the first (e.g.,

denominan como “pequeños” mundos en red, una noción que no se circunscribe a un espacio geográfico, por el contrario, se refiere a sujetos sociales involucrados en una estructura de vinculación local, restringida y delimitada, que los vuelve socialmente “cercaños”.

De acuerdo a Aldrich y Kim (2007), estos “pequeños” mundos en red se caracterizan por relaciones agrupadas en redes locales, como vecindarios, círculos de amistad o lugares de trabajo; aunque, recuperando la noción de Milgram (1967), y tomando en cuenta los avances en tecnología de la información, dicha “localidad” se determina por una vinculación directa, homofílica y con una densidad social significativa, que trasciende la dimensión territorial de los individuos. En este sentido, dicho vecindario puede estar disperso o no, además de componerse de vínculos y nodos puente con otros “pequeños” mundos en red, provocando la ampliación y construcción de una red (clúster) mucho más amplia y compleja que la primera (v.gr., las redes y comunidades de migrantes). En este contexto, según Aldrich y Kim (2007), la noción de “pequeños” mundos en red refiere a mundos altamente agrupados y vinculados, en donde la búsqueda de nuevos lazos se circunscribe al entorno inmediato, con sujetos que vinculan, a unos con otros, dentro de mismo contexto social. Esto permite discernir (y reducir) caminos, rutas y enlaces entre grupos, en mundos sociales dispersos y aleatorios; aunque también permite introducir criterios de distribución de vínculos sociales, por lo tanto, nociones de poder y escalamientos sociales. En relación con esto, las comunidades científicas se mueven desarrollando un carácter dual. Por un lado, su propia naturaleza las lleva a buscar colaborar con su entorno, mediato e inmediato, de forma diversa, amplia, creciente y compleja; pero por otro lado, desarrollan mecanismos de coerción y ceñimiento sobre sus propios recursos, acotándose y constituyéndose como “pequeños” mundos en red, generando una serie de indicadores que permiten su análisis, y comprensión como espacios donde hasta la administración de recursos es muy cerrada y llega a depender de mecanismos convencionales de sociabilidad como podría ser la presentación “cara a cara” de un autor a otro.

Uno de estos espacios, en el que se observan patrones de agrupamiento y asociación, tipo “pequeño” mundo en red, es en la colaboración científica, donde se gestiona la confianza de forma diferenciada:

migrant networks and communities). On this background, according to Aldrich and Kim (2007), the notion of “small worlds” in networks refers to the apprehension of a particular moment of highly grouped and connected worlds where the search for new ties is circumscribed to the immediate surroundings, with subjects that are connected to each other within the same social context. This allows discerning (and reducing) paths, routes and links among groups in disperse random social worlds. It also, however, permits introducing distribution criteria of social links, and thus of notions of power and social scaling. In relation to this, scientific communities move by developing a dual character. On the one hand, their very nature leads them to seek collaboration with their mediate and immediate surroundings, in diverse, ample, increasing and complex ways. On the other hand, they develop mechanisms that coerce and restrict their own resources, delimiting and constituting themselves as “small worlds” in network, generating a series of indicators that permit their analysis and comprehension as spaces where even the administration of resources is quite closed and even becomes dependent on conventional mechanisms of sociability, as could be the *face-to-face* presentation of one author to another.

One of these spaces, where patterns of grouping and association of the “small worlds” in network type, is in scientific collaboration where the trust is managing in differentiated form: the objectives, interests and risks implicated in one or another scientific collaboration determine the type of decision to be made, and so offer an opportunity to observe, measure and analyze determined patterns of association and filial complicity. And this is because this process of generating knowledge is a community process in which researchers, grouped in cliques, committees, teams, departments, etc., function as structures for discussion and information management, but also for association and collaboration to approach and resolve a given problem and seek the most propitious mass media channels for its divulgation. These processes of collaboration are incarnated in diverse products, one of which is research published in specialized scientific media, such as scientific journals. These research express not only the capacity for analysis and management of the said group, but

los objetivos, intereses y riesgos implicados, en una u otra colaboración científica, determinan el tipo de decisiones a tomar. En esta dirección, la colaboración científica, en publicaciones, ofrece una oportunidad para observar, medir y analizar determinados patrones de asociación y complicidad filial. Y esto se debe a que este proceso de generación de conocimiento es un proceso comunitario, donde los investigadores, agrupados en cuadrillas, comités, equipos, facultades, etcétera funcionan como estructuras de discusión y gestión de información, pero también de asociación y colaboración para abordar un determinado problema y buscar los canales editoriales más propicios para su difusión. Estos procesos de colaboración terminan encarnados en diversos productos, uno de ellos son artículos publicados en revistas científicas especializadas, artículos que expresan no sólo la capacidad de análisis y gestión de dicho grupo, sino la conformación de relaciones de filiación y empatía en los grupos de investigación, lo que permite acceder a los esquemas organizativos de cooperación y sinergia en su interior, por lo tanto, permite confirmar la presencia de estructuras comunitarias a todo lo largo del trabajo científico. En esta dirección, los registros de autores congregados en las revistas científicas, permiten acceder a la forma en cómo comunican sus hallazgos los investigadores (solos, con coautores, en qué instituciones y áreas del conocimiento, etcétera) y qué patrones de sociabilidad se hallan presentes en dichas colaboraciones (Mendieta y Ruiz, 2009; Garfield, 2004; Katz and Martin, 1997; García, 2012).

Adicional a lo anterior, el número variado de coautores por artículo, sumando atributos como el año de publicación, la institución de origen y área de conocimiento, permite comprobar y analizar la presencia de comunidades conceptuales o colegios invisibles en comunidades dispersas de científicos. Esto permite entender diferentes modalidades de agrupamiento de la comunidad científica, así como diferentes intereses y entornos para los investigadores. En relación con esto, los universos de conocimiento son independientes, pero se fusionan a través de la participación de investigadores de otras áreas (Boyack *et al.*, 2005). Estos casos de colaboración interdisciplinaria permiten ubicar posibles zonas de crecimiento, ampliación, revisión o generación de nuevas áreas de conocimiento, así como identificar espacios de oportunidad para incidir en la cultura organizativa de dichos colectivos, por lo tanto, en su composición y

the conformation of relationships of filiation and empathy in the research groups, which allows access to organizational schemes of cooperation and synergy within the group, thus confirming the presence of community structures throughout scientific work. In this direction, the registers of authors congregated in scientific media give access to the way in which researchers communicate their findings (alone, with co-authors, through institutions, from specific area of knowledge, etc.) and what patterns of sociability are present in these collaborations (Mendieta and Ruiz, 2009; Garfield, 2004; Katz and Martin, 1997; García, 2012).

Regarding these patterns of sociability, it is important to emphasize that the varied number of co-authors per research project or scientific paper, together with attributes such as the year of publication, their home institution and area of knowledge, enables us to demonstrate and analyze the presence of conceptual communities or invisible colleges in disperse scientific communities. This can help to understand different modalities of grouping in scientific communities, as well as different interests and environments for the researchers. In this regard, knowledge universes are independent, but they fuse through the participation of researchers of other fields (Boyack *et al.*, 2005). These cases of interdisciplinary collaboration reveal possible areas of growth, amplification, review or generation of new areas of knowledge, as well as identifying spaces of opportunity where it is possible to influence the organizational culture of such collectives and therefore, their composition and behavior, as well as the administration of policies for the management of cognitive inputs. In this direction, authorship collaborations highlight a wave of influence, social (Molina, 2002) and institutional connections, which translate into cognitive contagion and influence. That is, according to Milard (2010), each publication expresses a model of association, an experience and a particular social dynamic from a relational point of view that is subtle and reticular. These processes of social linkage are observed too in the authorship collaboration expressed in the collection of research agricultural papers published in scientific journals and can also be seen as important tools to understand de possibilities of recovery (resilience) after a critical period in strategic sectors such as the agri-food and agricultural development.

comportamiento, así como en la administración de políticas para la gestión de insumos cognoscitivos. En esta dirección, las colaboraciones autorales señalan una ola de influencia y vinculación social (Molina, 2002) e institucional, lo que se traduce en un contagio e influencia cognoscitiva. Es decir, acorde con Milard (2010), cada publicación expresa desde un punto relacional, sutil y reticularmente hablando, un modelo de asociación, una experiencia y dinámica societal particular. Estos procesos de vinculación social se observan en la colaboración autoral expresada en la colección de artículos de investigación agrícola publicados en revistas científicas, y pueden observarse como importantes instrumentos para comprender las posibilidades de recuperación (resiliencia) después de períodos críticos en sectores estratégicos tales como el agroalimentario y el desarrollo rural.

En función de lo anterior, y en el contexto de esta investigación, una disquisición oportuna para determinar el grado de resiliencia del sector agroalimentario en México, está relacionada con uno de sus elementos constituyentes: contar con una red científica, como “insumo tecnológico-gnoseológico”, que le permita afrontar, adaptarse y salir de procesos críticos, principalmente por su asociación estructural con la producción de alimentos. Es decir, una red con capacidad para generar, en términos comunitarios, insumos y recursos de saberes así como conocimientos y tecnologías oportunas que apunten a proponer soluciones ante procesos y temas críticos y disruptivos, tales como la falta de sustentabilidad del sistema agroalimentario mexicano, cambio climático y otros eventos que están generando dinámicas des-estructuradoras para dicho sector (CVASF, 2014, pp.53-54). Esto lleva, directamente, a verificar el estado de sus subsistemas de investigación con el fin de buscar dichas capacidades de innovación, adaptación y comunalidad. Por lo tanto, es lícito extender dicha pregunta a las prioridades de la investigación científica del sector agroalimentario a fin de observar si esta última, en la necesidad de responder a criterios predeterminados, ha perdido diversidad de enfoques, flexibilidad y capacidad de lidiar con la complejidad de los retos presentes, por lo tanto, se ha reducido su propia capacidad de responder ante la necesidad de resiliencia de la comunidad en general (Paasche, Österblom, 2019).

En esta dirección, se formulan las siguientes preguntas de investigación:

Based on the above, and in the context of this research, a timely disquisition to determine the degree of resilience of the agri-food sector in Mexico, is related to one of its constituent elements: having a scientific network, such as “technological-gnoseological input”, that allows it to face, adapt and exit critical processes, mainly because of its structural association with food production. That is, a network with the capacity to generate, in community terms, inputs and resources of knowledge as well as timely knowledge and technologies that aim to propose solutions to critical and disruptive processes and issues, such as the lack of sustainability of the Mexican agri-food system, climate change and other events that are generating de-structuring dynamics for that sector (CVASF, 2014:53-54). This leads, directly, to verify the status of its research subsystems in order to seek these innovation, adaptation and communal capabilities. It is therefore lawful to extend this question to the priorities of scientific research in the agri-food sector in order to observe whether the agri-food sector, in the need to meet predetermined criteria, has lost a diversity of approaches, flexibility and ability to deal with the complexity of the present challenges, so it has reduced its own ability to respond to the need for resilience of the community at large (Paasche, Asterblom, 2019).

In this sense, the following research questions were formulated:

- a) What are the main agricultural research areas around which the analyzed scientific community is built?
- b) What is the performance and effectiveness of this agricultural research social structure in the management and generation of new knowledge?
- c) Are the social structuration areas of agricultural research knowledge relevant in relation to the challenges faced by Mexican society?
- d) Which recovery capacities and social strengths among the scientific research social structure of the agri-food sector in Mexico exist?

In order to answer the previous questions the following hypothesis were formulated.

The co-authorships dynamics, established between researchers and scientists in agronomic areas, allow access to a social structure built on

- a) ¿Cuáles son las principales áreas de investigación agrícola alrededor de las cuales se construye la comunidad científica analizada?
- b) ¿Cuál es el desempeño y eficacia de esta estructura social de investigación agrícola en la gestión y generación de nuevos conocimientos?
- c) ¿Las áreas de estructuración social del conocimiento científico agrícola son pertinentes frente a los desafíos que está afrontando la sociedad mexicana?
- d) ¿Cuáles son las capacidades de recuperación y fortalezas sociales existentes en la estructura social de investigación científica del sector agroalimentario en México?

Para responder las anteriores preguntas se formularon las siguientes hipótesis.

Las dinámicas de coautorías, establecidas entre investigadores y científicos de las áreas agronómicas, permiten acceder a una estructura social construida sobre la base de una determinada gestión diferenciada de insumos de confianza. Dadas las responsabilidades éticas y administrativas en el manejo de recursos tangibles e intangibles (económicos, intelectuales, de tiempo, etcétera) involucrados en la elaboración y presentación de resultados de investigación, destinados a postularse para una revista científica, con reconocidos estándares en la selección y publicación de documentos científicos, se genera una gestión sumamente acotada de la confianza, por lo que la selección de los coautores participantes está sujeta a un proceso cuidadoso e insumos concretos de colaboración. En relación con esto, colaborar implica compartir recursos e información sensible y estratégica para la realización de prácticas experimentales y análisis de investigaciones (Urbizagástegui y Restrepo, 2018), por lo que su aglomeración en torno a determinados medios de difusión, tales como revistas científicas, facilita el acceso a una estructura social con diversos grados de cohesión. Esto permite tipificar las múltiples combinaciones de colaboración entre autores, por áreas de conocimiento, por instituciones, por regiones, etcétera, y posibilita verificar valores de vinculación, reciprocidad y recurrencia en las colaboraciones, por lo tanto, dinámicas de sinergia científica entre los distintos colectivos académicos, es decir, la oportunidad de ubicar y medir sus capacidades de recuperación y fortaleza como comunidad gnoseológica del sector agroalimentario.

the basis of a certain differentiated management of trusted inputs. Given the ethical and administrative responsibilities in the management of tangible and intangible resources (economic, intellectual, time, etc.) involved in the elaboration and presentation of research results, intended to apply for a scientific journal, with recognized standards in the selection and publishing of scientific documents, a highly tight management of trust is generated, so the selection of participating co-authors is subject to careful consideration and concrete collaborative inputs. In this sense, collaborating involves sharing resources and sensitive and strategic information for the realization of experimental practices and research analysis (Urbizagástegui and Restrepo, 2018), so its agglomeration around certain media, such as scientific journals, facilitates access to a social structure with varying degrees of cohesion. This makes possible to typify the multiple combinations of collaboration between authors, by areas of knowledge, institutions, region, etc., and facilitates the verification of linkage, reciprocity and recurrence values in collaborations, therefore, dynamics of scientific synergy between the different academic groups, that is, the opportunity to locate and measure their capacity for recovery and strength as a gnoseological community of the agri-food sector.

The objectives set for this research were the following: Analyze and typify the social structure underlying a scientific community specialized in agricultural research, as an additional element to establish strengths and weaknesses for the agri-food sector in Mexico.

METHODOLOGY

The main objective of any specialized scientific medium is sharing the results obtained through a methodological formal research by a myriad of scientists operating from diverse institutions, countries and regions of the world. This objective of transmitting, *communicating* and sharing the results of research carries an additional property of editorial work of the media: to function as a channel for communication and debate among the different interested communities. Therefore, it also functions as a dynamizing element in the social construction of knowledge that influences and

Los objetivos establecidos para cubrir este planteamiento, son los siguientes: Analizar y tipificar la estructura social subyacente a una comunidad científica especializada en investigación agrícola, como un elemento adicional para establecer fortalezas y debilidades para el sector agroalimentario en México.

METODOLOGÍA

El objetivo principal de toda publicación especializada, es difundir (por medio de un proceso formal que comprende criterios de edición y publicación) los resultados obtenidos de investigaciones realizadas por una miríada de científicos operando desde diversas instituciones, países o regiones en el mundo. A su vez, este objetivo de difundir, “comunicar” o compartir los resultados de las investigaciones lleva aparejado una propiedad adicional al trabajo editorial de la revista: fungir como canal de comunicación y debate entre las diferentes comunidades interesadas; por lo tanto, funciona también como elemento dinamizador en la construcción social del conocimiento, en la medida en que incide en la conformación de comunidades científicas, primero, debido al carácter comunitario del conocimiento que se difunde a través de sus páginas ya que son comunidades de investigadores las que colaboran para generar este conocimiento y presentarlo en estas publicaciones; y segundo, porque dicho conocimiento es discutido por otras comunidades de científicos o interesados. Esto permite identificar, y analizar, procesos de agrupamiento, cooperación y sinergia, entre los grupos académicos. En este tenor, el desempeño de este tipo de revista permite diversos ángulos de análisis. Por un lado, el contenido de artículos, reseñas reportes de investigación, citas bibliográficas, entre otros, constituyen un medio discreto para evaluar la actividad académica de investigadores y grupos de científicos; de igual forma, permiten tener una idea sobre las tendencias y patrones sociales en la generación de conocimiento científico a nivel local, regional, nacional o global (el conocimiento se produce localmente, pero forma parte de una epistemología y praxis global).

Por otro lado, el estudio de los patrones sociales generados por la colaboración científica no es un tema nuevo, como tampoco el hacerlo por medio de los datos obtenidos directamente de los registros de publicación de una determinada revista. Hay una abundante producción científica y de literatura que

affects the conformation of scientific communities. First, because of the communitarian character of the knowledge transmitted, since these are communities of researchers that collaborate to generate this knowledge and publish a research report. And second, it influences scientific communities because the knowledge is discussed by other scientific communities and interested individuals. This contributes to identifying and analyzing the process of grouping, cooperation and synergy among academic groups. In this sense, the performance of this type of media allows different angles of reticular analysis. On this context, the content of the studies, scientific notes, research reports, and bibliographic citations, among others, constitute a discrete means to evaluate the academic activity of researchers and groups of scientists. Likewise, they give us an idea of the trends and social patterns in the generation of scientific knowledge at the local, regional, national and global level (Knowledge is produced locally, but it forms part of a global epistemology and praxis).

In that direction, the study of social patterns generated by scientific collaboration is not a new topic nor is it new to study it using data obtained directly from publication registers of a given media. There is an abundance of scientific production and literature on this topic. However, in the light of this work, what appears as necessary is the study of the structure of scientific collaboration and its influence in the sustainability of areas of knowledge related to critical, priority and strategic sectors for societies such as agri-food production. Particularly, in the face of local and global needs, to find promissory alternatives to deal with the current conditions of climatic siege and health crisis that are coercing the agri-food capacities of each society. In this case, these sectors in Latin American countries such as Mexico are highly sensitive. Therefore, their condition is the product of a conjugation of endogenous and exogenous factors (Palacios and Villalobos, 2016). Of these factors are the intellectual groups responsible for generating knowledge for those sectors. These groups are already linked to sector dynamics to such a degree that the social patterns they generate inevitably influence the profile of said strategic sectors in one way or another. We should not forget that scientific production is also an expression of what the synergy of academic communities has become, and thus

aborda este tema; sin embargo, a la luz de estos trabajos, algo que se vuelve necesario realizar es el estudio de la estructura de colaboraciones científicas en áreas del conocimiento relacionadas con sectores críticos, prioritarios o estratégicos para las sociedades, como es la producción agropecuaria y el desarrollo rural (es decir, producción de alimentos). En este caso, estos son sectores sumamente sensibles para países latinoamericanos como México, por lo tanto, el estado que guardan son producto de una conjugación de factores endógenos y exógenos (Palacios y Villalobos, 2016). Uno de estos factores lo constituyen los grupos intelectuales responsables de generar conocimiento para tales sectores ya que se encuentran vinculados a las dinámicas de estos últimos al grado en que los patrones sociales que generan inevitablemente influyen de una u otra forma en el perfil de dichos sectores estratégicos. No hay que olvidar que la producción científica también es una expresión de la forma en cómo ha devenido la sinergia de las comunidades académicas, por lo que expresará un determinado ángulo de la solidez o debilidad del sector para el cual trabajan. En este contexto, si bien la simple firma conjunta de trabajos no supone realmente toda la colaboración científica (López, 2010), ya que, según Russell *et al.* (2009), este concepto es confuso, parcial y no cubre *todo* el espectro de la complejidad social que significa la colaboración científica (además de que analizar “toda” la estructura social de colaboración científica, en las áreas de agricultura sería un despropósito para las capacidades de este trabajo), es indudable que analizar la estructura de coautorías de una comunidad científica abre la posibilidad de acceder a la estructura de influencias que la conforman así como permite acceder a las nociones predominantes de confianza y poder que subyacen en estos sectores científicos. En esta dirección, es posible observar procesos disruptores o constructores de conocimiento en áreas sensibles como las relacionadas al sector agroalimentario.

Para la realización de este trabajo, se partió de un esquema deductivo basado en una muestra determinística y por conveniencia, utilizándose dos herramientas básicas:

Los archivos de investigación publicados en una revista prominente de investigación agrícola mexicana, de acceso abierto (Agrociencia) durante el período 2000-2015. Esta revista nació en 1966 bajo el patrocinio del Colegio de Postgraduados, una institución mexicana de investigación agrícola. Desde

it will express a determined angle of the solidity or weakness of the sector for which they work. In this context, although the simple joint signing of studies does not really assume “all” scientific collaboration (López, 2010) because, according to Russell *et al.* (2009), this concept is partial and does not cover the entire spectrum of the social complexity involved in scientific collaboration (besides, analyzing “all” the social structure of scientific collaboration would be outside the scope of this work) undoubtedly, analyzing the structure of co-authorships of a scientific community opens up the possibility of having access to the structure of influences that nurture it and approaching the predominating notions of trust and power in these scientific sectors. In this way, it is possible to observe disruptive or constructive processes of knowledge in these sensible areas.

In order to conduct this study, we parted from a deductive scheme based on a deterministic sample and, for convenience, we used two basic tools:

The archives of research published in a prominent public open-access Mexican agriculture journal, *Agrociencia*, during the period 2000-2015. This journal was established in 1966 under the sponsorship of the Colegio de Postgraduados, a Mexican agricultural research institution. Since then, it has undergone multiple editorial modifications (Agrociencia, 2016). As of the year 2007, this scientific journal publishes eight bilingual (Spanish-English) numbers per year, including research results from 11 national and international agri-food areas: Water-Soil-Climate, Biotechnology, Animal Science, Food Science, Wildlife, Plant Science, Applied Mathematics, Statistics and Computation, Agricultural Machinery, Plant Protection, Renewable Natural Resources and, finally, Socioeconomics. Currently, this scientific journal is included in global indexes and documentary and divulgation platforms that integrate scientific and technological contributions worldwide (Web of Science -formerly Institute for Scientific Information ISI-Thomson Reuters-, SciELO-México and Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACYT, as well as Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe España y Portugal (REDALYC), among others: Agrociencia, 2016). The journal is concentrated in the internet portal:

su aparición, esta revista ha sufrido múltiples modificaciones editoriales (Agrociencia, 2016). A partir del año 2007, Agrociencia es una revista científica sesquimensual (ocho números por año), en formato bilingüe (español-inglés) y tiene como finalidad difundir los resultados de la investigación agropecuaria y forestal nacional e internacional, temas que la revista ubica en 11 campos temáticos: Agua-Suelo-Clima, Biotecnología, Ciencia Animal, Ciencia de los Alimentos, Fauna Silvestre, Fitociencia, Matemáticas Aplicadas, Estadística y Computación, Maquinaria Agrícola, Protección Vegetal, Recursos Naturales Renovables y finalmente Socioeconomía. Actualmente, Agrociencia está incluida en múltiples índices globales o bases documentales y de difusión que integran contribuciones científicas y tecnológicas en el mundo. Algunas de las más importantes son: Web of Science (antes Institute for Scientific Information ISI-Thomson Reuters, por lo tanto, incluida en el Journal Citation Reports, JCR); SciELO-México e Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACYT, así como en la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe España y Portugal (REDALYC), entre muchos otros (Agrociencia, 2016). Esta revista está concentrada en el portal de internet: <http://www.colpos.mx/agrocien/agrociencia.htm>, en el cual se pueden consultar las normas y políticas editoriales, así como descargar todos los trabajos que han sido publicados en Agrociencia. Cabe señalar que el contenido de la revista, desde el punto de vista de la ciencia, tecnología e innovaciones es citable.

Relacionado con esto, si bien Agrociencia no es la única revista del sector agropecuario, los índices en los que participa y las cualificaciones que recibe, de acuerdo al Sistema de clasificación de revistas mexicanas de Ciencia y Tecnología, subcapítulo VI. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, la posicionan en uno de los principales rankeos entre las revistas del sector agropecuario en México. Por ejemplo, para el Journal Citation Report (JCR), el factor de impacto asignado es de 0.37 y de acuerdo al Scopus / Scimago Journal y Country Rank (SJR), su calificación es de 0.394, valores que están por encima de la valoración de las demás revistas en temas agrícolas (CONACYT, 2016). En este sentido, en índices, tales como SJR y índice H y JCR, considerando categorías como: Agricultural and Biological Sciences, Agronomy and Crop Science, Animal Science and Zoology, Plant

<http://www.colpos.mx/agrocien/agrociencia.htm>. All the research papers that have been published in it can be downloaded. It is worth noting that the content of the journal, from a scientific, technological and innovation viewpoint, is citable.

In this sense, although Agrociencia is not the only journal in the agricultural sector, the indexes in which it participates and the qualifications it receives, according to the Classification System of Mexican Journals of Science and Technology, subchapter VI. Biotechnology and Agricultural Sciences, this journal has one of the main ranks among the journals of the agricultural sector in Mexico. For example, for the Journal Citation Report (JCR), the assigned impact factor is 0.37 and according to the Scopus/Scimago Journal and Country Rank (SJR), its rating is 0.394, these values are above the valuation of other journals on agricultural issues (CONACYT, 2016). In this sense, in indexes, such as SJR and index H and JCR, considering categories such as: Agricultural and Biological Sciences, Agronomy and Crop Science, Animal Science and Zoology, Plant Science, Agrociencia appears as the most cited Mexican agricultural journal (SJR, 2007-2020). The construction of these ranks is based not only on the possible number of readers it has, but on the number of times it is cited in the research world; indicating a degree of confidence in being regarded as a verifiable source of information, data and scientific knowledge; that is, a gradient of trust is generated around the journal, therefore a gradient of association and social integration around it and each scientific journal, depending on its trajectory, is able to generate a particular and differentiated agglomeration gradient, therefore a different assessment in the social structure of scientific knowledge.

All this has made it a highly attractive medium for national and international agriculture researchers who seek to publish their work. Therefore, it is feasible to consider it within the parameters of analysis sought by this study: analyze the social construction of the scientific communities in strategic areas such as agri-food and agriculture with evidence from the collaboration dynamics among researchers. To this end, the archives of research papers published in the journal were analyzed since each of these documents contains information that is central to this analysis: year of

Science, *Agrociencia* aparece como la revista agrícola mexicana más citada (SJR, 2007-2020). La construcción de estos rankeos está en función no sólo del posible número de lectores que tiene, sino del número de veces en que es citada en el mundo de la investigación; lo que indica un grado de confianza al ser considerada como fuente de información, datos y conocimiento científico verificable; es decir, se genera un gradiente de confianza alrededor de la revista, por lo tanto, un gradiente de asociación e integración social a su alrededor. Así, cada revista científica, en función de su trayectoria, es capaz de generar un gradiente de aglomeración particular y diferenciado, por lo tanto, una valoración distinta en la estructura social del conocimiento científico.

Todo lo anterior ha hecho de *Agrociencia* una revista sumamente atractiva a investigadores nacionales e internacionales para publicar sus trabajos, por lo tanto, se vuelve factible considerarla dentro de los parámetros de análisis que busca esta investigación: analizar la construcción social de las comunidades científicas, en áreas agropecuarias, a partir de las dinámicas de colaboración entre investigadores.

En este contexto, se analizaron los archivos de trabajos de investigación publicados en la *Agrociencia* debido a que cada uno de estos documentos contiene información que es central para este análisis: año de publicación, número de publicación, autores del documento, institución y nacionalidad, título y tema del trabajo publicado, entre otros datos. La gran cantidad de información registrada en este tipo de datos presentó un desafío debido a las diversas inconsistencias derivadas de los procesos de captura (diferentes metodologías y la multiplicidad de fuentes que manejan esta información en diferentes momentos). Para esto, se corrigió manualmente la base de datos, se establecieron estandarizaciones en nombres de personas, nombre de instituciones, entre otros, para evitar datos diferentes e interpretaciones incompletas. Esto permitió recolectar un corpus para análisis que comprendió 1045 documentos escritos por 2614 colaboradores, de 419 instituciones de 37 nacionalidades. Con esta información se construyeron matrices de adyacencia, idénticas, binarias y unimodales, y se discriminaron trabajos escritos por un solo autor. La información referente a nacionalidades de los autores, áreas de conocimiento, instituciones y año de publicación fueron utilizados como atributos para nodos sociales.

publication, number of the publication, authors of the document, institution and nationality, title and topic of the published work, among other data. The large amount of information registered in this type of database is a challenge since there are several inconsistencies derived from the processes of capture (different methodologies and the multiplicity of sources that handle this information at different times). For this reason, we manually corrected the database, establishing standardizations in personal names, name of institutions, among others, to avoid different data and incomplete interpretations. This allowed collecting a corpus for analysis that comprised 1045 documents written by 2614 collaborators, from 419 institutions of 37 nationalities. With this information, adjacency, identical, binary and unimodal matrixes were constructed, and papers written by a single author were discriminated. The information referring to nationalities of the authors, areas of knowledge, institutions and year of publication were used as node attributes. To analyze this information, Social Networks Analysis (SNA) was used.

Social Networks Analysis (SNA). This approach has a structuralist root and is constructed with the deterministic addendum of mathematics, visual appreciation of complex human systems and the structuralist approach of social sciences (Hanneman and Riddle, 2005; Navarro and Salazar, 2007). This construction permits analysis of the dimensionality of the social structure by studying established relationships and the explicative attributes that take place in a given community, attributes that form the structural conditioning of the actions of the actors (Sanz, 2003) and thus determine the character of the linking processes among subjects and, therefore, achieving or failing to achieve organizational objectives (Vélez, 2007). According to López (2010), traditional social analysis groups and classifies the elements in function of unitary and personal characteristics (socioeconomic stratification, sex, age, geographic location, etc.). In contrast, SNA proposes the explanation of sets and social environments based on social structures that are produced by established relationships among individuals. For this reason, the concept of network applied to social structures facilitates the analysis of interactions between given actors and their social and institutional environment, and a social notion

Para analizar esta información, se acudió al Análisis de Redes Sociales (ARS).

Análisis de Redes Sociales (ARS). Enfoque de rai-gambre estructuralista que se construye con el adendum determinista de las matemática, la apreciación visual de los sistemas humanos complejos (personas, grupos, organizaciones, etcétera) y el enfoque estructuralista de las ciencias sociales (Hanneman and Riddle, 2005; Navarro y Salazar, 2007). Esta conjunción permite analizar la *dimensionalidad* de la estructura social desde el estudio de las relaciones establecidas y los atributos explicativos que le dan lugar en una comunidad dada, atributos que conforman los condicionantes estructurales de las acciones de los actores (Sanz, 2003) por lo que llegan a determinar el carácter de los procesos de vinculación entre sujetos, por lo tanto, el logro o fracaso en la obtención de objetivos organizacionales (Vélez, 2007). De acuerdo a López (2010), una análisis social tradicional agrupa y califica a los elementos en función de características unitarias y particulares (estratificación poblacional socioeconómica, género, edad, localización geoFigura, etcétera), por su parte, el ARS propone la explicación de los conjuntos y entornos sociales a partir de las estructuras sociales que se producen por las relaciones establecidas entre individuos, por lo que el concepto de red, aplicado a la estructura social, facilita el análisis de las interacciones entre determinados actores con su entorno social e institucional, por lo que una noción social como cohesión, se vuelve un valor analizable, mensurable y susceptible de ser intervenido. Según Wasserman y Faust (1994, p.37), la unidad de análisis del ARS no es el individuo, "...sino una entidad compuesta por un conjunto de individuos y los vínculos entre ellos..." Lo que permite analizar (y gestionar) usufructos e insumos intangibles como la comunicación y el conocimiento mismo. En este caso, el ARS permite evaluar la eficiencia de los grupos de investigación en la gestión de recursos, tanto sociales como económicos, por lo que una mayor diversidad de vinculos sociales significaría una mayor densidad social en la estructura reticular de colaboraciones, por lo tanto, una menor centralización y mayor capacidad en la gestión de recursos. Para identificar y medir dichas interacciones, el ARS cuenta con un grupo de categorías de centralidad que permiten ubicar a los actores en la estructura social, en función de la empatía social que logran con su entorno social. Para el caso de este análisis, las medidas de centralidad utilizadas fueron: grado nodal (degree), grado

such as cohesion becomes an analyzable, measurable value that is susceptible to intervention. According to Wasserman and Faust (1994, p.37), the SNA unit of analysis is not the individual, "...but an entity composed of a set of individuals and the links among them...". This allows analysis of intangible usufructs and inputs, such as communication and knowledge itself. In this case, SNA can evaluate the efficiency of the research networks groups in managing social resources. Thus, a broader diversity of social links would mean higher social density in the reticular structure of collaboration and, therefore, less centralization and greater capacity in managing said resources. To identify and measure these interactions, SNA has a group of centrality categories that enable us to locate the actors in the social structure in function of the social empathy they achieve with their social environment. In the case of our analysis, the measures of centrality used were degree, betweenness and closeness.

Degree

Every actor has a given number of direct links with peers. The sum of all these ties result in the nodal degree of that actor, expressing the degree of access s/he has to the information and knowledge that flows through the social network. Therefore, a higher nodal degree indicates an increase in the potential to influence—and to be influenced by—the network. In the context of our study, the number of co-authorships each author has in the analyzed universe represents the nodal degree. According to Freeman (1979), the mathematical expression for calculation of this centrality is:

$$d_i = \sum_{j \in V} A_{ij}, \forall_i \in V$$

where d_i : centrality (degree) of the actor in question; A_{ij} : Sum of the matrix that links the nodes i and j .

Betweenness

According to the epistemological tenet of social sciences, each and every individual is a constituent (subjective and objective) in the construction of social reality (generating cultures, communities and institutions) (Schütz, 1962; Berger and Luckmann,

de intermediación (betweenness) y grado de cercanía (closeness).

Grado *degree* o nodal

Todo actor posee un número determinado de vínculos directos con sus semejantes. La suma de todos estos lazos arroja el grado nodal de dicho actor, expresando el grado de acceso que tiene con el torrente de información y conocimiento que fluye por la red social, por lo tanto, un mayor grado nodal indica un aumento en su potencial para influir en dicha red –y ser influido por esta misma-. En el contexto de esta investigación, el número de coautorías que detenta cada autor, en el universo analizado, representaría su grado nodal. Acorde con Freeman (1979), la notación matemática que permite el cálculo de esta centralidad es:

$$d_i = \sum_{j \in V} A_{ij}, \forall_i \in V$$

donde d_i : Centralidad (degree) del actor en cuestión; A_{ij} : Suma de la matriz que enlaza los nodos i y j .

Grado *Betweenness* o de intermediación

De acuerdo al canon epistemológico de las ciencias sociales, todos y cada uno de los individuos son partes constituyentes (subjetiva y objetivamente) en la construcción de la realidad social (generan culturas, comunidades e instituciones) (Schütz, 1962, Berger y Luckmann, 1991) y en este constituir, los individuos se vinculan constantemente y de múltiples formas, lo que provoca que entre cada par de actores exista siempre la posibilidad de más de un camino de vinculación, aunque un camino tendrá la cualidad de poseer el trayecto más corto (permitiendo ahorrar recursos) y pasar por un mediador en particular. A la frecuencia con que dicho mediador aparece como conexión entre pares de actores que no tienen una vinculación directa se le conoce como intermediación (Wasserman and Faust, 1994), lo que significa una relación directamente proporcional entre el grado de intermediación del actor y su capacidad de influir y definir la vinculación entre actores, por lo tanto, determinar la cohesión social misma en las comunidades. Para lograr el cálculo de esta medida de centralidad, Freeman

(1991), and in this constructing, individuals constantly connect in multiple ways, making it possible that, between each pair of actors, there is always the possibility of more than one path and one link, although one path will have the quality of possessing the shortest trajectory (allowing savings in resources) and passing through a particular mediator. The frequency with which this mediator appears as a connection between pairs of actors who are not directly linked is known as intermediation (Wasserman and Faust, 1994), which is a relationship directly proportional between the degree of the actor's intermediation and its capacity to influence and define the linkage among actors and, therefore, to determine the very social cohesion of the communities. To calculate this measure of centrality, Freeman (1979) and Brandes (2001) propose the following equation:

$$g_k = \sum_{i>k>j} \frac{g_{ikj}}{g_{ij}}$$

where: g_k : degree of intermediation (betweenness); g_{ij} : number of geodesic distances (num. Of links from one actor to another until reaching the target actor) from node i to j ; g_{ikj} : number of links between i and j and that pass through k .

Closeness

In every social structure, there are actors that can influence decisions of the entire structure by means of their contacts, so that the reticular valence of the contacts determines the closeness of the actors. In this regard, the closeness of any person, no matter if centrality and betweenness are low, will directly be influenced by the social prominence of their contacts. This type of strategic link levels the actors' road and leads them to shorter social trajectories that allow them to reach the entire network, offering a broader, more strategic perspective of what is happening. Sabidussi (1966) and Brandes and Erlebach (2000) indicate that this quality can be systemized by the following mathematical argument:

$$C_c(V) = \frac{1}{\sum_{t \in V} d_G(v,t)}$$

(1979) y Brandes (2001) proponen la siguiente igualdad matemática:

$$g_k = \sum_{i>k>j} \frac{g_{ikj}}{g_{ij}} \forall k \in V$$

donde g_k : Grado de Intermediación (Betweenness); g_{ij} : Número de distancias geodésicas (número de vínculos de un actor a otro hasta llegar al actor objetivo) desde el nodo i hasta el nodo j ; g_{ikj} : Número de vínculos que hay entre i y j que pasan por k .

Grado Closeness o de Cercanía

En toda estructura social, hay actores que pueden influir, por medio de sus contactos, en las decisiones de toda la estructura, por lo que la valencia reticular de los contactos llega a determinar esta cercanía social de los actores. En esta dirección, la Cercanía social de cualquier persona, sin importar si tiene un bajo grado de centralidad o bajo grado de intermediación, está directamente influenciada por la prominencia social de sus contactos modificando su propia prominencia estructural. Este tipo de vinculaciones estratégicas allanan el camino a los actores y los conducen a trayectos sociales más cortos para alcanzar el total de la red, ofreciéndoles una perspectiva más amplia y estratégica de lo que está discurriendo en la misma. Sabidussi (1966), Brandes y Erlebach (2000) indican que esta cualidad logra sistematizarse por el siguiente razonamiento matemático:

$$C_c(V) = \frac{1}{\sum_{t \in V} d_G(v,t)}$$

donde $d_G(v,t)$: la distancia geodésica (enlaces geodésicos entre el actor v y t).

Con estas categorías se buscó acceder a la centralidad estructural de los actores, generada por el cúmulo de coautorías registradas en los artículos científicos analizados. La incorporación de la ciencia de grafos y software, especializado en ARS, fue con el propósito de expresar, figuradamente, las tramas sociales entre investigadores, instituciones y áreas de conocimiento. Dichos gráficos se lograron con el programa UCINET-NetDraw (Borgatti *et al.*, 2002) y Visone (Brandes and Wagner, 2004).

$d_G(v,t)$: the geodesic distance (geodesic links between actor v and t).

With these categories, we seek to access the structural centrality of the actors, generated by the cumulus of co-authorships registered in the scientific research papers that were analyzed. The science of graphs and software specialized in SNA was used with the purpose of expressing graphically the social plots among researchers, institutions and fields of knowledge. Graphs were constructed with UCINET-NetDraw (Borgatti *et al.*, 2002) and Visone (Brandes and Wagner, 2004).

RESULTS AND DISCUSSION

Number of published researches

Agrociencia, as a specialized instrument for publication scientific work, has undergone diverse evolutionary phases. This is observed in the analyzed period (2000-2015). Considering the principal corpus for analysis (1045 documents written by 2614 collaborators), the first significant phase (2001-2003) is characterized by a notable growth dynamic, increasing from 4.98% to 5.93% of the published research papers in the journal, an increment of 19%. In the second phase (2004-2006), the increase did not stop: it grew from 6.51% to 7.27% of all the accepted manuscripts, an increase of 23%. In the following phase (2007-2008), a peak in editorial activity is observed, from 8.33% to 8.42% in the total of published documents, indicating a solid editorial policy. For the later phase (2009-2011), a standard, but reduced production was achieved, from 7.56% to 7.37% of the published papers. In the last phase (2012-2014), production stabilizes between 6.32% and 6.12%. In 2015, publication of research papers comprised only 3.26% of the total (Figure 1).

These editorial dynamics observed in the journal are also a reflection of the processes of social conglomeration subsumed and inherent to researchers work which is translated into some gnoseological and topological behaviors important to underline:

1. A series of studies that approach, and delimit, a set of disciplines and sub-disciplines of

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

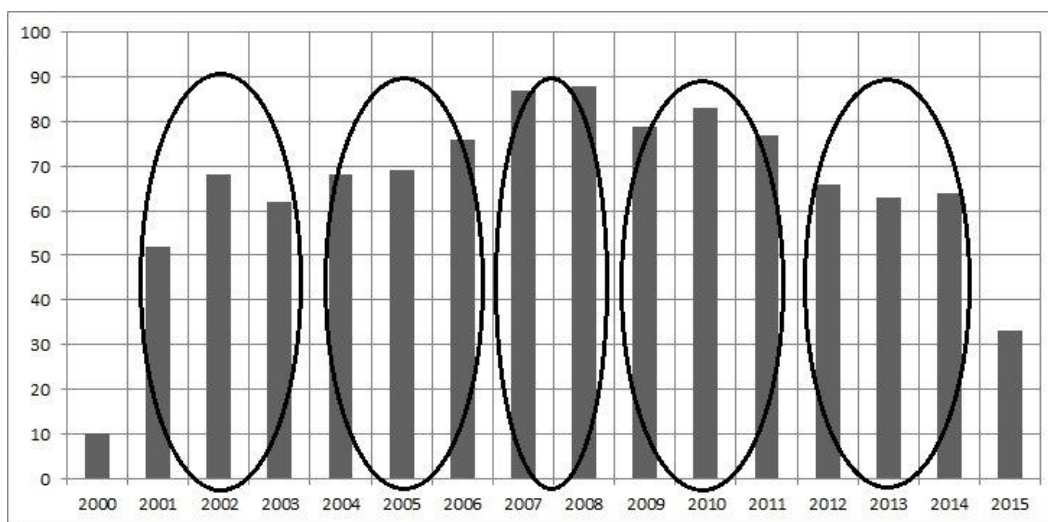
Numeralia reticular de artículos publicados

La revista *Agrociencia* es un instrumento especializado en la difusión de trabajos científicos y ha experimentado diversas fases evolutivas. Esto se observa en el período analizado (2000-2015). La primera fase significativa (2001-2003) se caracterizó por una notable dinámica de crecimiento, pasando de 4.98% a 5.93% de los trabajos publicados, teniendo un incremento de 19%. En la segunda fase (2004-2006) dichos incrementos no cesaron, pasando de 6.51% a 7.27% del total de los trabajos aceptados, con un incremento de 23%. En la siguiente fase (2007-2008), se observa un pico en la actividad editorial, logrando crecer de 8.33%, a 8.42% en el número total de trabajos publicados, lo que expresa ya una política editorial sólida. Para la fase posterior (2009-2011) se logró una producción estándar, aunque en decremento: de 7.56% a 7.37% de los artículos publicados. Para la última fase (2012-2014), la producción se estabilizó entre 6.32% y 6.12%. En 2015, la publicación de artículos comprendió solamente 3.16 del total (Figura 1).

Esta dinámica editorial, observada en la revista, es también un reflejo de los procesos sociales de aglomeración que subyacen y son inherentes al trabajo de los

agricultural knowledge; the areas of Plant Science (22.97%), Entomology (14.55%), Conservation of natural resources (13.88%) and Animal Production (10.53%) make up 61.91% of the publications (Figure 2). This indicates the social construction of multiple gnoseological profiles, differentiated, but concentrated in a reduced group of agricultural knowledge areas.

2. Constant fluctuation of publication dynamics over time by each of the participant agricultural areas. In this case, Plant Science is the area that most contributes to the journal with published research; its highest participation was in 2005 (11.25%), but this dropped in 2015 when its contribution was 3%. The area of entomology had its greatest impact in 2008 (with 11% of published articles) and the smallest in 2015 (only 1%). Conservation of natural resources fluctuated from 9.7% in 2011 to 7% in 2015, while Animal Production contributed 11% in 2004, but only 2% in 2015. This expresses grouping dynamics within each scientific community, as well as different capacities in the management of social inputs for the generation of scientific knowledge, that is, collaborative communities increased by developing mechanisms that favor their scientific production, or are constrained in the absence of them.



Elaboración con datos de *Agrociencia* (2016). ♦ Elaborated with data from *Agrociencia*, 2016.

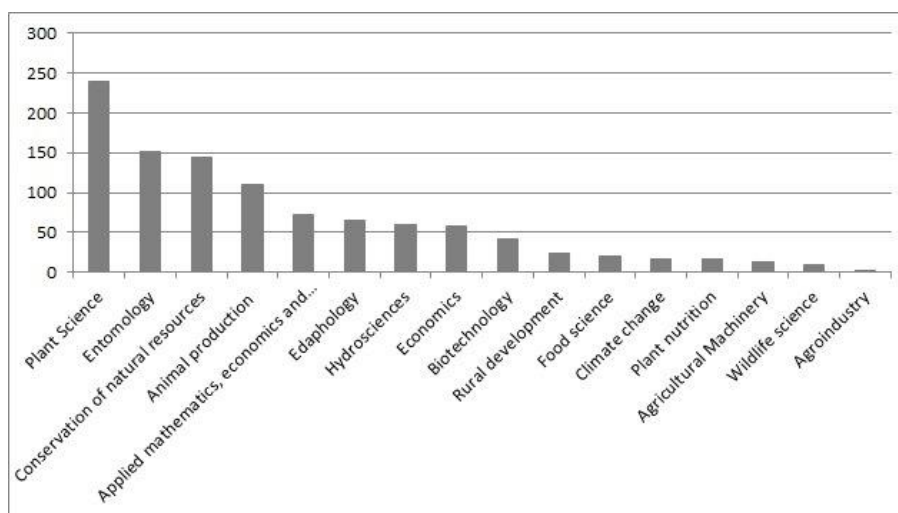
Figura 1. Dinámica de artículos publicados por año.
Figure 1. Dynamics of published agriculture researches by year.

mismos investigadores y que se traduce en diferentes comportamientos gnoseológicos y topológicos que son importantes destacar:

1. Una serie de trabajos de investigación que abordan, y a su vez delimitan, un conjunto de disciplinas y sub-disciplinas del conocimiento agropecuario, y donde se destacan, de acuerdo al número de artículos publicados (concentrando el 61.91%), áreas como Fitotecnia (22.97%), Entomología (14.55%), Conservación de recursos naturales (13.88%) y Zootecnia (10.53%), entre otras áreas. (Figura 2). Esto indica la construcción social de perfiles gnoseológicos múltiples, diferenciados, pero concentrados en un grupo reducido de ramas del conocimiento agropecuario.
2. Una constante fluctuación, a través del tiempo, de la propia dinámica de la publicación por cada una de las áreas agropecuarias participantes. En este caso, Fitotecnia es el área que más artículos aportó a la revista teniendo su mayor aporte en el 2005 (11.25%). Para 2015, dicha contribución fue de 3%. El área de Entomología, tuvo su mayor impacto en el año 2008 (11%) y el mínimo en 2015 (solo 1%); por su parte, Conservación de los recursos naturales, fluctuó de 9.7% en 2011, hasta 7% en 2015; Zootecnia contribuyó, en 2004, con 11% de las publicaciones de esa área, pero en

3. Agglomeration of agricultural researchers. The fluctuation of published research papers, by area, also leads to a variation and affluence of authors, suggesting that scientific journals are instruments of integration of epistemological communities. One example of this is Plant Science, which alone makes up 22.92% of the authors published, while Entomology is 15.23%, Conservation of natural resources is 12.92% and Animal Production is 12.84%. These four areas constitute more than two thirds of the universe of authors analyzed, whilgySoil science, Applied Mathematics, Economics and Computation, Hydrosiences, Biotechnology and Economics, together represent 26.23% of the authors (Figure 3).

Regarding this annual fluctuation of authors, between the first and second year analyzed (2000-2001), there was a considerable increase in the number of authors published, from 0.84% to 4.53% of the authorships, a rising trend that reached its maximum scientific agglomeration in 2007 (8.46%). The increase in that year, relative to 2001, was almost 87%. However, in 2008 the number of authors accepted for publication began to decrease and continued to decrease, although there was a second peak in 2010 (8.02%). In 2015, affluence



Elaboración con datos de Agrocencia (2016). ♦ Elaborated with data from Agrocencia, 2016.

Figura 2. Áreas de conocimiento de los artículos publicados.

Figure 2. Agricultural research papers published by area of knowledge.

2015, sólo aportó 2%. Esto expresa dinámicas de agrupación al interior de cada comunidad científica, así como distintas capacidades en la gestión de insumos sociales para la generación de conocimiento científico, es decir, las comunidades de colaboración se acrecientan al desarrollar mecanismos que favorecen su producción científica, o se constriñen ante la ausencia de los mismos.

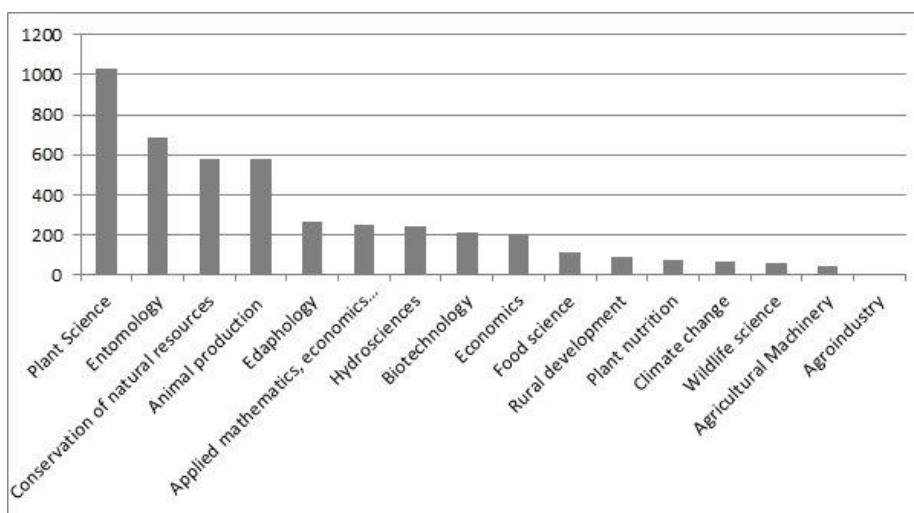
3. Aglomeración de investigadores. La fluctuación de artículos publicados por área conduce a su vez a una variación y afluencia de autores. Esto permite pensar en las revistas científicas y especializadas no sólo como instrumentos de difusión, sino también de integración de comunidades epistemológicas. Un ejemplo de esto es Fitotecnia, la cual por sí sola integra 22.92% de los autores publicados en Agrociencia; por su parte, Entomología comprende 15.23%, Conservación de recursos naturales, 12.92% y Zootecnia, 12.84%. Estas cuatro áreas engloban más de dos terceras partes del universo analizado de autores. Por su parte, Edafología, Matemáticas Aplicadas, Economía y Computación, Hidrociencias, Biotecnología y Economía, juntas integraron 26.23% de los autores (Figura 3).

Con respecto a esta fluctuación de autores, por año, entre el primer y segundo año analizados (2000-2001), hubo un incremento considerable del número

of authors was 3.51% of the analyzed population (Figure 4). Indirectly, this point out to the resources (economic, social, intellectual, etc.) availability level by these communities, in order to carry out their research, therefore it also expresses a certain systemic inclination towards certain scientific fields rather than others.

Annual fluctuation in the population of authors, as well as in the number of published documents by area, permits discerning the association dynamics of the groups of agricultural scientists. In this direction, a gradient of social agglomeration provides information on community or personalized processes at the moment of producing scientific knowledge: the number of authors that join to produce specialized research papers. In this context, according to CAICYT (2006 in Aguado *et al.*, 2009), Mexico is one of the countries that has the highest percentages of individual scientific production, higher than collective production, although this trend is dynamic as indicated by FCCT (2018). In fact, during the last years the agro sciences research field has been increasing its toll to Mexican scientific production, mainly in a collaborative fashion with other disciplines and national actors (López *et al.*, 2013, p. 46, 49; Rodríguez y González, 2014, p. 155).

In this sense, even though FCCT (2006, p. 121) pointed between 1990 and 2004, that the maximum



Elaboración con datos de Agrociencia (2016). ♦ Elaborated with data from Agrociencia, 2016.

Figura 3. Procedencia de la comunidad de autores, por áreas de conocimiento.

Figure 3. Origin of the community of agricultural researchers by area of knowledge.

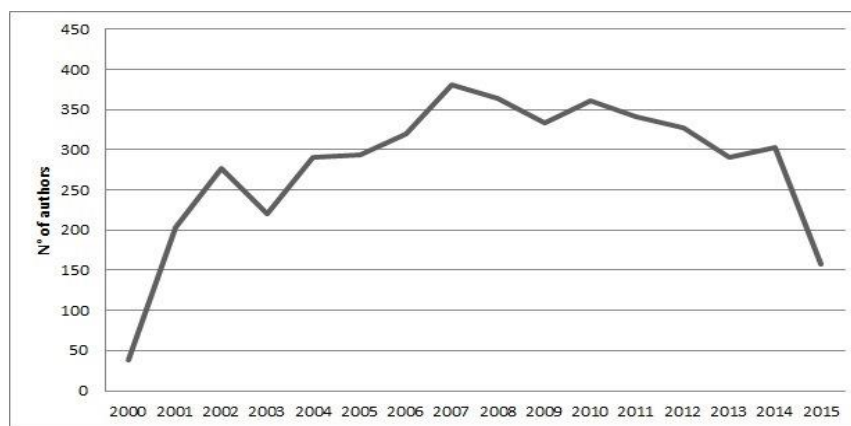
de autores pasando de 0.84% a 4.53% de las autorías. Una tendencia al alza que alcanzó su máximo de aglomeración científica en 2007 (8.46%). El incremento de este año, con respecto al 2001, fue de casi 87%. Sin embargo, a partir de 2008, comenzó un decremento en el número de autores aceptados para publicar. De ahí en adelante, dicha tendencia no se detuvo; aunque tuvo un segundo máximo en 2010 (8.02%). En 2015, la afluencia de autores fue de 3.51% de la población analizada (Figura 4). De forma indirecta, esto apunta a la disposición de recursos (económicos, sociales, intelectuales, etcétera), por parte de estas comunidades, para llevar a cabo sus investigaciones, por lo tanto, también expresa una determinada inclinación sistémica hacia determinados campos científicos más que a otros.

La fluctuación anual en las poblaciones de autores, así como en el número de artículos publicados por área, permite discernir sobre las dinámicas de asociación en los grupos de científicos. En esta dirección, sobresale un gradiente de aglomeración social particular que abona información sobre los procesos comunitarios o personalizados al momento de producir conocimiento científico: el número de autores que se conjuntan para elaborar artículos especializados. En este contexto, de acuerdo al CAICYT (2006 en Aguado, 2009), México es uno de los países que presenta mayores porcentajes en la producción científica individual, más que en la colectiva. Aunque esta tendencia es dinámica como lo indica el FCCT (2018). De hecho, el área de agrociencias en los últimos años ha ido incrementando su

values of the coauthoring index, by area in the Mexican scientific production, was determined by Physics, with a coauthoring average of 8.83, and agriculture with a 3.96 average, as well as animal production with a 4.17 average. In the analyzed case a contrasting differential in this criterion is observed: the average number of authors was 4.31. Compact groups characterized this grouping behavior since the variance was 2.83, with a standard deviation of 1.68. When this criterion is analyzed by scientific area, it can be observed that the area of Wildlife had a more significant average number of authors per research, with an average of 6.11, a maximum of 8 and a minimum of 3 authors, followed by Food Science, with an average of 5.33, a maximum of 7 and a minimum of 3 in authorship composition (Table 1).

Regarding author dynamics by strata, it can be observed that most of the research papers (46.51%) were written by groups of 4 and 5 authors, followed by groups of 2 and 3 authors (26.32%) and groups of 6 and 7 authors (19.62%) (Figure 5) which means a circumstantial management of trust, and probably an administrative delimitation that significantly abounds with its impact and diffusion, when compared to the authorial composition regarding scientific production of other areas of research and other latitudes (Robinson y Amat, 2018; Villatoro, 2015).

These fluctuations in authorships are accompanied by a particular pattern of association: the possible



Elaboración con datos de Agrociencia (2016). ♦ Elaborated with data from Agrociencia, 2016.

Figura 4. Número de autores, por año.

Figure 4. Number of agricultural researchers per year.

aporte a la producción científica mexicana, principalmente en colaboración con otras disciplinas y actores nacionales (López *et al.*, 2013, p. 46, 49; Rodríguez y González, 2014, p. 155).

Con relación a esto último, aunque el FCCT (2006, p. 121) señalaba, entre 1990 y 2004, que los valores máximos del índice de coautorías por disciplina en la producción científica mexicana estaban determinados por la Física, con un promedio de 8.83 coautorías, y la agricultura con un promedio de 3.96 así como la ganadería, con un promedio de 4.17. En el caso analizado, y en contraste con lo anterior, se observó un diferencial en este criterio: el promedio de autores fue de 4.31, con mínimo de 2 y un máximo de 12 colaboradores. Los grupos compactos caracterizaron este proceder de agrupación ya que la varianza fue de 2.83, con una desviación estándar de 1.68. Al analizar este criterio, por área científica, se observó que el área de Fauna Silvestre presentó el promedio más significativo de número de autores por artículo, con un promedio de 6.11, un máximo de 8 y un mínimo de 3 autores, le sigue Ciencia de los alimentos, con un promedio de 5.33, un máximo de 7 y un mínimo de 3 en su composición autoral (Cuadro 1).

Con respecto a la dinámica de autores, por estratos, se observó que la mayor parte de artículos (46.51%) fueron escritos por grupos de entre 4 y 5 autores; le siguieron grupos de 2 a 3 autores

recurrence of authors in published studies. In this sense, the average participation per author is 2.57 with a maximum of 55 and a minimum of 1. The standard deviation is 3.97 and variance 15.75. When the number of authorships was analyzed by strata, we found that most of these (96.40%) had between 1 and 10 participations. In second place (2.45) were 11 to 20 participations, and the third group (1.15%) had > 20 participations. The authors with the largest number of participations made up to 4.84% of all authors. All this indicates a determined pattern of centralized social prominence as well as a differentiated management of communicational and social inputs, that is, the presence of diverse collaboration structures with different hierarchical and atomized degree.

Ecosystem of institutional linkage

Each published agricultural research paper is a confluence not only of certain authors but also of the institutions where they work or that fund their research. In this analysis, most of the authors (63.38%) worked in Mexican institutions, mainly Colegio de Postgraduados (CP) (35.80%); other participating institutions were Universidad Autónoma Chapingo (UACH) (7.37%), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas,

Cuadro 1. Estadísticos básicos en la composición autoral de los artículos publicados, por área (2000-2015).

Table 1. Basic statistics in authorship composition of agricultural researches published by area of knowled (2000-2015).

Área	Promedio de autores	Máx.	Mín.	Desvest	Var
Fauna silvestre	6.11	8	3	1.62	2.61
Ciencia de los alimentos	5.33	7	3	1.06	1.13
Bioteconología	5.30	9	3	1.64	2.68
Zootecnia	5.25	12	2	1.63	2.65
Agroindustria	5.00	5	5		
Nutrición vegetal	4.73	8	2	1.75	3.07
Entomología	4.61	9	2	1.64	2.69
Hidrociencias	4.49	8	2	1.35	1.83
Fitotecnia	4.47	8	2	1.40	1.97
Edafología	4.24	9	2	1.61	2.58
Conservación de recursos naturales	4.11	8	2	1.36	1.86
Cambio climático	4.07	7	2	1.39	1.92
Desarrollo Rural	3.87	6	2	1.29	1.66
Economía	3.72	6	2	1.28	1.64
Maquinaria Agrícola	3.62	5	2	0.96	0.92
Matemáticas Aplicadas, Economía y Computación	3.57	9	2	1.61	2.58

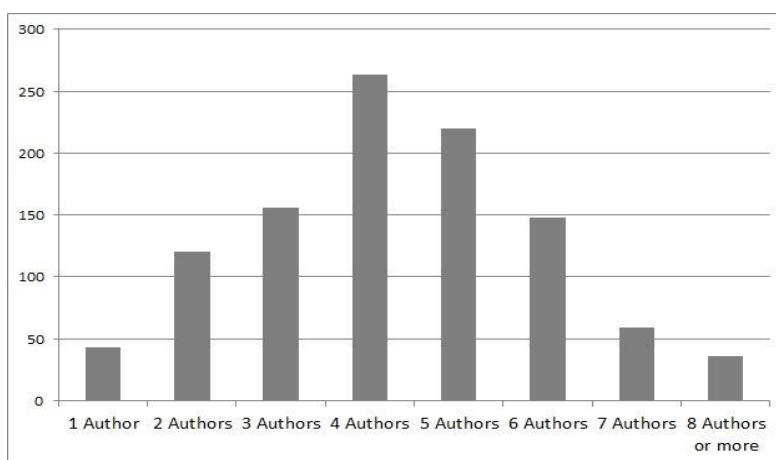
Elaboración con datos de Agrociencia (2016). ♦ Elaborated with data from Agrociencia, 2016.

(26.32%), y grupos de entre 6 y 7 autores (19.62%) (Figura 5), lo que significa una gestión coyuntural de la confianza, y probablemente, un delimitación administrativa que acota significativamente su impacto y difusión, si se compara con la composición autoral de la producción científica de otras áreas de investigación y de otras latitudes (Robinson y Amat, 2018; Villatoro, 2015).

Estas fluctuaciones en las autorías van acompañadas de un patrón particular de asociación: la posible recurrencia de autores en los trabajos publicados. En este sentido, el promedio de participaciones, por autor, es de 2.57, con un máximo de 55 y un mínimo de 1. La desviación estándar es de 3.97 y la varianza de 15.75. Al analizar el número de autorías por estratos, se obtuvo que la mayor parte de estas (96.40%) comprendió entre 1 a 10 participaciones; en segundo lugar (2.45%), de 11 a 20 participaciones y un tercer grupo (1.15%) con más de 20 participaciones. En referencia a esto, los autores con el mayor número de participaciones comprendieron 4.84% del total de autorías (Cuadro 2). Lo anterior indica ya un determinado patrón de prominencia, centralidad y recurrencia en el universo social analizado de artículos, aunque una gestión diferenciada de la comunicación e insumos sociales; es decir, la presencia de diversas comunidades de colaboración, por lo tanto, de estructuras en red jerarquizadas y atomizadas en su grado nodal.

and Pecuarias (INIFAP) (6.51%), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (4.80%), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), among others (Figure 6).

Moreover, a significant number of authors are from other countries: Brazil (3.29%), Spain (3.29%), Chile (2.58%), the United States (1.80%), Argentina (1.07%) and Venezuela, among others. This suggests an interlinkage among researchers of diverse nationalities (Figure 7). The most prominent relationships (thicker black lines) are those of Mexican researchers with other nationalities. The collaboration with the United States is outstanding (38.28% of the relationships between Mexican researchers with researchers from other nationalities), followed by Spain (13.88%), Cuba (8.61%), France (7.66%), Brazil and Chile (5.74% each) and others, which is aligned with the international scientific collaboration trends (FCCT, 2018). By comparison, Brazilian researchers collaborate mainly with Mexican (57.14%) Spanish (14.29%), as well as with Cubans, English and Chilean researchers; while the main collaborations of Chilean researchers were with Mexico (66.67%), Spain (19.61%) and Brazil (5.88%). These relationships expand local nomenclature generating horizontal structures that are nurtured by a constant dialogue concerning methodologies, results and



Elaboración con datos de Agrociencia (2016). ♦ Elaborated with data from Agrociencia (2016).

Figura 5. Composición de autorías por artículo de investigación.
Figure 5. Authorship composition by agricultural research.

Ecosistema de vinculación institucional

Cada artículo publicado no sólo es una confluencia de determinados autores, sino también de las instituciones de las que provienen o financian sus investigaciones. En el análisis aquí presentado, la mayor parte de los autores (63.38%) se adscribieron a instituciones mexicanas, principalmente (y por obvias razones) Colegio de Postgraduados (CP) (35.80%), Universidad Autónoma de Chapingo (UACH) (7.37%), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias (INIFAP) (6.51%), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (4.80%), Instituto Politécnico Nacional (IPN) (4.11%), Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), entre otras (Figura 6).

Por otro lado, hay una parte significativa de autores de instituciones internacionales, por ejemplo, Brasil (3.29%), España (3.20%), Chile (2.58%), Estados Unidos (1.80%), Argentina (1.07%) o Venezuela, entre otros. Esto conduce a suponer una inter-vinculación entre investigadores de diversas nacionalidades (Figura 7). Las relaciones más presentes (remarcadas en negro y de mayor grosor) son las de México con investigadores de otras nacionalidades. Se destaca la colaboración con Estados Unidos (que abarca 38.28% de las relaciones de investigadores mexicanos con investigadores de otras nacionalidades), le siguen España (13.88%), Cuba (8.61%),

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos. Red de colaboraciones. Agrociencia (2000-2015).

Table 2. Descriptive statistics. Networks of collaboration in agricultural research (2000-2015).

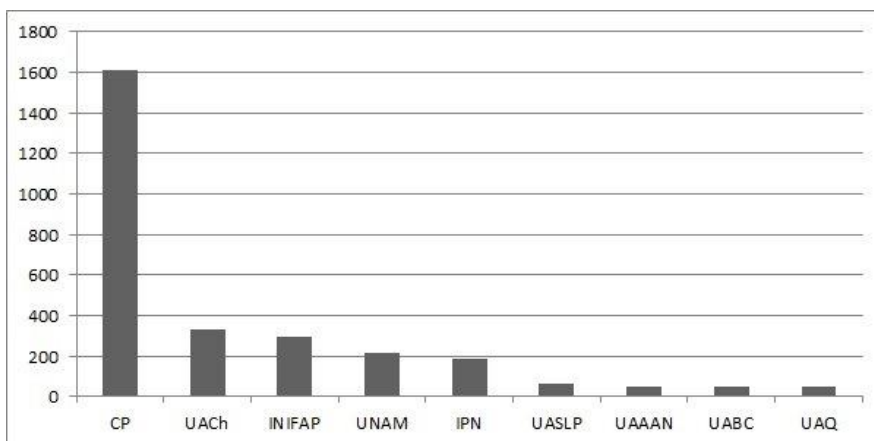
Opc	Grado de salida	Grado de entrada
Promedio	1.323	1.323
Desvest	3.626	1.554
Varianza	13.15	2.415
Mínimo	0	0
Máximo	54	18
Centralización	0.29%	0.09%

Elaboración con datos de Agrociencia (2016). ♦ Elaborated with data from Agrociencia (2016).

discoveries. But above all, they allow having a more concrete idea regarding amplitude, dependencies and strategic links within the scientific system appointed to the agri-food sector in Mexico.

Ecosystem of epistemological linkage

Scientific journals and media are instruments for transmitting scientific knowledge, but they also generate indicators that enable us to visualize and analyze scientific communities as network structures. This is because each document published is a space where subjects come together and where trust is negotiated. Therefore, at the structural level, it sketches part of the social complexity



Elaboración con datos de Agrociencia (2016). ♦ Elaborated with data from Agrociencia, 2016.

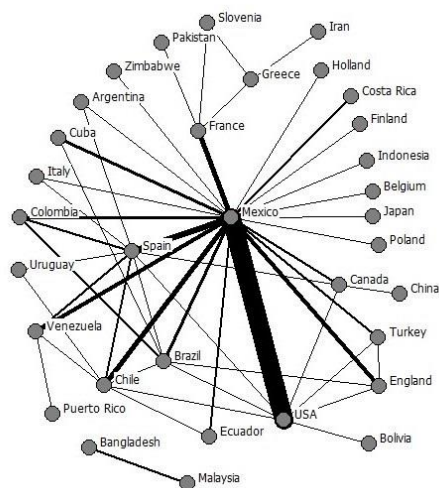
Figura 6. Principales instituciones de origen de los artículos de investigación.
Figure 6. Principal home institution from the agricultural researchers.

Francia (7.66%), Brasil y Chile (5.74% para cada uno), entre otros, lo cual está en concordancia con las tendencias de colaboración científica a nivel mundial (FCCT, 2018). En comparación, investigadores de Brasil colaboraron, principalmente, con investigadores mexicanos (57.14%), españoles (14.29%), así como, cubanos, ingleses y chilenos. En el caso de Chile, las principales colaboraciones fueron con México (66.67%), España (19.61%) y Brasil (5.88%). Lo anterior permite observar comunidades que dilatan la nomenclatura local hasta generar estructuras horizontales que se nutren de un constante diálogo metodológico, de resultados y descubrimientos. Pero, sobre todo, permiten tener una idea más concreta en cuanto a amplitud, dependencias y vínculos estratégicos dentro del sistema científico adscrito al sector agroalimentario en México.

Ecosistema de vinculación epistemológica

Sobre la base de todo lo anterior, las revistas científicas como *Agrociencia*, son un instrumento para difundir el conocimiento científico, pero también generan indicadores que permiten visualizar y analizar a las comunidades científicas como estructuras en red. Esto se debe a que cada artículo es un espacio de confluencia y gestión de la confianza entre sujetos, por lo tanto, a nivel estructural, permite bosquejar parte de la complejidad social inherente al devenir científico. En el caso de la comunidad de científicos que confluyeron en *Agrociencia*, en el período analizado, se observa una estructura compleja con centros de mayor densidad social que otros, y un componente periférico. En el caso de los primeros, estos están conformados, principalmente, por autorías nacionales; en el caso del segundo, se compone con la aglomeración de autorías predominantemente internacionales (Figura 8).

La colaboración entre investigadores, expresada como red social, permite acercarse a una estructura mancomunada entre las mismas áreas de conocimiento. Esto indica un proceso dinámico de fertilización cruzada de gnosias al nivel organizativo de dichas áreas. Esta “polinización” cognoscitiva se ve remarcada por las relaciones más sólidas y recurrentes entre áreas, lográndose apreciar nuevas posibles áreas científicas, por ejemplo: Hidrociencias con Nutrición vegetal y Edafología; Fitotecnia con Matemáticas Aplicadas, Economía y computación, así como



Elaboración con datos de Agrociencia (2016). ♦ Elaborated with data from Agrociencia, 2016.

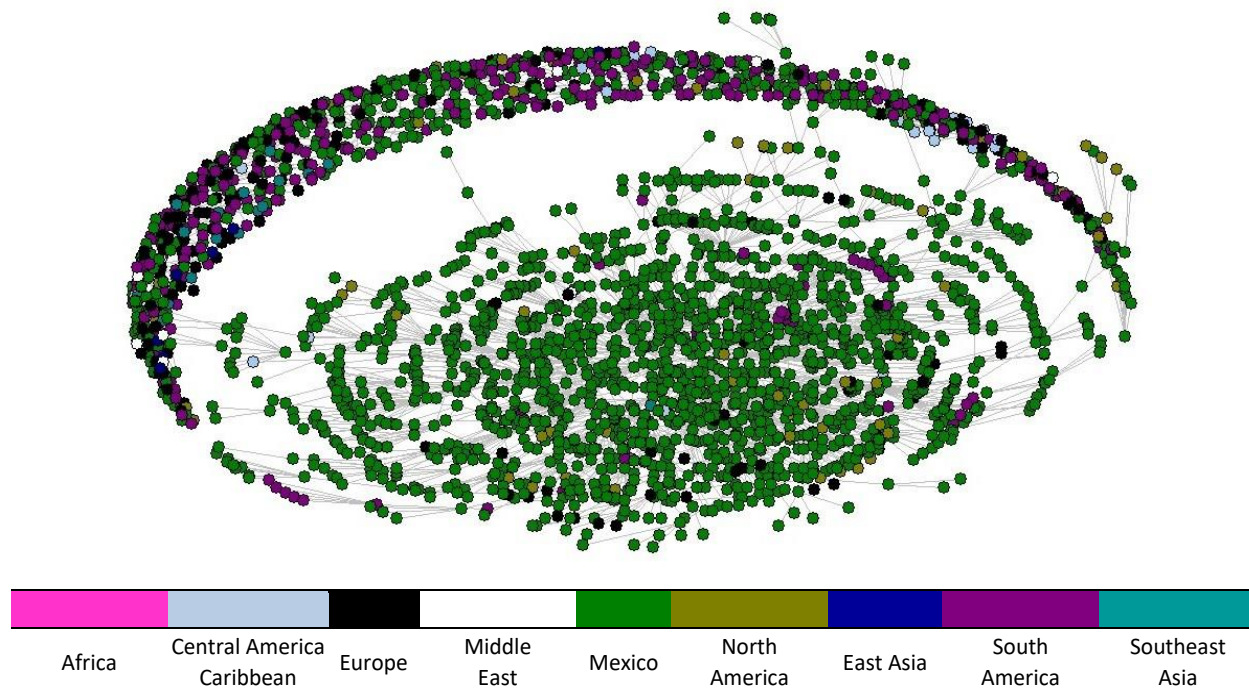
Figura 7. Colaboración entre nacionalidades, en investigación agrícola.

Figure 7. Collaboration among nationalities in agricultural research.

inherent to scientific development. In the case of the community of agricultural scientists that come together in the analyzed period, we observe a complex structure with centers of greater social density than others and a peripheral component. In the case of those centers, they are conformed mainly by Mexican authorships, while the latter are composed by the agglomeration of predominantly foreign authorships (Figure 8).

Collaboration among agricultural researchers, expressed as a social network, gives way to structures that unite different areas of knowledge. This indicates a dynamic process of gnosias cross fertilization among these areas at an organizational level. This cognitive *pollination* is highlighted by the most solid and recurrent relationships among them, suggesting new possible scientific fields, such as Hydrosociences with Plant Nutrition and Soil science, Plant Science with Applied Mathematics, Economics and Computation as well as Entomology, and Economics with Rural Development and Animal Production (Figure 9).

This graph expresses a unique richness in collaboration processes among agricultural disciplines, so that multi-disciplinarity and the recombination of knowledge are sustained as arguments within the processes of scientific



Elaboración con datos de Agrociencia (2016). ♦ Elaborated with data from Agrociencia (2016).

Figura 8. Coautorías, por regiones, en la publicación de artículos científicos en Agrociencias.

Figure 8. Co-authorship networks, by region, of papers published in Agrociencia.

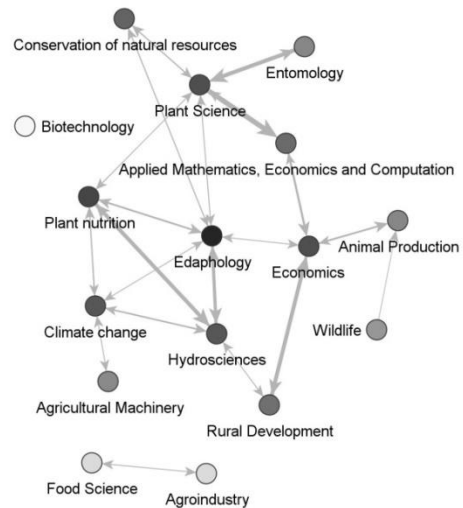
entomología; Economía con Desarrollo rural y Zootecnia, entre otros (Figura 9).

Esto expresa una riqueza única en procesos de colaboración entre disciplinas, por lo que la multidisciplinariedad y la recombinación de conocimientos se sostienen como argumentos al interior de los procesos de colaboración científica en la agronomía; aunque esta fertilización cruzada de saberes se da de forma variada y acotada, permitiendo la prominencia social entre las propias áreas de conocimiento. En este sentido, si se considera a esta estructura social como un sistema de comunicación y prominencia epistemológica (Figura 10), las áreas de conocimiento que tienen mayor posibilidad de difusión y crecimiento, por su grado nodal (tamaño del nodo), son: Edafología, Fitotecnia, Hidrociencias, Economía, Nutrición vegetal y Cambio climático, entre otras. Aunque las áreas de conocimiento que tienen la facultad de vincular y cohesionar esta estructura cognoscitiva (a mayor centralidad del nodo, en la Figura, mayor intermediación) son: Edafología, Economía y Fitotecnia. Por su parte, teniendo en cuenta la noción de Cercanía, las áreas que poseen un determinado potencial para influir en

collaboration in agronomy. This cross-fertilization of knowledge, however, occurs in varied and delimited forms allowing social prominence among the same areas of knowledge. In this sense, if this social structure is considered a system of communication and epistemological prominence (Figure 10), the areas of agricultural knowledge that have a better possibility of divulgation and growth because of their nodal degree (size of their node) are mainly Soil science, followed by Plant Science, Hydrosience, Economics, Plant Nutrition and Climate Change. But the areas of agricultural knowledge that can link and give coherence to this cognitive structure (more node centrality in the graph, more intermediation) are Soil science, Economics and Plant Science. On the other hand, keeping in mind the notion of closeness, the agri-food areas that have potential to influence the structure through their links and, consequently, prospective for growth or maintaining themselves as key areas of knowledge in this epistemological structure are first, Soil science; second group comprises Plant Nutrition and Hydrosiences, and

la estructura, a través de sus vínculos, y por consecuencia una determinada prospectiva para crecer o mantenerse como áreas de conocimientos claves en esta estructura de saberes y epistemologías, son, en primer lugar, Edafología, un segundo grupo compuesto por Nutrición Vegetal e Hidrociencias y un tercer grupo conformado por Economía, Cambio climático y Fitotecnia, principalmente.

Esta recombinación entre áreas de conocimiento está inevitablemente asociada a las dinámicas internas de aglomeración y estructuración de la comunidad científica y que se nutren de las diferentes subjetividades de los investigadores participantes. En este contexto, se vuelve necesario realizar un análisis más detallado de esta estructura ya que su composición social determina el carácter de esta recombinación y el tipo de adscripción que cada uno de los miembros debe de cumplir en sus determinados grupos de investigación, por lo que de acuerdo a Burt (1992), las nociones de poder e influencia son normativas de dichos sistemas e influyen en la obtención de posiciones predominantes para vincular o desvincular de acuerdo a los intereses del líder en turno. En el caso de la red analizada, si bien existe una recombinación de conocimientos y saberes entre investigadores, esta

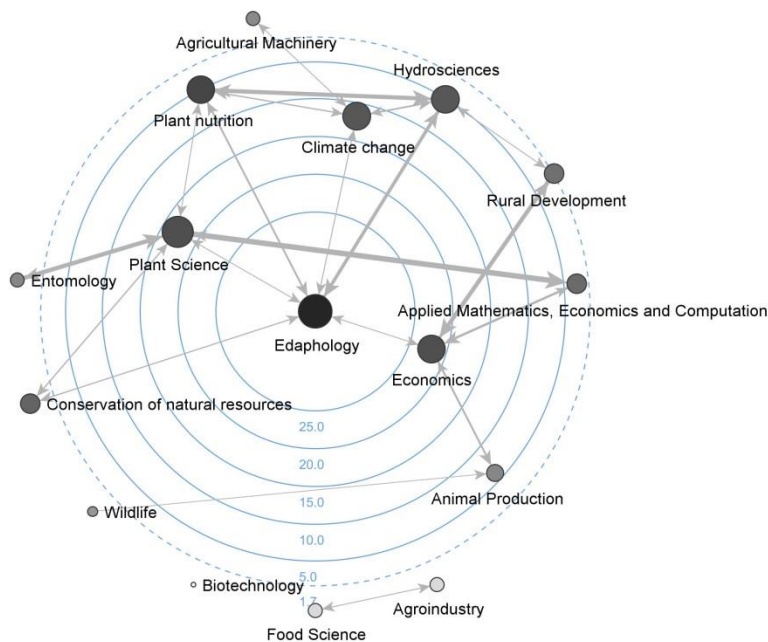


Elaboración con datos de Agrociencia (2016). ♦ Elaborated with data from Agrociencia (2016).

Figura 9. Colaboración entre áreas del conocimiento agrícola.
Figure 9. Collaboration among agricultural areas of knowledge.

a third group is made up of Economics, Climate Change, and Plant Science.

This recombination of areas within agricultural knowledge is inevitably associated with internal



Elaboración con datos de Agrociencia (2016). ♦ Elaborated with data from Agrociencia (2016).

Figura 10. Grado nodal, intermediación y cercanía social, entre áreas del conocimiento agrícola.
Figure 10. Nodal degree, intermediation and social closeness among agricultural areas of knowledge.

sinergia se encuentra predeterminada y acotada por los mecanismos sociales (de cada grupo), temporales (2000-2015), y espaciales (tamaño) que inciden en esta estructura. En este sentido, los valores de densidad, sumamente bajos (0.05%), son expresión de una dinámica ralentizada en el flujo de información entre sus componentes. Al respecto, Snijders (1981) sugiere que el tamaño de la estructura (dada por el número de actores) afectará de manera inversamente proporcional todo valor de densidad y flujo de información de la misma. En este contexto, el promedio de vínculos que presentó la población analizada fue de 2.57, un grado nodal limitado si se considera el tamaño de la población muestra (2,614 autores). Esto encuentra correspondencia con el cálculo de la desviación estándar, para el grado de salida (3.62) y el grado de entrada (1.55); aunque se observa una mayor variabilidad en los valores obtenidos para la varianza, grado de salida (13.15), que para el grado de entrada (2.41), lo que indica mayor diversidad en la capacidad de alcance o acceso de los actores, aunque una receptividad moderada entre los mismos. Estos valores indican dinámicas de vinculación diferenciadas y, posiblemente, la presencia de subsistemas reticulares emergentes con una capacidad de colaboración distribuida y autónoma. Lo anterior permite formular la idea de patrones negociados y moderadamente bajos en la centralización de la red. Esto es consistente con los resultados de centralización obtenidos para el grado de salida (0.29%) y para el grado de entrada (0.09%) (Cuadro 2).

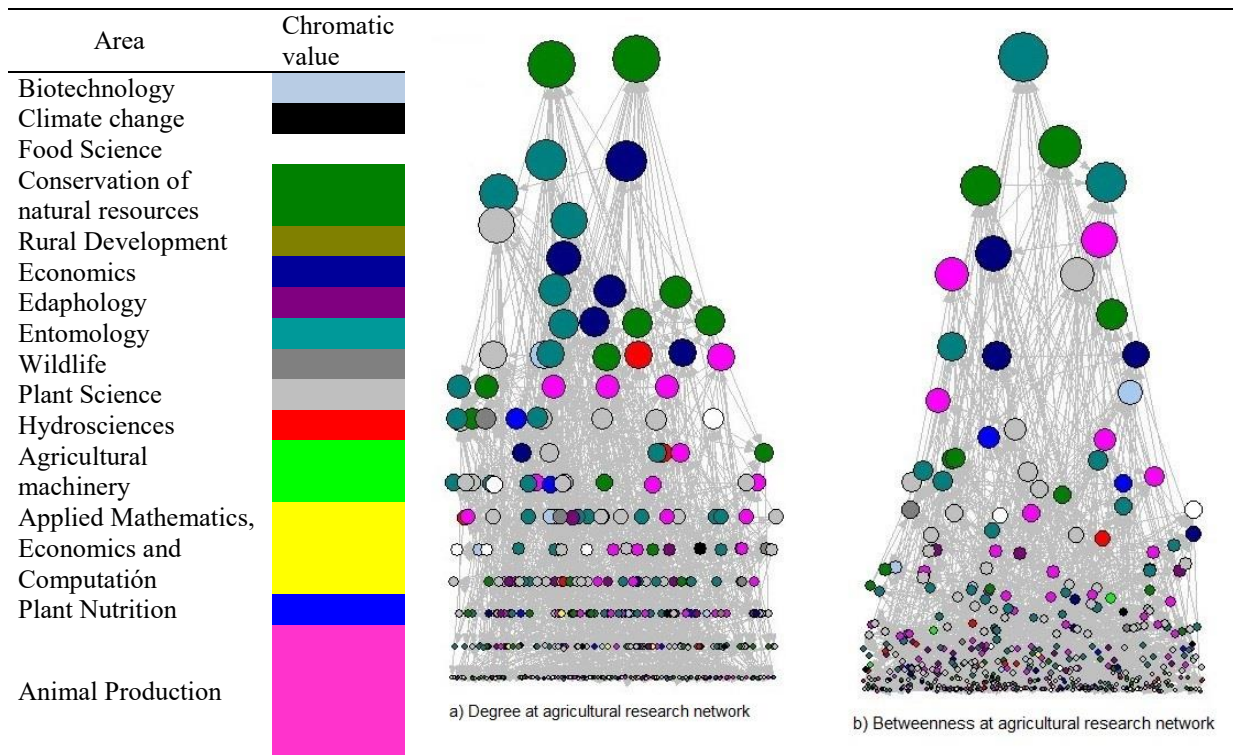
Al profundizar el análisis reticular a nivel de nodos, y centrando este análisis en los valores reticulares del componente central que aseguraran la presencia de recurrencias, fortalezas y continuidad en el flujo de información entre actores, se procedió a discriminar todos aquellos valores nodales=1. Con este procedimiento se logró obtener una estructura social más compacta, con mayor densidad social (0.4%), y diferenciando las áreas científicas de las cuales provienen los investigadores (Figura 11 a-b). En este caso, la distribución de la prominencia social es gestionada de forma piramidal: la parte más significativa de investigadores (78.00%) presentó entre 2 y 3 grados nodales; 19.05% de estos registró entre 4 y 10 de valor nodal. Finalmente, 2.95% de los actores presentó un grado nodal entre 11 a 21. Al analizar dicho grado nodal, por investigador-disciplina (Figura 11a), se observó una tendencia particular. Los

dynamics of agglomeration and structuring of the scientific community and is nurtured by the different subjectivities of participating researchers. In this context, it becomes necessary to carry out a more detailed analysis of this structure since its social composition determines the character of this recombination and the type of adscription that its members have that defines how they function within their research groups. Thus, according to Burt (1992), the notions of power and influence are norms of these systems and have an influence in obtaining predominant positions to link, or unlink, depending on the interests of the leader in turn. In the case of the analyzed network, although a recombination of agricultural knowledge among researchers exists, this synergy is predetermined and delimited by social, temporal (2000-2015) and spatial (size) mechanisms of each group. In this sense, extremely low (0.05%) density values express a slow information flow among its components. In this regard, Snijders (1981) suggests that the size of the structure (given by the number of actors) will affect, inversely and proportionally, all its density values and information flows. In our study, the average number of links of the analyzed population was 2.57, a limited nodal degree considering the size of the sample population (2,614 authors). This is found in correspondence with the calculation of the standard deviation for the degree of exit (3.62) and the degree of entrance (1.55). However, greater variability in the values obtained for the variance of the degree of exit (13.15) than for the degree of entrance (2.41) is observed, indicating greater diversity in the reach or access of the actors, but moderate receptivity among themselves. These values indicate differentiated linking dynamics and, possibly, the presence of emerging reticular subsystems with a capacity of collaboration that is distributed and autonomous. This suggests the idea of negotiated patterns and moderately low centralization in the network. This is consistent with the centralization results obtained for the exit degree and for the entrance degree (Table 2).

A more in-depth reticular analysis at the node level and centered in reticular values of the central component that assures the presence of recurrences, strengths and continuity in the information flow among actors discriminated all the nodal values = 1. With this procedure, we obtained a more compact,

principales valores nodales son ostentados, en primer lugar, por investigadores de las áreas de Conservación de recursos naturales, un segundo grupo compuesto por Entomología, Economía, Fitotecnia, y un tercer grupo, compuesto por las anteriores, además de Zootecnia e Hidrociencias. Esto indica un patrón de comunicación y difusión encumbrado en estas áreas de investigación. Por su parte, al momento de analizar la prominencia social construida sobre la base de las intermediaciones de los actores (Figura 11b), se observa una estructura mucho más ajustada y una gestión más jerarquizada de dicha prominencia, ya que sólo un actor presentó el valor máximo de intermediación (8,162) y sólo 8.43% de la población de investigadores, posee 59.78% de la capacidad de intermediación; es decir, de vincular y cohesionar a esta comunidad. De la población 80% tiene una capacidad de intermediar de sólo 20.21%. Los valores más significativos, de intermediación, por área de investigación se concentran principalmente en Entomología, Conservación de los recursos naturales, Zootecnia, Economía y Fitotecnia, aunque la mayoría de los

denser (0.4%) social structure, differentiating (with geometric values) the scientific areas from which the researchers come (Figure 11a-b). In this case, the distribution of researcher social prominence is managed in pyramidal multi-level form: the most significant (78.00%) occurred between 2 and 3 nodal degrees, 19.05% between 4 and 10, and finally, 2.95% of the actors had nodal degrees between 11 and 21. An analysis of nodal degrees by researcher-discipline (Figure 11a) reveals a trend. The main nodal values are held, firstly, by researchers from the areas of Conservation of Natural Resources. A second group comprised Entomology, Economics and Plant Science, while a third group included the previous areas as well as Animal Production, Hydroscience and Biotechnology. This trend points to a pattern of fluid communication and divulgation in these agricultural areas of research. On the other hand, when social prominence constructed on the basis of intermediations of the actors (Figure 11b), we observe a much more closely adjusted structure and a more hierarchized management of



Elaboración con datos de Agrociencia (2016). ♦ Elaborated with data from Agrociencia (2016).

Figura 11a-b. Grado nodal (a) y de Intermediación (b) in investigación agrícola.

Figures 11a-b. Nodal degree (Figure 11a) and intermediation degree (Figure 11b) in agricultural research.

actores presentan valencias dispares que no llegan a conformar un valor colectivo.

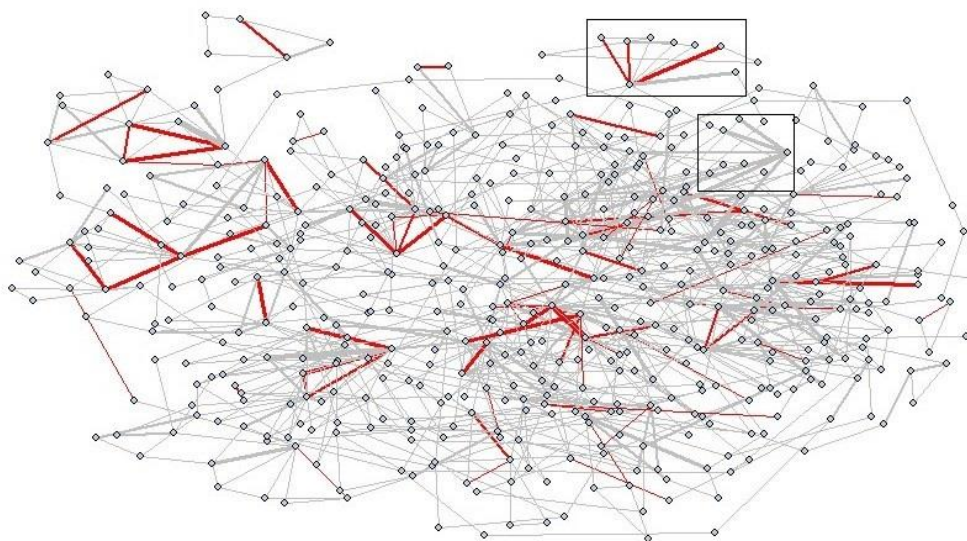
De acuerdo a todo lo anterior, el tipo de vinculaciones construidas alrededor de cada colaboración, así como su redundancia e intermitencia, señalan distintas capacidades de cada investigador para comunicar, acceder, vincular o cohesionar al interior de las distintas comunidades de la red. Esto implica un acceso singularizado al flujo de información que circula en dicha estructura. En esta dirección, no es aventurado suponer una gestión diferenciada, tanto individual como grupal, de la confianza, lo que ha permitido todo este constructo social. En relación con esto, las valencias filiales que caracterizan a este último, permiten localizar insumos de sociabilidad de distinto talante (Figura 12), de tal forma que se logran observar reciprocidades (rojo) y confianzas (grosor del vínculo) entre actores, sumamente dinámicas y diversas, con distintas intensidades y recurrencias. Esto permite afirmar que los valores de confianza no corresponden necesariamente con los de reciprocidad o prominencia nodal, de tal forma que podemos encontrar subsistemas de colaboración tanto verticales como horizontales. Ejemplo de esto, son los dos egos encuadrados en la Figura: el primero posee una red con distintas reciprocidades y confianzas, el segundo ego tiene una red de confianza, pero no de mutualidades.

La dinámica de las reciprocidades, así como la gestión de la confianza entre individuos, permite suponer la presencia de diversos grupos de trabajo, tanto sólidos como temporales. En este caso, donde los valores de confianza son significativos encontraremos grupos de trabajo ya consolidados, es decir, conjuntos de actores con todos los vínculos posibles entre ellos, llamados cliques (Hanneman y Riddle, 2005); es decir, grupos con la posibilidad de ser identificados como sub-grafos al interior de la red. De esta forma, los flujos de confianza y reciprocidad observados en la Figura 12 sugieren equipos compactos de investigación, por tanto, la afinidad entre los sujetos sociales. Al respecto, al determinar el valor mínimo para cliques (3 miembros) se encontraron 232 grupos de colaboración, un número considerable; sin embargo, al analizar la reciprocidad existente en la red, el valor obtenido (6.7%) representó una dinámica limitada y concentrada; esto se refleja en el número de cliques compuesto por 4 componentes (19), así como por 5 (solamente se encontraron 2 grupos). Lo anterior

this prominence. Only one actor had the maximum value of intermediation (8,162) and only 8.43% of the population of researchers have 59.78% of the intermediation capacity, that is, capacity to link and give the community coherence, while 80% of the population has a capacity to intermediate of only 20.21%. The most significant values of intermediation by research area are concentrated mainly in Entomology, Conservation of Natural Resources, Animal Production, Economics and Plant Science, although most of the actors have uneven valences that are not able to build a collective value.

The type of links constructed around each agriculture research collaboration, as well as their redundancy and intermittency, indicate different capacities of each researcher to communicate, access, link or cohere within the different communities of the network. This implies singular access to the information flow that circulates in the structure. In this direction, it is not risky to assume differentiated management of both individual and group trust, that has permitted this social construct. In this regard, the filial valences that characterize this structure permit locating inputs of sociability of different dispositions (Figure 12) in such a way that reciprocities (red) and trust (thickness of the link) among agriculture researchers can be observed as highly dynamic and diverse, with distinct intensities and recurrences though only locally. This confirms that the trust values do not necessarily correspond to those of reciprocity or nodal prominence, and thus we can find subsystems of both vertical and horizontal collaboration. Illustrating this are two egos framed in the graph 12. The first possesses a network with different reciprocities and trusts; the second ego has a network of trust but not of mutuality.

The dynamics of the reciprocities, as well as the management of trust among individuals, suggest the presence of diverse work groups, both solid and temporary. In this case, where the trust values are significant, we find consolidated work groups, that is, sets of actors with all the possible links among themselves, called cliques (Hanneman and Riddle, 2005), that is, groups that can be identified as subgraphs within the network. In this way, the flows of trust and reciprocity observed in Graph 12 suggest compact research teams and, therefore,



Elaboración con datos de Agrociencia, 2016. ♦ Elaborated with data from Agrociencia, 2016.

Figura 12. Reciprocidad (rojo) y confianza (grosor del vínculo) entre colaboradores (degree ≥ 2).

Figure 12. Reciprocity (red) and trust (thickness of the link) among agricultural researchers (degree ≥ 2).

indica que la gestión de la confianza, en este tipo de grupos sociales es local, coyuntural y probablemente delimitada por valencias filiales de empatía, lo que sin duda representa una característica general de las estructuras sociales científicas, pero en comunidades de investigadores que tienen una determinada incidencia en sectores estratégicos tales como el agroalimentario, estos son elementos a considerar al momento de verificar sus capacidades de sinergia y resiliencia ante entornos adversos.

CONCLUSIONES

El Análisis de Redes Sociales, con la ayuda del concepto “pequeño mundo”, así como el estudio de colaboraciones en investigación agrícola, permitió analizar las estructuras sociales subyacentes en comunidades científicas relacionadas con el sector agroalimentario, revelando potencialidades y debilidades para la sostenibilidad de este sector, especialmente involucrando valores de cohesión y centralidad estructural, los cuales permitieron evidenciar elementos de fortaleza y reciprocidad en la colaboración científica. El análisis de las aglomeraciones autorales como “pequeños mundos” en investigaciones agrícolas, permitió medir y analizar la distribución de insumos de sociabilidad, tales como la confianza y la cooperación al interior de las áreas y comunidades científicas. Esta

afinidad among the social subjects. In this respect, by determining the minimum value for cliques (3 members), we found 232 collaboration groups, a considerable number. However, when we analyzed the reciprocity existing in the agriculture research network, the value obtained (6.7%) represented a limited, concentrated dynamic, reflected in the number of cliques with four components (19) and with 5 components (only two). This indicates that management of trust in this type of social groups is local, conjunctural and probably delimited by filial valences of empathy, which undoubtedly represents a particular characteristic of social scientific structures. However, in communities of researchers that have certain incidence in strategic sectors such as agri-food, these cliques are central elements to be considered in verifying their capabilities of synergy and resilience in dealing with adverse environments.

CONCLUSIONS

The Analysis of Social Networks, with the help of «small world» concept, as well as the study of collaborations in agricultural research, allowed analysis of the underlying social structures in scientific communities related to the agri-food sector, revealing potential and weaknesses for the sustainability of this sector, particularly involving

distribución diferenciada del insumo social genera determinadas fluctuaciones y patrones de asociación, por área de conocimiento. Estos patrones de aglomeración señalan procesos de sinergia e innovación científica y son centrales para elucidar temas como atributos de sustentabilidad en este tipo de estructuras sociales y científicas. En este caso, de acuerdo a los datos analizados, se observó una evolución irregular en la aglomeración social, presentando diferentes mínimos y máximos en diferentes períodos. Aunque la emergencia de áreas de conocimiento que tienen una mejor posibilidad de divulgación y crecimiento debido a su prominencia nodal, tales como Edafología, Fitotecnia, Hidrociencias, Economía, Nutrición vegetal y Cambio climático indica que las comunidades científicas se preocupan cada vez más por diversos eventos des-estructurantes.

Por otro lado, esta dinámica de colaboración mostró a diferentes comunidades científicas como las más prominentes en términos de influencia y colaboración científica. Por ejemplo, Entomología, Conservación de recursos naturales, Zootecnia, Matemáticas Aplicadas, Economía, Computación y Edafología, entre otras. A su vez, la composición autoral y disciplinar de los artículos permitió entender los procesos de gestión, colaboración y sinergia entre los investigadores, sugiriendo una diversidad de estructuras sociales, tanto cerradas como abiertas; así como verticales u horizontales.

En el mismo contexto, se observó, a través del análisis de coautorías, la interacción interinstitucional e internacional de los autores, lo que confirmó el diálogo trans-regional relativo a temas de agricultura. Esto, por sí mismo, es todo un tema por explorar en la investigación y establecimiento de métricas de sustentabilidad para investigación agrícola.

Por otra parte, la estructura social, generada por medio de las coautorías de los trabajos de investigación agrícola analizados, está dinamizada sobre el ámbito de los paradigmas de la ciencia. En relación con esto, dicha estructura se mueve hacia campos científicos ya establecidos, principalmente hacia Fitotecnia, Entomología, Conservación de recursos naturales, Zootecnia, entre otros, pero también, en este proceso de fertilización de conocimientos, se observan la presencia de áreas emergentes como Fitotecnia-Nutrición vegetal-Edafología; Edafología-Hidrociencias-Nutrición vegetal. La complejidad del proceso de vinculación permite suponer que se

cohesion and structural centrality values, which allowed to evidence reciprocity and strength elements in scientific collaboration.

Analysis of authorship agglomerations as “small worlds” in scientific agricultural researches permitted the analysis and measurement of the distribution of sociability inputs such as trust and cooperation within scientific areas and communities. This differentiated distribution of social inputs generate determined fluctuations and patterns of association by area of agricultural knowledge. These patterns of agglomeration signal processes of synergy and scientific innovation and are central to elucidating topics such as sustainability attributes in this kind of scientific social structure. In this case, according to the analyzed data, evolution of social agglomeration is irregular and presents different minimums and maximums in different periods. But the emergence of agricultural knowledge areas that have a better possibility of divulgation and growth because of their nodal prominence as Soil Science, Plant Science, Hydrosience, Economics, Plant Nutrition and Climate Change indicate that the scientific communities are worried about several social de-structuring events.

On the other hand, this dynamic of collaboration showed different scientific communities as more prominent in terms of influence and scientific collaboration, for example, Entomology, Conservation of Natural Resources, Animal Production, Applied Mathematics, Economics, Computation and Soil Sciences. Moreover, the composition of authorships and disciplines evidenced in agriculture research papers made possible the understanding of management, collaboration and synergy processes among researchers, suggesting a diversity of social structures, both closed and open, vertical and horizontal.

In the same context, in the analyzed agriculture research papers, inter-institutional and international interaction was observed, confirming trans-regional dialogue concerning agricultural issues. This itself is a relevant topic to explore at future research and set sustainability metrics to the agriculture research. Moreover, the social structure generated through co-authorships of the analyzed agriculture research papers is developed under the context of scientific paradigms. In this regard, the structure moves toward well-established scientific agricultural areas, mainly

generan confluencias más amplias entre los grupos de trabajo y las áreas de conocimiento analizados. Lo anterior expresa una riqueza única en procesos de colaboración entre disciplinas de conocimientos por lo que la multidisciplinariedad y la recombinación de conocimientos se sostienen como argumento al interior de los procesos de colaboración científica en el gremio agronómico analizado, aunque esta fertilización se da de forma variada, acotada y temporal.

En relación con lo anterior, la red estudiada es una estructura académica con capitales sociales sólidos, pero poco diversificados, por lo que se genera una distribución desigual de los flujos de información y una determinada centralización de la prominencia social, lo que es producto de la consolidación y circunspección de los grupos y líderes de investigación que operan al interior de este sistema social. Es decir, hay un conjunto acotado de actores que tiene los grados nodales y de intermediación más significativos, por lo que tiene mayor acceso a la estructura social, así como un mayor grado de control sobre los flujos de información y recursos entre los actores. Sin embargo, tal y como se observó, dichos valores de centralidad no involucran necesariamente las mismas cuotas o niveles de confianza ni de reciprocidad. En este caso, en el terreno del flujo particular de insumos tales como confianza o reciprocidad, estos se gestionan de una forma mucho más local por lo que tener un grado de intermediación alto, no necesariamente significa tener un grado de confianza o reciprocidad altos (por lo tanto legitimidad). Esto es que la confianza es un insumo tan flexible y horizontal en sus alcances, pero sumamente concreto y dirigido a nivel personal. En este caso, la distribución de la prominencia social de los investigadores se gestiona de forma piramidal pero también en multinivel. Por tanto, la estructura social de la investigación agropecuaria en México, si bien presenta diversas variantes, es una estructura centralizada y poco diversificada en su dinámica vincular, por lo tanto, el insumo gnoseológico está sujeto a delimitaciones sociales y económicas.

Existe una sólida producción de conocimiento científico en áreas relacionadas con el sector agroalimentario. Sin embargo, también se observa una dinámica atomizada y local de la investigación. Se puede decir que “toda” la estructura social está vinculada, sin embargo, la baja densidad social reportada indica que el flujo de información está acotado

towards Plant Science, Entomology, Conservation of Natural Resources and Animal Production, but it also advances towards the presence of emerging areas such as Plant Science-Nutrition-Soil Sciences, Soil Science-Hydrosociences-Plant Nutrition, among others. The complexity of the process of linkage suggest that even broader confluences are generated among work groups and the analyzed areas of knowledge. A unique richness in processes of collaboration among disciplines is expressed, sustaining a multi-disciplinarity and knowledge recombination as an argument within the processes of scientific collaboration in the agronomic guild analyzed, even though this fertilization is incipient, varied, circumscribed and temporary.

The network studied is an academic structure with solid, but undiversified, social capital. For this reason, an uneven flow of information and a determined centralization of social prominence are generated, product of the consolidation and circumspection of the research groups and leaders that operate within this social system. Thus, a delimited set of actors have more significant nodal and intermediation degrees and greater access to the social structure, as well as a higher degree of control over information flows and resources. However, as we have seen, centrality values do not necessarily involve the same quotas or levels of trust or of reciprocity. These are managed much more locally, so that having a high degree of intermediation does not necessarily mean a high degree of trust or reciprocity (and therefore, legitimacy). Trust is an input that is highly flexible and horizontal in its scope, but it is extremely concrete and directed at the personal level. In this case, the distribution of each researcher’s social prominence is managed in a pyramidal multi-level form. Therefore, the social structure of agricultural research in Mexico, while presenting several variations, is a centralized and lowly diversified structure in its linking dynamics, so the gnoseological input is subject to social and economic delimitations.

There is a solid production of scientific knowledge in areas related to the agri-food sector. However, an atomized and local dynamics of the investigation is observed too. It can be said that “all” the social structure is linked, but, the reported social density is very low, which indicates that information cannot circulate through diverse ways and it cannot grow

y limitadamente diversificado, por lo que no puede ampliarse y enriquecerse aún más; esto es que la vinculación entre actores se da de forma coyuntural, local y cerrada, lo que constriñe la propia concepción de red “neuronal”, misma que puede permitir entender el proceso de generación de conocimiento, pero también la generación de mecanismos o parapetos ante eventos des-estructurantes que pudieran afectar a los sectores agroalimentarios.

La estructura social involucrada en la generación de conocimiento agronómico es una red amplia, pero con características de estructura incipiente y sujeta a patrones de centralización que derivan probablemente de la investigación académica convencional (regularmente centralizada alrededor de un gestor de recursos). Sin embargo, los fenómenos críticos se están volviendo cada vez más complejos y esto se debe a varias superposiciones de sistemas de desestructuración que se han estado fusionando entre sí durante mucho tiempo. Ante esto, las estructuras sociales más resilientes son aquellas con capacidades más tangibles de adaptación y generación de caminos alternativos para la recuperación. Sin embargo, esto se logra generando espacios dialógicos, abiertos e integrados horizontalmente donde es posible conciliar múltiples (e incluso opuestas) posiciones y generar nuevas ideas; es decir, un diálogo de la complejidad social. En esta dirección, la red mexicana de investigación agropecuaria podría encontrar algunas dificultades para construir una ecuación de resiliencia prometedora para el sector agroalimentario, debido a que sus componentes están parcialmente desvinculados y poco integrados y no han sido capaces de generar una red completa más amplia y densa. Lo cual se convierte en un punto a revisar y resolver con urgencia.

Por último, este tipo de análisis arroja luz sobre la trama de vinculación y fortalezas de los sistemas científicos, lo que se vuelve esencial en tiempos de cambio climático, especialmente en uno de los sectores que debería de ser obligadamente resiliente, el sector agropecuario y de desarrollo rural; es decir, la producción de alimentos. En esta dirección, llaman la atención dos elementos de este análisis: a) la prominencia social de algunas áreas o disciplinas científicas en el sector agropecuario y b) la estrecha colaboración científica con Norteamérica. Esto conduce a pensar, inevitablemente, en el contexto de producción agropecuaria de alimentos en México; por lo tanto, en la posibilidad de formular nuevos planteamientos a este

or be enriched, so the links between actors are conjunctural, local and closed. All this reduce the conception of a “neural” network that can generate scientific and traditional knowledge in agronomic issues and that could serve as a parapet against destructive events against the agri-food sectors.

The social structure involved in the generation of agronomic knowledge is a wide network but with characteristics of an incipient structure and subject to centralization patterns which are derived, probably, from conventional academy research (centralized around a resource manager). However, critical phenomena are becoming increasingly complex and this is due to several overlappings of de-structuring systems that have been fusing with one another for a long time. Given this, the most resilient social structures are those with the most tangible capacities for adaptation and generation of alternative pathways for recovery. However, this is achieved by generating dialogic, open and horizontally integrated spaces where the reconciliation of multiple (and even opposite) positions could be possible as well as the generation of new ideas, that is, a dialogue of the social complexity. In this direction, the Mexican agricultural research network could find some difficulties to build a promising resilience equation for the agri-food sector, because its components are partially unrelated and poorly integrated and they have not been able to generate a broader and denser complete network. Which becomes an urgent point to review and resolve.

Finally, with this analysis, we shed light on linkage and the strengths of scientific systems, which become essential in times of climate change, especially in one of the sectors that must obligatorily be resilient: the agricultural and livestock sector, that is, food production. In that direction, two elements that would be important to analyze in the future attract attention: a) the social prominence of some areas and/ or scientific disciplines and their importance to the sustainability and endurance of the Mexican agricultural sector and b) close scientific collaboration with the United States. This leads inevitably to contemplate the context of Mexican agricultural food production and options to formulate new approaches to this type of analysis. For example, the relevance of these scientific areas to the Mexican food sector and the highly

tipo de análisis, por ejemplo, la pertinencia de dichas áreas o disciplinas científicas, así como de las relaciones de colaboración para confirmar o modificar elementos del actual modelo agroalimentario mexicano.

collaborative relationships with the USA constitute an opportunity to confirm or modify elements of the current Mexican agri-food model.

—End of the English version—

LITERATURA CITADA



- Agrociencia. 2016. Brief history. México, Revista Agrociencia. Available at: <http://www.colpos.mx/agrocien/agrociencia.htm>. Accessed 26 June 2018.
- Aguado, LE, Rogel SR, Garduño OG, Becerril GA, Zúñiga RMF, and Velázquez ÁA. 2009. Patrones de colaboración científica a partir de redes de coautoría. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales Esp. IA*. Available pp. 225-258. Available at: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10512244010>
- Aldrich, HE and Kim PH. 2007. Small worlds, infinite possibilities? How social networks affect entrepreneurial team formation and search. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 1, 147-165. <https://doi.org/10.1002/sej.8>
- Bell, MA. 2002. The Five Principles of Organizational Resilience, Gartner Inc., 2002 Available at: <https://www.gartner.com/doc/351410/principles-organizational-resilience>
- Berger, P, and Luckmann T. 1991. *The social construction of reality*. England. Penguin Books.
- Borgatti, SP, Everett MG, y Freeman LC. 2002. *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies. Available at: <https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/home>
- Boyack, KW, Klavans R, and Borner K. 2005. Mapping the backbone of science. *Scientometrics*, 64, 351-374. <https://doi.org/10.1007/s11192-005-0255-6>.
- Brandes, U, and Erlebach T. 2000. *Network Analysis. Methodological Foundations*. Germany. Ed. Springer.
- Brandes, U, and Wagner D. 2004. Vison, analysis and visualization of social networks, in Jünger M, and Mutzel P. (eds), *Graph Drawing Software*. Berlin Springer-Verla. pp: 321-340.
- Brandes, U. 2001. Faster Algorithm for Betweenness Centrality. *Journal of Mathematical Sociology*. 25, 139-161. <https://doi.org/10.1080/0022250X.2001.9990249>.
- Burt, R. 1992. *Structural Holes: The Social Structure of Competition*. USA. Cambridge: Harvard University Press.
- Byanyima, W. 2014. Creating resilient, sustainable and equitable farming systems en Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), *Deep Roots*. Roma, Italia, pp. 33-36, Available at: <http://digital.tudor-rose.co.uk/deep-roots/>
- CAICYT (Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica). 2006. Comparación de la producción científica de Argentina, Brasil, Chile, México y Venezuela. *Science Citation Index 2000-2001*. Available at: <http://www.caicyt.gov.ar/bases-de-datos-e-indicadores/documentos-1/comparacionfinal.pdf>.
- CONACYT. 2016. Sistema de clasificación de revistas mexicanas de Ciencia y Tecnología.- VI. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias. *Agrociencias*. Recuperado de: <http://www.revistascytconacyt.mx/index.php/revistas/resultado/205>
- CVASE. 2014. Memoria de los trabajos de análisis del Informe del Resultado de la Fiscalización Superior de la Cuenta Pública 2012, Comisión de Vigilancia de la Auditoría Superior de la Federación, México. Available at: http://www3.diputados.gob.mx/camara/001_diputados/008_comisioneslx/001_ordinarias/042_vigilancia_de_la_auditoria_superior_de_la_federacion/012_unidad_de_evaluacion_y_control/002_productos/001_documentos_de_analisis_de_la_fiscalizacion_superior/002_analisis_del_informe_de_fiscalizacion_de_la_cuenta_publica/101_2012
- De la Rúa, AF. 2003. La dinámica de las redes de amistad. La elección de amigos en el programa Erasmus. *Redes, Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*. 4, 1-44 <https://doi.org/10.5565/rev/redes.42>
- Escalera RJ, y Ruiz BE. 2011. Resiliencia Socioecológica: aportaciones y retos desde la Antropología. *Revista de Antropología Social*, 20: 109-135. [dx.doi.org/10.5209/rev-RASO.2011.v20.36264](https://doi.org/10.5209/rev-RASO.2011.v20.36264)
- Evans, A. 2011. Governance for a resilient food system, Oxfam international. Documentos de debate. Available at <https://www.oxfam.org/en/research/governance-resilient-food-system>.
- FAO. 2012. Resiliencia de las personas, los hogares, las comunidades y las instituciones en las crisis prolongadas. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Available at: http://www.fao.org/fileadmin/templates/cfs_high_level_forum/documents/ME523S_CFS_39_HLEF_Brief3_01.pdf.
- FCCT (Foro Consultivo Científico y Tecnológico). 2018. Principales indicadores cuantitativos de la producción científica mexicana. Available at: <http://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/publicaciones>
- FCCT (Foro Consultivo, Científico y Tecnológico). 2006. Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento a la innovación en México (2000-2006). Foro Consultivo, Científico y Tecnológico A.C., México. Available at: http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/diagnostico.pdf.
- Ferrand, A. 2002. Las comunidades locales como estructuras meso. *Redes, Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 3 (4): 1-11 Available at: <https://revistes.uab.cat/redes/article/view/v3-n3-ferrand>
- Frankenberger T, Langworthy M, Spangler T, y Nelson S. 2012. Enhancing Resilience to Food Security Shocks in Africa, Tango International, Discussion paper, November, 2012 Available at: http://www.fsnnetwork.org/sites/default/files/discussion_paper_usaid_dfid_wb_nov_8_2012.pdf
- Freeman, LC. 1979. Centrality in networks. Conceptual clarification. *Social Networks*.1, 215-239. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)
- García, HA. 2012. Las redes de colaboración científica y su

- efecto en la productividad. Un análisis bibliométrico. *Investigación bibliotecológica*. 27 (59) 159-175. [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-358X\(13\)72535-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-358X(13)72535-8)
- Garfield, E. 2004. Systematic Serendipity: Finding the Undiscovered Answers to Science Questions. Presentation at the Medical Ignorance Collaboratory. University of Arizona Health Science Center, Tucson, Arizona, USA. Available at: <http://www.garfield.library.upenn.edu/papers/az072004.pdf>
- Hamel, G, y Välikangas L. 2003. The Quest for Resilience. *Harvard Business Review*, September. Available at: <https://hbr.org/2003/09/the-quest-for-resilience>.
- Hanneman, RA, and Riddle M. 2005. Introduction to Social Network Methods. University of California Riverside. Available at: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>
- Heller, A. 2015. *Everyday life*. New York, USA. Routledge.
- Jiménez, DJF. 2013. Economic crisis, institutional confidence and political Leadership in Spain. *Barataria, Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*. 15, 125-141. <https://doi.org/10.20932/barataria.v0i15.87>
- Kalawski, JP, y Ana MH. 2003. Y... ¿dónde está la resiliencia? Una reflexión conceptual. *Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology*, 37 (2): 365-372 Available at: <http://psicorip.presser.net.br/Resumos/PerP/RIP/RIP036a0/RIP03726.pdf>
- Katz, JS, and Martin B. 1997. What is research collaboration? *Research Policy*. 26 (1), 1-18. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(96\)00917-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(96)00917-1)
- Kiss, IZ, Green D M, y Rowland RK. 2006. The network of sheep movements within Great Britain: network properties and their implications for infectious disease spread. *Journal of the Royal Society Interface*, 3(10): 669-677 Available at: <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsif.2006.0129>
- López, CR, Dutrenit BG, Tinoco GI, Aguado LE. 2013. Informe sobre la producción científica en México en revistas iberoamericanas de acceso abierto en Redalyc.org, 2005-2011. ANUIES, México, Available at: http://foroconsultivo.org.mx/libros_editados/informe_mexico.pdf.
- López, FM. 2010. Comparación en las estructuras de colaboración y pautas de citación entre áreas científicas a través del ARS. *Redes, Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*. 19 (2), 40-63. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.399>
- Luhmann, N. 1996. *Confianza*. Barcelona, España. Antropos
- Maríñez, SC. 2018. El problema de la confianza desde la hermenéutica filosófica: comprendiendo sus rendimientos interpretativos en la sociedad contemporánea. *Revista de Filosofía*, 74, 139-152. Available at: <https://revistafilosofia.uchile.cl/index.php/RDF/article/view/51885>
- McManus, P, Walmsley J, Argent N, Baum S, Bourke L, Martin J, and Pritchard B. 2012. Rural Community and Rural Resilience: What is important to farmers in keeping their country towns alive? *Journal of Rural Studies*, 28 (1): 20-29. Available at <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0743016711000854>
- Mendieta, JG, and Ruiz LAA. 2009. Análisis de las publicaciones de investigadores del Subsistema de la Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de México 1981-2003. *Redes, Revista hispana para el análisis de redes sociales*. 17(2), 1-37. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.373>
- Milard, BB. 2010. Las citaciones científicas: redes de referencias en universos de referencias. El ejemplo de los artículos de química. *Redes, Revista Hispana para el análisis de redes sociales*. 19 (2), 64-93. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.400>
- Milgram, S. 1967. The small world problem. *Psychology Today* 1 (1), 61-67. Available at: <http://snap.stanford.edu/class/cs224w-readings/milgram67smallworld.pdf>
- Molina, JL, Muñoz JM, y Domenech M. 2002. Redes de publicaciones científicas: un análisis de la estructura de coautorías. *Redes, Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*. 1 (1), 1-15. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.29>
- Navarro, NLA. 2019. Imbricación social en el manejo de sistemas de riego tradicionales en el noroeste de México. *Región y Sociedad*, vol. 31. doi: 10.22198/rys2019/31/1221
- Navarro, SLA, and Salazar FJP. 2007. Análisis de redes sociales aplicado a redes de investigación en ciencia y tecnología. *Síntesis tecnológica*. 3 (2), 69-86. <https://doi.org/10.4206/sint.tecnol.2007.v3n2-03>
- Newman, MEJ. 2001. The Structure of Scientific collaboration Networks. *PNAS*, 98 (2), 404-409. <https://doi.org/10.1073/pnas.98.2.404>.
- Núñez EJF. 2020a. Estructura y autorganización comunitaria: elementos de resiliencia social para escenarios de desastres. *Revista Cultura y Representaciones Sociales*, 15 (29). Available at: <http://www.culturayrs.unam.mx/index.php/CRS/article/view/713>
- Núñez EJF. 2020b. Estructura social y resiliencia en instituciones mexicanas de investigación agropecuaria. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 65 (240), pp. 25-63. doi: <http://dx.doi.org/10.22201/fcpsy.2448492xe.2020.240.68597>
- Paasche, Ö, and Österblom H. 2019. Unsustainable science. *One Earth*, 1 (1), p. 39-42. doi:<https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.08.011>
- Palacios, D, y Villalobos C. 2016. Redes académicas al interior de las escuelas chilenas: Un estudio exploratorio utilizando Modelos Exponenciales de Grafos Aleatorios (ERGM). *Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*. 27 (2), 33-44. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.631>
- PNUD. 2014. Informe sobre Desarrollo Humano (2014). *Sostener el Progreso Humano: reducir vulnerabilidades y construir resiliencia (resumen)*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Available at en: <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14-summary-es.pdf>
- Robb, D. (2000). *Building Resilient Organizations*. *OD Practitioner*, 32(3): 27-32 Available at: <http://learninginaction.com/PDF/ResilientRobb.pdf>
- Robinson, GN, y Amat CB. 2018. ¿Tiene sentido limitar la coautoría científica? No existe inflación de autores en Ciencias Sociales y Educación en España. *Revista Española de Documentación Científica*. 41(2). <https://doi.org/10.3989/redc.2018.2.1499>
- Rodríguez, MJ, y González BC. 2014. Capital social y productividad científica de los ingenieros en México, en *Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCT) (2014)*. Taller sobre indicadores en Ciencia y Tecnología en Latinoamérica. Recuperado de: <http://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/publicaciones>. pp: 151-162.
- Russell, JM, Madera JMJ, and Ainsworth S. 2009. Análisis de redes en el estudio de colaboración científica. *Redes, Revista*

- Hispana para el análisis de redes sociales. 17 (2), 38-47. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.374>
- Rutter, M. 2012. Resilience as a dynamic concept. *Development and Psychopathology*, 24(2): 335-344. doi:10.1017/S0954579412000028
- Saavedra, GE. 2006. Resiliencia y ambientes laborales nocivos. *Editorial Lexis Nexis*, 2(13), Available at : http://www.resiliencia.cl/investig/Saavedra_Resiliencia_ALN.doc
- Sabidussi, G. 1966. The centrality index of a graph. *Psychometrika*, 31, 581-603. <https://doi.org/10.1007/BF02289527>
- Sampedro, JA. 2009. *Ingenio Estratégico. Resiliencia e impulso creativo en tiempos de crisis*, Global Leadership Co. Available at: http://www.glconsulting.com.ve/articulos/Articulo_Ingenio%20Estrategico_Jesus%20Sampedro.pdf
- Sanz, ML. 2003. Análisis de redes sociales: o como representar las estructuras sociales subyacentes. *Apuntes de ciencia y tecnología*. 7, 21-29. Available at: <http://ipp.csic.es/sites/default/files/content/workpaper/2003/dt-0307.pdf>
- Schütz, A. 1962. *Collected Papers, vol. I The Problem of Social Reality*. Ed. Maurice Natanson. The Hague: Nijhoff.
- Scimago Journal & Country Rank (SJR). 2007-2020. Journal rankings. Agrocienca. Available at: <https://www.scimagojr.com/journalrank.php?area=1100&country=MX&category=1102>
- Snijders, T. 1981. The Degree Variance, *Social Networks*. 3 (3), 163-175. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(81\)90014-9](https://doi.org/10.1016/0378-8733(81)90014-9)
- Téllez, MEI. 2013. El sentido del tejido social en la construcción de comunidad. *Polisemia*. 10, 9-23. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.polisemia.6.10.2010.9-23>
- Urbizagástegui, AR, y Restrepo AC. 2018. La red de co-autores en la bibliometría Mexicana. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, 23 (51). doi: 10.5007/1518-2924.2018v23n51p74. pp: 74-94.
- Vélez, CG. agosto, 2007. Análisis de redes sociales y teoría interorganizacional aplicados al desarrollo local regional In *Memorias de la 1a Reunión Latinoamericana de Análisis de Redes Sociales*, La Plata, Argentina. Available at: <http://encuentroredes.files.wordpress.com/2007/09/velez.pdf>
- Villatoro, FR. 17 mayo, 2015. Récord de autores: 5154 en un artículo en PRL de CMS y ATLAS [blog: La ciencia de la mula Francis]. Available at: <https://francis.naukas.com/2015/05/17/record-de-autores-5154-en-un-articulo-en-prl-de-cms-y-atlas/>
- Wasserman, S, and Faust K. 1994. *Social Network Analysis. Methods and Applications*, Cambridge, England. Cambridge University Press. 827 p.
- White, D, Shneegg M, Brudned L, y Nutini H. 2000. Conectividad múltiple, frontera e integración: Parentesco y compadrazgo en Tlaxcala rural. In: Mendieta, J. G., Schmidt, S. (eds). *Análisis de redes: Aplicaciones en ciencias sociales*. Ed. UNAM-IMASS. México. pp: 41-94.