Institutional collaboration for the Sustainable Rural Development in the state of Zacatecas

López-Torres, Bey Jamelyd^{1*}
Ibarra Escobedo, Rubén¹

Abstract

Sustainable Rural Development (SRD) represents a situation of global responsibility that requires local actions. To face this problem, there are proposals in the 2030 Agenda; however, many of them require the action and involvement of multiple participants. The state of Zacatecas is recognized as an agri-food power in the country, but it faces the challenge of developing strategies to achieve a SRD. The objective of this research was to analyze the level of institutional collaboration in Science and Technology (S&T) for the SRD of the state of Zacatecas with a systemic approach. A mapping of territorial innovation networks was carried out to build the collaboration network on S&T for SRD in the state. The results show that the network is subdivided into three levels of collaboration, each one with a different degree of commitment between the protagonists, this leads to suggesting differentiated proposals for each level. It is concluded that the collaboration network on S&T for SRD in the state can be functional if the identified key actors intervene as systemic managers in order to promote a greater institutional commitment that generates impacts.

Keywords: Institutional-linkage, systemic-manager, social network analysis, technology transfer, innovation.

Colaboración institucional para el Desarrollo Rural Sostenible en el estado de Zacatecas

Resumen

El Desarrollo Rural Sostenible (DRS) representa una situación de responsabilidad mundial que requiere de acciones locales. Para enfrentar esta problemática existen propuestas en la Agenda 2030; sin embargo, muchas de ellas exigen la acción y vinculación de múltiples participantes. El estado de Zacatecas es reconocido como potencia agroalimentaria en el país, pero se enfrenta al desafío de desarrollar estrategias para lograr un DRS. El objetivo de esta investigación consistió en analizar el nivel de colaboración institucional en materia de Ciencia y Tecnología (CyT) para el DRS del estado de Zacatecas con un enfoque sistémico. Se realizó un mapeo de redes territoriales de innovación para construir la *red de colaboración en materia de CyT para el DRS en el estado*. Los resultados muestran que la red está subdividida en tres niveles de colaboración, cada uno con diferente grado de compromiso entre los protagonistas, esto induce a sugerir propuestas diferenciadas para cada nivel. Se concluye que la red de colaboración en materia de CyT para el DRS en el estado puede ser funcional si los actores clave identificados intervienen como gestores sistémicos a fin de promover un mayor compromiso institucional que genere impactos.

Palabras clave: Vinculación-institucional, gestor-sistémico, análisis de redes sociales, transferencia de tecnología, innovación.

¹Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Ciencias Sociales. Av. Preparatoria s/n, Campus Universitario II, Fracc. Progreso. Zacatecas, Zac. C. P. 98066. México.

*Corresponding author: bey.jamelyd@gmail.com

Introduction

The term Sustainable Development (SD) was proclaimed as main objective of economic policy in the Report "Our Common Future" of the World Commission on Environment and Development in 1987, better known as the *Brundtland* Report. In this, the SD is defined as "that which can ensure the fulfillment of present needs without compromising the ability of future generations to meet their needs" (WCED, 1987). It is also claimed that "what is needed is a new era for the economic growth, a growing that is socially and environmentally sustainable" (WCED, 1987). The aim of developing a SD according to its definition from 1987 was widely accepted, even approved by the group leaders of the seven most industrialized countries in the 1988 Toronto submit (Paniagua & Moyano, 1998). With regard to the agricultural sector, in 1985, the European Commission (EU) published the *Perspectives for the Common Agricultural Policy*, it was emphasized here that the agricultural policy must take into better account the environmental policy, in both, prevention of harmful actions and promotion of beneficial practices for environment (Segrelles, 2012).

In response to the *Brundtland* Report, the Conference on Environment and Development was carried out in 1992. From this conference, the Agenda 21 was adopted, a long term program that pretended to implement the concept of SD by giving an integrated and balanced treatment for development and environmental issues (Paniagua & Moyano, 1998).

The SRD in the world goes through three important challenges: i) water availability; the 70% of water is used for agriculture and it is estimated that for the year 2030, the water availability will be reduced to 40% (CONAGUA, 2012). ii) food waste; the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) has informed that 1,300 million tons of food are wasted per year in the world (FAO, 2012) iii) climate change; the global temperature increases impacts on the food production, as a result, the Inter-American Development Bank (BID) predicts that for the year 2050, 143 millions of people around the world, have to migrate from their territories due to the effects of climate change (Kumari et al., 2018).

Introducción

El término Desarrollo Sostenible (DS) fue proclamado como el objetivo central de la política económica en el Informe Nuestro Futuro Común de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo en 1987, mejor conocido como el informe *Brundtland*. En este se define al DS como "aquel que es capaz de asegurar que se satisfagan las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias" (WCED, 1987). Además, se afirma que "lo que se necesita es una nueva era de crecimiento económico, un crecimiento que sea sostenible social y medioambientalmente" (WCED, 1987). El objetivo de lograr un DS conforme a su definición de 1987 fue ampliamente aceptado, incluso aprobado por los líderes del grupo de los siete países más industrializados en la cumbre de Toronto de 1988 (Paniagua & Moyano, 1998). Respecto al sector agrario, la Comisión de la Unión Europea (UE) publicó en 1985 las *Perspectivas de la Política Agrícola Común*, aquí se destacaba que era necesario que la política agraria tuviera más en cuenta la política medioambiental, tanto en la prevención de acciones nocivas como en la promoción de prácticas benéficas para el medio ambiente (Segrelles, 2012).

En respuesta al Informe *Brundtland*, en 1992 se llevó a cabo la Conferencia Sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Derivada de esta se adoptó la Agenda 21, un programa a largo plazo que pretendió poner en práctica el concepto de DS dando un tratamiento integrado y equilibrado a las cuestiones ambientales y de desarrollo (Paniagua & Moyano, 1998).

El DRS en el mundo pasa por tres retos importantes: i) la disponibilidad de agua; el 70 % del agua se usa en la agricultura y se estima que para el año 2030 la disponibilidad de agua se reducirá a 40 % (CONAGUA, 2012). ii) el desperdicio de alimentos; la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha informado que en el mundo se desperdician alrededor de 1,300 millones de toneladas de alimentos al año (FAO, 2012) iii) el cambio climático; el incremento global de la temperatura afecta la producción de alimentos, como consecuencia, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) pronostica que para el año 2050

The alternatives proposed to solve these problems are contained in the Agenda 2030, which because of their complexity, can only be achieved with the association of different actors. The Agenda 2030 is an instrument approved in 2015 by the countries belonging to the United Nations (UN), in which 17 Sustainable Development Goals (SDGs) are established, and it is stated that to reach the SD it is necessary to harmonize three elements: economic growth, social inclusion and environmental protection (UNDG, 2018). Since the first *Brundtland* Report, it was proposed: A political system that ensures an effective participation in decision processes; as well as a technological system that continually provides new solutions (WCED, 1987).

To face the SRD challenges, the Agenda 2010 proposes alternatives related to the generation of scientific and technological development to disseminate innovations, for example: to generate research for the creation of varieties resistant to drought, technologies that allow the optimum use of water and the other resources, improvement of varieties to increase shelf life, traceability of products, to increase awareness in society about the importance to stop wastage, among others. In addition, Juárez, Coria, and Tejeida (2019) point out that for the rural sector to achieve its objectives it is necessary to modify the linear approach of innovation towards a systemic approach, with a work process based on networks, knowledge exchange and negotiation between participants.

For Mexico to contribute to achieve the SDGs, they can be reflected in the National Development Plan (NDP) and in the State Development Plan (SDP). In the NDP 2019-2024, programs and strategies focused on SRD that will be implemented by the Federal Government are mentioned, such as: the "Sowing Life" program developed to boost the effective participation for the SRD; The *Programa producción para el bienestar* that will benefit the 85% of the productive units in the country; Internet coverage for the whole country, with which is intended to fight against the marginalization and poverty, as well as the integration of depressed areas to productive activities; the *Tren Maya*, which is a project focused on the increase of the economic revenue and the promotion of the SD from the

unos 143 millones de personas en el mundo van a tener que migrar de sus tierras por efectos del cambio climático (Kumari et al., 2018).

Las alternativas que se proponen para la solución a estos problemas están plasmadas en la Agenda 2030, que por su complejidad solo es posible lograr con la asociación de distintos actores. La Agenda 2030 es un instrumento aprobado en 2015 por los países pertenecientes a la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en el que se establecen 17 Objetivos de Desarrollo sostenible (ODS), en el que se manifiesta que para alcanzar el DS es necesario armonizar tres elementos: el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medio ambiente (UNDG, 2018). Desde el informe *Brundtland* ya se proponía: un sistema político que asegurara una efectiva participación en los procesos de decisión; así como un sistema tecnológico que aportara continuamente nuevas soluciones (WCED, 1987).

Para enfrentar los retos del DRS la Agenda 2030 propone alternativas relacionadas con generar desarrollo científico y tecnológico para difundir innovaciones, por ejemplo: generar investigación para crear variedades resistentes a la sequía, tecnologías que permitan utilizar óptimamente el agua y el resto de los recursos, mejoramiento de variedades para incrementar la vida de anaquel, trazabilidad en los productos, concientizar a la sociedad sobre la importancia de detener el desperdicio, entre otras. Además, Juárez, Coria, y Tejeida (2019) señalan que para que el sector rural logre sus objetivos es necesario modificar el enfoque lineal de la innovación hacia un enfoque sistémico, con un proceso de trabajo basado en redes, intercambio de conocimiento y negociación entre los participantes.

Para que México contribuya a alcanzar los ODS, los mismos deben verse reflejados en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y en los Planes Estatales de Desarrollo (PED). En el PND 2019-2024 se mencionan programas y estrategias enfocados al DRS que el gobierno federal implementará, tal es el caso de: el Programa Sembrando Vida creado para impulsar la participación efectiva para el DRS; el Programa producción para el bienestar que beneficiará a 85 % de las unidades productivas del país; cobertura de internet para todo el país con lo que se pretende combatir la marginación

Yucatán Peninsula; and the *Plan Nacional para la Innovación en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional* with the participation of universities, towns, Scientifics and enterprises (Gobierno de México, 2019).

Zacatecas is a land of contrast, it has a territory of 7 million 553.9 thousand hectares, the 95.3% is an agricultural area and represents the 3.8% of the surface of the country (GEZ, 2017). The primary sector in the state is important for both, the food production and the significant contribution that has for the economic dynamics. According to the SDP of Zacatecas, the primary sector provides the 9% for the total state gross domestic product (GDP) while its contribution for the national primary GDP is 2.5%. The contrast is observed when it is recognized that the 50% of the population from Zacatecas lives in a rural sector and suffers lags in productivity, income and welfare, this in spite of the agrarian activity incorporates elements of modernity that coexists with conventional schemes of production and marketing. (GEZ, 2017).

To contribute to SDGs and in line with NDP, the SDP of Zacatecas in the fields of S&T and SD, develops three key objectives in the axis of "competitively and prosperity": to increase the presence of knowledge-based economy and establish it in the state by making it a technology production seedbed; to count on networks strategic infrastructure and equipment effectively articulated for sustainable, harmonic and competitive growth of economic sectors; and to return to the countryside its importance and dignity as a factor of economic development (GEZ, 2017).

There is an agreement among economists that increases productivity requires a combination of several factors: capital investment, training and education and investment in new technologies to drive innovation activities and achieve a technology development. Mexico seeks to position itself within the so-called knowledge-based economy, and the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) recognizes that the creation of new ideas, technological developments and innovation needs the availability of economic resources (CONACYT, 2017). However, López and Sandoval (2007) found that within the international context,

y la pobreza, así como la integración de las zonas deprimidas a las actividades productivas; el Tren Maya, el cual es un proyecto orientado a incrementar la derrama económica e impulsar el DS de la Región Península de Yucatán; y el Plan Nacional para la Innovación en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional con la participación de universidades, pueblos, científicos y empresas (Gobierno de México, 2019).

Zacatecas es un territorio de contrastes, cuenta con una superficie de 7 millones 553.9 mil hectáreas, el 95.3 % de su superficie es agropecuaria, y representa 3.8 % de la superficie del país (GEZ, 2017). El sector primario en el estado resulta fundamental tanto por la producción de alimentos como por la aportación relevante que tiene sobre la dinámica económica. De acuerdo con el PED de Zacatecas, el sector primario aporta el 9 % al Producto Interno Bruto (PIB) total estatal mientras que su aportación al PIB primario nacional es de 2.5 %. Por estas aportaciones la entidad federativa es reconocida como potencia agroalimentaria. El contraste se observa cuando se reconoce que el 50 % de la población zacatecana vive en el sector rural padeciendo rezagos en productividad, ingreso y bienestar, esto a pesar de que la actividad agropecuaria incorpora elementos de modernidad coexistiendo con esquemas tradicionales de producción y comercialización (GEZ, 2017).

Para contribuir a los ODS y en línea con el PND, el PED de Zacatecas en materia de CyT y DS plasma tres objetivos clave en el eje "competitividad y prosperidad": incrementar la presencia de la economía del conocimiento y asentarla en la entidad, logrando que esta sea un semillero de producción de tecnología; contar con redes de equipamiento e infraestructura estratégica eficazmente articuladas para el crecimiento sustentable, armónico y competitivo de los sectores económicos; y regresar al campo su importancia y dignidad como factor de desarrollo económico (GEZ, 2017).

Existe coincidencia entre los economistas respecto a que el incremento de la productividad requiere de una combinación de varios factores: la inversión de capital, la capacitación y educación y la inversión en nuevas tecnologías, para impulsar las actividades de innovación y lograr un desarrollo tecnológico.

Mexico was one of the countries that devoted the least resources to Research and Development (R&D). In 2005, only 0.41% of the GDP was invested in R&D within the country. In 2017, in relation to other countries, the trend had not change much, the Expenditure on Research and Experimental Development with respect to the GDP in Mexico was 0-48%, although it had a positive growth trend of 3.97% from 2012 to 2017 (CONACYT, 2017).

To achieve the stated objectives in the SDP, the state of Zacatecas counts on the presence of governmental and research institutions, both federal and state. However, these objectives require both, the articulation and the collaboration of multiple actors, although, in most cases, participants ignore the actions they take despite the fact that they are compatible or complementary. The articulation and collaboration of the actors in network, as well as the government investment are necessary for the scientific and technological development and the innovation to support the sustainable growth and the development of the competitiveness as the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD, 2005) points out.

The national collaboration in S&T and the SD have been addressed from several perspectives and with different methodologies. Flores and Pérez (2016) assessed the institutional collaboration with the fuzzy logic theory. Other studies have analyzed the role of the academy in the SDGs with the use of qualitative and quantitative methods (Cosme, 2018; León Pupo, N. I., Castellanos Domínguez, M. I., Curra Sosa, D., Cruz Ramírez, M., & Rodríguez Palma, M. I., 2018). The social network analysis has been used to study the collaborative relationships in S&T, based on the scientific production (Becerril & Rogel, 2015; Corral-Marfil, J. A., Rodríguez-Herrera, I. M., Vargas-Vázquez, A., & Cànoves-Valiente, G., 2015; Rodríguez, H., Ramírez-Gómez, C. J., Aguilar-Gallegos, N., & Aguilar-Ávila, J., 2016).

In terms of the S&T analysis, Vargas and Malaver (2004) proposed standardized indicators for Latin America; Duarte (2008) studied the binding variables for technological development by means of the deductive method. Loyola Díaz, R., Aceves Navarro, L., Juárez López, F., and Téllez Serrano, T. M., (2019) developed and approached towards the

México busca posicionarse en la llamada economía del conocimiento, y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) reconoce que la generación de nuevas ideas, desarrollos tecnológicos y de innovación requieren de la disponibilidad de recursos económicos (CONACYT, 2017). Sin embargo, López y Sandoval (2007) encontraron que en el contexto internacional, México era uno de los países que menos recursos dedicaba a Investigación y Desarrollo (I+D); en 2005 en el país se invertía solo el 0.41 % del PIB en I+D. Para 2017 la tendencia en relación con otros países no había cambiado mucho, el Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE) con respecto al PIB en México fue de 0.48 %, aunque sí tuvo una tendencia de crecimiento positiva de 2012 a 2017 de 3.97 % (CONACYT, 2017).

Para alcanzar los objetivos planteados en el PED, el estado de Zacatecas cuenta con la presencia de instituciones gubernamentales y de investigación tanto federales como estatales; sin embargo, estos objetivos requieren tanto de la articulación como de la colaboración de múltiples actores, aunque en la mayoría de los casos los participantes desconocen las acciones que realizan a pesar de ser compatibles o complementarios. Para que el desarrollo científico, tecnológico y la innovación fomenten el crecimiento sostenible y el desarrollo de la competitividad como lo señala la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2005) es necesaria la articulación y colaboración de los protagonistas en red, así como la inversión del gobierno.

La colaboración institucional en CyT y el DS han sido abordados desde varias perspectivas y con distintas metodologías. Flores y Pérez (2016) analizaron la colaboración institucional con la teoría de la lógica difusa. Otros estudios han analizado el papel de la academia en los ODS utilizando métodos cuantitativos y cualitativos (Cosme, 2018; León Pupo, N. I., Castellanos Domínguez, M. I., Curra Sosa, D., Cruz Ramírez, M., & Rodríguez Palma, M. I., 2018). El análisis de redes sociales se ha empleado para estudiar las relaciones de colaboración en CyT, basados en la producción científica (Becerril & Rogel, 2015; Corral-Marfil, J. A., Rodríguez-Herrera, I. M., Vargas-Vázquez, A., & Cànoves-Valiente, G., 2015; Rodríguez, H., Ramírez-Gómez, C. J., Aguilar-Gallegos, N., & Aguilar-Ávila, J., 2016).

socio-environmental impacts of the development model by giving a series of public administration recommendations.

As far as we know, the social network analysis and the Systemic Approach have not been used to jointly analyze the institutional collaboration in S&T and the SRD.

The Systemic Approach of Innovation bases its operation on the existence of information links and flows among the different public and private actors, for what is important to count on intermediary organizations and institutions that connect participants with innovation processes, which work as systemic mediators to create links to ease the interaction between those interested in development (Klerkx, Hall, & Leeuwis, 2009; Juárez Díaz, D., et al., 2019).

The innovation managers are considered as intermediaries because they develop a variety of tasks that favor innovation, their importance is placed on the linkage and strengthening of networks, as well as on the enhancement of the knowledge exchange (Klerkx, L., et al., 2009). This group of organizations links and turns relationships into different levels and with a diversity of actors within the system (Howells, 2006).

The objective of this research aimed to analyze the level of collaboration between institutions and other actors involved in scientific and technological development actions in the state of Zacatecas, through a systemic approach in order to identify the SRD managers in the state.

Methodological Approach

The methodology applied takes as a basis the Mapping of territorial innovation networks (Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., Altamirano-Cárdenas, J. R., & Muñoz-Rodríguez, M., 2007) which uses the *Social Network Analysis*. This methodology has been applied in different institutional outreach and collaborative strategies for innovation (Zarazúa-Escobar, J. A., Almaguer-Vargas, G., & Márquez-Berber, S. R., 2011; Zambada-Martínez et al., 2013; Sánchez Gómez, J., Rendón Medel, R., Díaz, J. J., & Sonder, K., 2016; Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, H., Muñoz-Rodríguez, M., & García-Sánchez, E. I., 2016).

En cuanto al análisis de CyT, Vargas y Malaver (2004) propusieron indicadores normalizados para América Latina; Duarte (2008) estudió las variables de vinculación para el desarrollo tecnológico por medio del método deductivo; y Loyola Díaz, R., Aceves Navarro, L., Juárez López, F., y Téllez Serrano, T. M., (2019) realizaron una aproximación hacia los impactos socio ambientales del modelo de desarrollo, aportando una serie de recomendaciones de administración pública.

Hasta donde se sabe, el análisis de redes sociales y el Enfoque Sistémico no se han utilizado para analizar de manera conjunta la colaboración institucional en CyT y el DRS.

El Enfoque Sistémico de la innovación basa su funcionamiento en la existencia de vínculos y flujos de información entre los diferentes actores públicos y privados, para lo que es importante contar con organizaciones e instituciones intermediarias que conecten a los participantes en los procesos de innovación, que funcionen como mediadores sistémicos para crear vínculos facilitando la interacción entre los interesados en el desarrollo (Klerkx, Hall, & Leeuwis, 2009; Juárez Díaz, D., et al., 2019).

Los gestores de la innovación son considerados intermediarios porque realizan una variedad de tareas a favor de la innovación, su importancia recae en la vinculación y reforzamiento de las redes, así como en favorecer el intercambio de conocimiento (Klerkx, L., et al., 2009). Este grupo de organizaciones vinculan y transforman relaciones en diferentes niveles y con una diversidad de actores dentro del sistema (Howells, 2006).

El objetivo de esta investigación buscó analizar el nivel de colaboración de las instituciones y otros protagonistas involucrados en acciones de desarrollo científico y tecnológico en el estado de Zacatecas, a través de un enfoque sistémico con la finalidad de identificar a los gestores del DRS en el estado.

Enfoque Metodológico

La metodología utilizada toma como base el Mapeo de redes territoriales de innovación (Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., Altamirano-Cárdenas, J. R., & Muñoz-Rodríguez, M., 2007) que hace uso del *Social Network Analysis*. Esta metodología ha sido utilizada en diferentes estrategias de extensión y

A territorial innovation network was developed with this method from current actors in the territory, by exploring their direct relationships, analyzing the network in its structure and indicators, and also, identifying those participants with whom it is possible to focus resources.

A semi-structured interview was designed and applied to the heads of institutions related to the SRD in the state of Zacatecas. With a convenience-directed sampling. The interview consisted of three actions: i) identification of the interviewee, ii) participation in Science and Technology (S&T), and iii) articulation and collaboration in the network.

Additionally, the databases of the National Transparency Platform (NTP) downloaded from the webpage www.plataformadetransparencia.gob.mx were taken as second source of information. These contain information about state public institutions that have collaboration agreements with other public or private entities, as well as the aim of collaboration in which was verified if activities in the field of S&T for the SRD, are developed in the state of Zacatecas and if these involved provision of resources.

With the relational information of interviews and databases of NTP, the weighed social network titled "Red de colaboración en materia de CyT para el DRS en el estado de Zacatecas" was built, a graphic analysis and a first and second order indicators of the networks obtained from the general network analysis were carried out to analyze the structure and position of the actors. The network was considered with symmetric relationships because it is about reciprocal collaborative relationships with or without agreements, according to (Jackson & Wolinskyb, 1996) it was considered that the creation of a new linkage requires the bilateral agreement of two involved parties. For the network analysis, the program UCINET 6 was used, a packages for the *Social Network Analysis*.

The indicators of the *Social Network Analysis* used were density, *eigenvector* and centralization index by Borgatti, Everett, and Johnson (2013). The density is a cohesion measure between actors, it is the proportion of the existing relationships with regard to the possible ones. The *eigenvector* is a popularity measure of an actor, a node with a high

de colaboración institucional para la innovación (Zarazúa-Escobar, J. A., Almaguer-Vargas, G., & Márquez-Berber, S. R., 2011; Zambada-Martínez et al., 2013; Sánchez Gómez, J., Rendón Medel, R., Díaz, J. J., & Sonder, K., 2016; Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, H., Muñoz-Rodríguez, M., & García-Sánchez, E. I., 2016). Con este método se construyó una red territorial de innovación a partir de los actores presentes en el territorio, indagando sus relaciones directas, analizando la red en su estructura e indicadores, identificando, también a aquellos participantes con los que es posible focalizar recursos.

Se diseñó una entrevista semiestructurada y se aplicó a responsables de las instituciones relacionadas con el DRS en el estado de Zacatecas. Con un muestreo dirigido por conveniencia. La entrevista estuvo compuesta por tres secciones: i) identificación del entrevistado, ii) participación en actividades de Ciencia y Tecnología (CyT) para el DRS, y iii) articulación y colaboración en red.

Adicionalmente, se tomaron como segunda fuente de información las bases de datos de la Plataforma Nacional de Transparencia (PNT) descargadas de la página www.plataformadetransparencia.gob.mx. Estas contienen información sobre las instituciones públicas del estado que tienen convenios de colaboración con otras entidades públicas o privadas, así como el objetivo de la colaboración en la que se corroboró si se desarrollan actividades en materia de CyT para el DRS en el estado de Zacatecas y si estas involucraban aportación de recursos.

Con la información relacional de las entrevistas y de las bases de datos de la PNT se construyó la red social ponderada titulada "Red de colaboración en materia de CyT para el DRS en el estado de Zacatecas", se realizó un análisis gráfico y de indicadores de primer y segundo orden de las redes obtenidas a partir de la red general para analizar la estructura y posición de los actores. La red fue considerada con relaciones simétricas debido a que se trata de relaciones recíprocas de colaboración con o sin convenios, siguiendo a (Jackson & Wolinskyb, 1996) se consideró que la creación de un nuevo enlace requiere el acuerdo bilateral de las dos partes involucradas. Para el análisis de la red se utilizó

level of this indicator is connected to nodes that at the same time, are well connected. This indicator is used with symmetric networks and it is considered as a popularity index of second order when uses and weights the links of the nodes in which the original node is connected and so on. The centralization index is an ownership of the network as a whole, this indicator shows the concentrations of information flows, it is the measure in which a network is dominated only by one node or group of nodes well positioned (Borgatti, et al. 2013).

Three levels of institutional collaboration were defined according to the strength of their links, by taking as principles those defined by Rovere (1999), the strength of the link was taken as a discrete variable with values of 1, 2 and 3.

Results and discussion

The collaborative network in the field of S&T in the state of Zacatecas is comprised of eight types of actors. 40 educational and research institutions, 2 finance institutions, 33 government institutions, 6 national institutions, 1 international body, 11 producer organizations and 5 input suppliers.

Levels of institutional collaboration

It was found that the participant actors in the field of S&T for the SRD, participate with different levels of commitment, for this, three levels of collaboration were defined and they are described in Table 1.

The results of the indicators of the networks obtained from the general network are shown in Table 2.

The results of the density and centralization indicator show not very dense and centralized networks, this means that not all actors are connected to each other, there is little cohesion between them, therefore, it is likely that not enough are not being generated to promote the knowledge and development of S&T. This result coincide with what is identified by König, M. D., Battiston, S., Napoletano, M., and Schweitzer, F. (2011) as structural properties of innovation networks that are unchanging in different industries: the networks are scarce, among all the possible connections between enterprises only develop a small subset; networks are highly grouped, they are locally dense; and the

el programa UCINET 6, un paquete para el *Social Network Analysis*.

Los indicadores utilizados del *Social Network Analysis* fueron la densidad, el *eigenvector* y el índice de centralización definidos por Borgatti, Everett, y Johnson (2013). La densidad es una medida de cohesión entre los actores, es la proporción de las relaciones existentes respecto a las posibles. El *eigenvector* es una medida de popularidad de un actor, un nodo con alto nivel de este indicador está conectado a nodos que a su vez están bien conectados. Este indicador se utiliza con redes simétricas y es considerado un índice de popularidad de segundo orden al usar y ponderar los vínculos de los nodos a los que el nodo original está conectado y así sucesivamente. El índice de centralización es una propiedad de la red en su conjunto, este indicador da cuenta de la concentración de los flujos de información, es la medida en la que una red está dominada por un solo nodo o por un grupo de nodos bien posicionados (Borgatti, et al. 2013).

Se definieron tres niveles de colaboración institucional de acuerdo con la fuerza de sus vínculos, tomando como principios los definidos por Rovere (1999), la fuerza del vínculo se tomó como una variable discreta que tomó valores de 1, 2 y 3.

Resultados y discusión

La red de colaboración en materia de CyT para el DRS en el estado de Zacatecas está conformada por ocho tipos de actores. Se identificaron a 40 instituciones de enseñanza e investigación, 2 instituciones financieras, 33 instituciones gubernamentales, 6 instituciones nacionales, 1 organismo internacional, 11 organizaciones de productores y 5 proveedores de insumos.

Niveles de colaboración institucional

Se encontró que los actores que están participando en materia de CyT para el DRS lo hacen con diferentes niveles de compromiso, por lo que se definieron tres niveles de colaboración que se describen en el Cuadro 1.

En el Cuadro 2 se muestran los resultados de los indicadores de las redes obtenidas a partir de la red general.

Los resultados del indicador de densidad y centralización muestran redes poco densas y

Table 1. Levels of collaboration found in the network of S&T for the SRD in Zacatecas.
Cuadro 1. Niveles de colaboración encontrados en la red de CyT para el DRS en Zacatecas.

Levels of cooperation / Niveles de Colaboración	Definition of the level / Definición del nivel
Level 1 / Nivel 1	Relationships established with collaboration agreements between institutions in which they are committed to be coordinated to develop activities that contribute to the SRD. These relationships do not yet include the contribution of financial resources, only the collaboration of human resources. / Relaciones establecidas con convenios de colaboración entre instituciones en las que se comprometen a coordinarse para desarrollar actividades que contribuyan al DRS. Estas relaciones aún no incluyen aportación de recursos económicos, solo colaboración de recursos humanos.
Level 2 / Nivel 2	Relationships in which concrete actions are being carried out in the field of S&T for the SRD, without a signing of an agreement, but with the collaboration of human resources, infrastructure and, sometimes, economic resources. / Relaciones en las que ya se están realizando acciones concretas en materia de CyT para el DRS, sin firma de convenio, pero sí con aportación de recursos humanos, de infraestructura y en ocasiones recursos económicos.
Level 3 / Nivel 3	Relationships in which collaboration agreements have been signed, which have provision of resources and develop actions in the field of S&T for the SRD with established goals and results. / Relaciones en las que han firmado convenios de colaboración, que tienen aportación de recursos y que están desarrollando acciones en materia de CyT para el DRS con metas establecidas y resultados.

Source: Own elaboration.
 Fuente: Elaboración propia.

Table 2. Indicators of the networks by level of collaboration.
Cuadro 2. Indicadores de las redes por nivel de colaboración.

Levels of collaboration / Niveles de colaboración	Number of actors / Número actores	Number of relationships / Número relaciones	Density / Densidad	Centralization / Centralización	Actors with greater eigenvector / Actores con mayor eigenvector
Level 1 / Nivel 1	52	98	3.7	30.2	IE4 (0.9)
Level 2 / Nivel 2	22	42	9.1	40.4	IG6 (0.9)
Level 3 / Nivel 3	45	94	4.7	30.0	IG1 (0.7)

Source: Own elaboration.
 Fuente: Elaboración propia.

distribution of links between enterprises tends to be very heterogeneous.

The indicator of *eigenvector* was calculated to identify actors that are connected with others, which at the same time are well linked (Borgatti et al., 2013). With this popularity indicator the main participants that are articulating networks and can act as systemic managers, are identified (Klerkx, et al., 2009). It was found that at the first level, actors with

centralizadas, lo que significa que no todos los actores están conectados entre sí, existe poca cohesión entre ellos, por lo que es probable que no se estén generando los suficientes vínculos para promover el conocimiento y el desarrollo de CyT. Este resultado coincide con lo que identifica König, M. D., Battiston, S., Napoletano, M., y Schweitzer, F. (2011) como propiedades estructurales de las redes de innovación que son invariables en diferentes

the greater *eigenvector* are educational and research institutions. At the second and third level, actors with the greater *eigenvector* are government institutions (Table 3). These actors are connected to others with higher grades of centrality, for this, their *eigenvector* value is high.

Figures 1, 2 and 3 show collaboration networks in the field of S&T for the SRD in the state of Zacatecas by levels of relationships, where the size of the node is proportional to the value of its *eigenvector*, the higher the indicator value, the larger node size and vice versa.

The results of the collaboration networks allow to suggest that at the first articulation level, actors count on the institutional will to cooperate in the signing of agreements and to establish the first step towards what is called cooperation and association by Rovere (1999). This level shows that actors know each other, they know about their presence on the territory and have objectives in common. It is worth noting that at this level, the main articulators are institutions that constitute the scientific and technological support for the SRD in the state. These institutions based on their mission and vision are setting the basis for the academic, scientific and cultural collaboration with direct linkage actions with municipalities from the state through their local authorities and high school institutions. Some activities they conduct are: the academic exchange and the development of scientific and technology research projects that address issues or needs detected by students within their home communities; knowledge implementation and diffusion; and innovation.

At the second and third collaboration level, the central position of government institutions is explained due to this type of actors have highly related objectives to the SRD and they also have human and economic resources derived from current public policies to develop these activities.

The second level has fewer actors and relationships, actions that promote the dissemination of technologies in support of the SRD, are identified, at this level, the actors formally collaborate by the Law of Sustainable Rural Development (Articles 24, 26, 32 Sections I and 37) mandate, even though, without the sign

industrias: las redes son escasas, de todas las posibles conexiones entre empresas, solo se realizan un pequeño subconjunto; las redes están altamente agrupadas, son localmente densas; y la distribución de enlaces entre las empresas tiende a ser muy heterogénea.

Se calculó el indicador de *eigenvector* para identificar actores que están conectados a otros que, a su vez, están bien relacionados (Borgatti et al., 2013). Con este indicador de popularidad se identificó a los principales participantes que están articulando las redes y que pueden fungir como gestores sistémicos (Klerkx, et al., 2009). Se encontró que en el primer nivel los actores con el mayor *eigenvector* son instituciones de enseñanza e investigación. En el segundo y tercer nivel los actores con el mayor *eigenvector* son instituciones gubernamentales (Cuadro 3). Estos actores están conectados a otros con grados altos de centralidad, por lo que su valor de *eigenvectores* es alto.

Las Figuras 1, 2 y 3 muestran a las redes de colaboración en materia de CyT para el DRS en el estado de Zacatecas por niveles de relacionamiento, en donde el tamaño del nodo está en proporción al valor de su *eigenvector*, a mayor valor del indicador mayor tamaño del nodo y viceversa.

Los resultados de las redes de colaboración permiten sugerir que en el primer nivel de articulación los actores cuentan con la voluntad institucional para colaborar en la firma de convenios y establecer el primer paso hacia lo que Rovere (1999) llama la cooperación y asociación. Este nivel muestra que los actores se conocen, saben de su presencia en el territorio y que tienen objetivos en común. Cabe destacar que en este nivel los principales articuladores son instituciones que constituyen el soporte científico y tecnológico para el DRS en el estado. Estas instituciones basadas en su misión y visión se encuentran sentando las bases para la colaboración académica, científica y cultural con acciones de vinculación directa con los municipios del estado a través de sus ayuntamientos e instituciones de nivel medio superior. Algunas actividades que realizan son: el intercambio académico y el desarrollo de proyectos de investigación científica y tecnológica que atiendan las problemáticas o necesidades detectadas

Table 3. Key actors identified in collaboration networks in the field of S&T for the SRD in the state of Zacatecas.
Cuadro 3. Actores clave identificados en las redes de colaboración en materia de CyT para el DRS en el estado de Zacatecas.

Level / Nivel	Code of the actor / Clave del actor	Value of the <i>eigenvector</i> / Valor del <i>eigenvector</i>	Name of the actor / Nombre del actor
1	IE4	0.9	Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología
	IE16	0.3	Universidad Autónoma de Zacatecas
	IN4	0.3	Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable del Estado de Zacatecas (OEIDRUS)
2	IG6	0.9	Subsecretaría para la Conservación de Suelos y Agua
	IG5	0.4	Subsecretaría de Desarrollo Rural
	IG39	0.4	Universidad Autónoma Chapingo, Campus Zacatecas
3	IG1	0.7	Subsecretaría de Agronegocios y Competitividad
	IG2	0.6	Subsecretaría de Agricultura
	IG5	0.4	Subsecretaría de Desarrollo Rural
	IE2	0.4	INIFAP Campus Zacatecas

Source: Own elaboration.
 Fuente: Elaboración propia.

Figure 1. Level 1 of the collaboration network in the field of S&T for the SRD in the state of Zacatecas.

Source: Own elaboration.

Figura 1. Nivel 1 de la Red de colaboración en materia de CyT para el DRS en el estado de Zacatecas.

Fuente: Elaboración propia.

Figure 2. Level 2 of the collaboration network in the field of S&T for the SRD in the state of Zacatecas.

Source: Own elaboration.

Figura 2. Nivel 2 de la Red de colaboración en materia de CyT para el DRS en el estado de Zacatecas.

Fuente: Elaboración propia.

Figure 3. Level 3 of the collaboration network in the field of S&T for the SRD in the state of Zacatecas.

Source: Own elaboration.

Figura 3. Nivel 3 de la Red de colaboración en materia de CyT para el DRS en el estado de Zacatecas.

Fuente: Elaboración propia.

of collaboration agreements, they coordinate actions and bring efforts together that allow instrumentation and operation of government programs, trainings and coordination of Territorial Development Projects.

At the third level, the greater commitment between actors is observed, with the provision of resources from both parties, with specific projects in the field of S&T intended for the SRD. The collaboration to implement direct trainings to the producer in the use of new technologies, extensionism, validation of technologies, design and development of the software that meets the requirements of the production units, studies about environmental impact, technological tours, certification of production processes, as well as technological packages for productive innovation, are at this level.

To become the scientific and technological development the driving force to go towards a knowledge economy and society, it is necessary a solid linkage among the public sector, high school institutions, research centers and private sector (CONACYT, 2017). The success in the innovation processes of several regions is a product of the creation of collaboration productive relationships with a variety of signs, laboratories, universities and governments, at both, federal and state level. The benefits of the collaboration include shared resources, multiple learning sources, promotion of dissemination and collaboration programs, among others (López & Sandoval, 2007).

The contribution of the article allows to identify the systemic managers (Table 3) with whom, at each relationship level, it is possible: a) to develop strategies to make known its collaborative actions and results; b) to promote the relationships between actors and additional resources and, c) to encourage actors at level 1 and 2 to commit with a greater cooperation to reach the level 3. Although it is not intended to talk about an ideal level of relationship, it is desirable that all actors have participation at the third level to contribute to the development and increase of results and impacts in the field of S&T.

To go from level 1 and 2 to the level 3, it will be necessary to foster new relationships and the emergence of the actors who participate as systemic

por estudiantes en sus comunidades de origen; aplicación y difusión del conocimiento; e innovación.

En el segundo y tercer nivel de colaboración, la posición central de instituciones gubernamentales se explica debido a que este tipo de actores cuentan con objetivos altamente relacionados con el DRS y además cuentan con los recursos económicos y humanos derivados de las políticas públicas actuales para desarrollar estas actividades.

El segundo nivel cuenta con menor número de actores y relaciones, se identifican acciones que promueven la difusión de tecnologías a favor del DRS, en este nivel colaboran los actores de manera formal por mandato de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (Artículos 24, 26, 32 Fracc. I y 37) aunque sin la firma de convenios de colaboración, coordinan acciones y conjuntan esfuerzos que permiten la instrumentación y operación de programas gubernamentales, capacitaciones y la coordinación de Proyectos de Desarrollo Territorial.

En el tercer nivel se observa el mayor compromiso entre los actores, con aportación de recursos de ambas partes, con proyectos específicos en materia de CyT dirigidos al DRS. En este nivel se encuentra la colaboración para la realización de capacitaciones directas al productor en el uso de nuevas tecnologías, extensionismo, validación de tecnologías, diseño y desarrollo de software que atienda los requerimientos de las unidades de producción, estudios de impacto ambiental, giras tecnológicas, certificación de procesos de producción, así como paquetes tecnológicos para la innovación productiva.

Para hacer del desarrollo científico y tecnológico un motor para transitar hacia una economía y sociedad del conocimiento, se requiere una sólida vinculación entre sector público, instituciones de educación superior, centros de investigación y sector privado (CONACYT, 2017). El éxito en los procesos de innovación de muchas regiones es producto de la formación de relaciones productivas de colaboración con variedad de firmas, laboratorios, universidades y gobiernos, tanto a nivel federal como estatal. Los beneficios de la colaboración incluyen recursos compartidos, múltiples fuentes de aprendizaje, impulso de programas de difusión y colaboración, entre otros (López & Sandoval, 2007).

managers in the network. However, this requires a policy that sustains the institutional learning and experimentation (Klerkx et al., 2009). This policy should take into account that the decision of the actors to establish a new association or terminate an existing one is based on the position they occupy in the network (König et al., 2011).

When analyzing the actors according to the type of institutional support they represent, it was identified that the mapping actors are located in three great supports or interrelated areas: scientific and technological support, regulatory support, operational support, that coincide with the relationship levels in which the actors are more present in a scientific, regulatory and operational way. This particularity should be taken into account by the systemic managers in the intervention strategies.

Investment for the SRD

López and Sandoval (2007) identified that one way to measure the effort of a country to drive and capitalize the S&T activities, is expressed in the investment made in this field, they also point out that the federal spending is the main component of the S&T investment in Mexico. One of the limiting factors for investment and greater actions from S&T in the state mentioned by interviewees, is the low Budget assigned for the rural sector, which, from their perception, has been constantly decreased.

The public expenditure in rural areas of Mexico decreased from 23.9% in 1985 to 10.2% in 2006 as proportion of total public expenditure (Gómez Oliver, 2007), this impacted in a decreased of the Budget assigned for subsidies, technological development, research and agricultural extension. This could have impacted on a slow growth pattern of the primary activities from 2004 to 2010 in the state of Zacatecas, although this sector has a robust participation in the value-added content of the state, as it is described by Gaytán (2016) in a study where he disaggregated factors that have influenced on the economic growth in the state.

In the same vein, according to the functional classification of the expense of the Federation Expenses Budget (by its Spanish acronym, PEF), there are three tasks related to the SRD. In the

El aporte del artículo permite identificar a los gestores sistémicos (Cuadro 3) con los que, en cada nivel de relacionamiento, es posible: a) desarrollar estrategias para dar a conocer sus acciones de colaboración y resultados; b) promover el relacionamiento entre actores con recursos complementarios y, c) fomentar que los actores que se encuentran en los niveles 1 y 2 se comprometan a una mayor cooperación para transitar al nivel 3. Si bien no se pretende hablar de un nivel de relacionamiento ideal, es deseable que todos los actores tengan participación en el tercer nivel para contribuir al desarrollo e incremento de los resultados e impactos en materia de CyT.

Para transitar de los niveles 1 y 2 al nivel 3 será necesario fomentar nuevas relaciones y el surgimiento de actores que participen como gestores sistémicos en la red. Sin embargo, esto requiere de una política que sustente el aprendizaje y la experimentación institucionales (Klerkx et al., 2009). Dicha política deberá considerar que la decisión de los actores de establecer una nueva asociación o rescindir de una existente se basa en la posición que ocupan en la red (König et al., 2011).

Al analizar a los actores de acuerdo con el tipo de soporte institucional que representan, se identificó que los actores mapeados se ubican en tres grandes soportes o áreas interrelacionadas: soporte científico y tecnológico, soporte normativo y soporte operativo, que coinciden con los niveles de relacionamiento en los que más presencia tienen los actores de tipo científico, normativo y operativo. Esta particularidad deberá ser tomada en cuenta por los gestores sistémicos en las estrategias de intervención.

Inversión para el DRS

López y Sandoval (2007) identificaron que una forma de medir el esfuerzo de un país por impulsar y capitalizar las actividades de CyT se expresa en la inversión realizada en este campo, además señalan que el gasto federal es el principal componente de la inversión en CyT en México. Una de las limitantes para la inversión y mayores acciones de CyT en el estado señaladas por los entrevistados es el escaso presupuesto asignado al sector rural, que desde su percepción ha disminuido de manera constante.

state of Zacatecas, the average annual growth rate (AAGR) (2015-2020) of the Budget assigned for these tasks was -74% for the "Agriculture, forestry, fishing and hunting" task, -77% for "Environmental protection" task and 53% for the "Science, technology and innovation" task. This shows that the Budget assigned and spent by the state institutions to develop the first two tasks, has significantly decreased in the last six years, only for the last task, there is a growth of the budget for the same period. However, it is important to highlight that in the three tasks, there is a decrease of the expense from 2016. The changes in the budget assigned for these three tasks can be observed in the Figure 4.

The calculated AAGR indicate that the perception of interviewees matches with the reality. In terms of budget, the support for the agricultural sector and environmental protection, has decreased and has prejudiced institutions such as the Secretariat for the Countryside and the Secretariat of the Water and Environment, which are the institutions that lead the SRD in the state. However, it is also showed that

En México el gasto público rural disminuyó de 23.9 % en 1985 a 10.2 % en 2006 como proporción del gasto público total (Gómez Oliver, 2007), lo que impactó en una disminución de la asignación de presupuesto para subsidios, desarrollo tecnológico, investigación y extensionismo. Lo que pudo haber impactado en un patrón de crecimiento ralentizado de las actividades primarias de 2004 a 2010 en el estado de Zacatecas, a pesar de que este sector tiene una participación robusta en la composición del valor agregado del estado, como lo describe Gaytán (2016) en un estudio en el que desagregó los factores que han incidido sobre el crecimiento económico de la entidad.

En el mismo sentido, de acuerdo con la clasificación funcional del gasto del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF), hay tres funciones relacionadas con el DRS. Para el estado de Zacatecas la Tasa de Crecimiento Medio Anual (TCMA) (2015-2020) del presupuesto asignado a estas funciones fue de -74 % para la función "Agropecuaria, silvicultura, pesca y caza", de -77 % para la función "Protección

Figure 4. Amount exercised by the three tasks of the expense Functional Classification related to the SRD in the state of Zacatecas 2015-2020 (constant prices in millions of pesos).

***From 2015 to 2019 the values correspond to the amount paid and in 2020 the value corresponds to the amount approved in the PEF.**

Source: own elaboration with PEF data from 2015 to 2020.

Figura 4. Monto ejercido por las tres funciones de la Clasificación Funcional del gasto relacionadas con el DRS en el estado de Zacatecas 2015-2020, (precios constantes en millones de pesos).

***De 2015 a 2019 los valores corresponden al monto pagado y de 2020 el valor corresponde al monto aprobado en el PEF.**

Fuente: Elaboración propia con datos del PEF 2015 a 2020.

the Budget allocated to the science, technology and innovation, has had a decrease in its budget assigned from 2016, in the last task, the Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología (COZCyT) is the institution responsible of promoting the S&T development in the state, including the support for projects that benefit the rural sector.

It is essential that Zacatecas continue with the efficient use of the resources with the support of the implementation of the Results-Based Budgeting and the Performance Evaluation System (RBB-PES), with this regard, in 2020, Zacatecas obtained a valuation in the Diagnosis about the progress made in the implementation of the RBB-PES in the federative entities of 75.2 %, standing in 9° place with a medium-high scale (SHCP, 2020), in the results of this diagnosis, there are areas of improvement that has implement.

Strengthening of the network

For small and medium size producers to develop themselves, it is clear that they have to do it in an environment of knowledge Exchange and trust in their relationships, with the develop of links with a multiplicity of actors that strength them.

Taking into account the international level, since the emergence of the concept of the sustainable development, this has been a bridge to link social groups with conflicting positions by creating a common space for the mutual cooperation (Murdoch, 1993). In this sense, the institutions of the state of Zacatecas must act to encourage their cooperation in favor of the SRD.

In the nineties, some authors argued that the debate on sustainability, especially in agriculture, was about the scale, as a result of this debate, it was proved that the more suitable sustainability level is the local one. The subsequent debate revolved around the need to establish or do not establish coordination mechanisms between local communities (Paniagua & Moyano, 1998). The current research contributes with the current debate by showing the need to focus efforts in order to create intra-institutional and inter-institutional coordination mechanisms at local and state level that comply the objectives and goals, where systemic managers play an important role in the promotion of a greater institutional commitment.

ambiental” y 53 % para la función de “Ciencia, tecnología e innovación”. Lo que demuestra que el presupuesto asignado y gastado por las instituciones estatales para el desarrollo de las primeras dos funciones ha disminuido considerablemente en los últimos seis años, solo para la última función se observa un crecimiento del presupuesto para el mismo periodo. Sin embargo, cabe destacar que en las tres funciones se observa una disminución del gasto a partir de 2016. En la Figura 4 se pueden observar los cambios en el presupuesto asignado a estas tres funciones.

Las TCMA calculadas indican que la percepción de los entrevistados coincide con la realidad. En términos presupuestales el apoyo al sector agropecuario y a protección ambiental ha disminuido afectando a instituciones como la Secretaría del Campo y la Secretaría del Agua y Medio Ambiente que son las instituciones encargadas de liderar el DRS en el estado; sin embargo, también se muestra que el presupuesto asignado a ciencia, tecnología e innovación ha tenido un decremento en su presupuesto asignado a partir de 2016, en esta última función el Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología (COZCyT) es la institución encargada de promover el desarrollo de CyT en el estado, incluyendo apoyos a proyectos que benefician al sector rural.

Es indispensable que Zacatecas continúe en el camino del uso eficiente de los recursos apoyándose en la implementación del Presupuesto Basado en Resultados y el Sistema de Evaluación del Desempeño (PBR-SED), al respecto en 2020 Zacatecas obtuvo una valoración en el Diagnóstico sobre el avance en la implementación del PBR-SED de las entidades federativas de 75.2 %, ubicándose en el 9° lugar con una escala medio-alta (SHCP, 2020), en los resultados de dicho diagnóstico se encuentran áreas de mejora que debe implementar.

Fortalecimiento de la red

Para que los pequeños y medianos productores se desarrollen, es claro que deben hacerlo en un entorno de intercambio de conocimientos y de confianza en sus relaciones, con la creación de vínculos con una multiplicidad de actores que los fortalezcan.

The growth of the rural areas of the state will be supported according to the capacity of their institutions to develop S&T, as long as this is useful and responds to the population problems, as well as rural production units. For the primary sector to contribute again to economic growth in a positive way, it is necessary to launch an active agricultural policy where the government supports the rural sector (Cruz & Polanco, 2014) with the supply of better inputs, in the application of new knowledge and modern technology (Thirlwall, 2003), by introducing policies that allow the decentralization of processes in the decision (Paniagua & Moyano, 1998), that guarantee the technological development and innovation from the support research, to the application of new knowledge and modern technologies.

In the same vein, Lall (1992) points out that the development of technological capacities is the result of the investments made in response to external and internal stimuli and with the interaction of other economic agents, both public and private. However, the technological capacities by themselves do not create a knowledge and SD, for this, it is necessary to develop a new combination of ideas, capacities, skills and resources that as consequence, generate innovation (Archibugi & Coco, 2004). In other words, it is a way where the interaction is the key, the first step is to generate investment to develop capacities, for this, the interaction between actors is essential.

The institutions identified as potential managers for innovation in the state can use policy instruments such as Mixed Funds and Sectoral Funds, these aim to increase the expenditure for scientific and technological development by the federal and state government. With the use of these instruments, public and private institutions can manage collaboration and contribute to SRD.

Conclusions

In the state of Zacatecas there is a network of actors that collaborate in the field of S&T for the SRD, this collaboration occurs at three levels. However, many of these actors are unaware of the others and what they are doing, this research makes a contribution to the identification of the network and its key actors who can play the systemic managers role.

Considerando el nivel internacional, desde que surgió el concepto de Desarrollo Sustentable, este ha servido como un puente para unir a grupos sociales con posiciones contrapuestas generando un espacio común para cooperar entre ellos (Murdoch, 1993); en este mismo sentido deben actuar las instituciones del estado de Zacatecas para fomentar su cooperación a favor del DRS.

En los años 90's algunos autores argumentaron que el debate sobre la sustentabilidad, sobre todo en la agricultura, fue sobre la escala, resultado de este debate se comprobó que el nivel de sustentabilidad más apropiado es el local. El debate posterior giró en torno a la necesidad de establecer o no mecanismos de coordinación entre las comunidades locales (Paniagua & Moyano, 1998). La presente investigación aporta al debate actual mostrando la necesidad de enfocar esfuerzos para generar mecanismos de coordinación intra-institucionales e inter-instituciones a nivel local y estatal que lleven al cumplimiento de objetivos y metas, en donde los gestores sistémicos juegan un papel importante en la promoción de un mayor compromiso institucional.

El crecimiento de las áreas rurales del estado se soportará en la capacidad que tengan sus instituciones para el desarrollo de CyT, en la medida en que este sea de utilidad y ofrezca respuestas a las problemáticas de la población, incluyendo a las unidades de producción rural. Para que el sector primario contribuya nuevamente al crecimiento económico de manera positiva, es indispensable poner en marcha una política agrícola activa en la que el gobierno apoye al sector rural (Cruz & Polanco, 2014) con el suministro de mejores insumos, en la aplicación de nuevo conocimiento y de tecnología moderna (Thirlwall, 2003), introduciendo políticas que permitan la descentralización de los procesos en la toma de decisiones (Paniagua & Moyano, 1998), que garanticen el desarrollo tecnológico y la innovación, por medio del apoyo a la investigación, a la aplicación de nuevo conocimiento y a las tecnologías modernas.

En el mismo sentido, Lall (1992) señala que el desarrollo de las capacidades tecnológicas es el resultado de inversiones realizadas en respuesta a estímulos externos e internos y en interacción con otros agentes económicos, tanto públicos

Nevertheless, for the managers to develop their tasks, it is appropriate to identify their strengths and to know their needs.

With the actors identified by relationship level, it is possible to develop strategies to make their collaborative activities and results known, to promote the linkage and participation between actors with additional resources, and to foster the transition of actors at levels 1 and 2 to the level 3.

It is recognized that the decrease in the budget of the institutions can be a significant limiting factor for the development of their scientific and technological activities for SRD. Nevertheless, there are public policy instruments that public and private institutions can take advantage of. This research shows the importance of cooperation in a scenario where it is imperative the efficient use of resources.

The proposed methodology can be applied to analyze other states or regions. The limiting factor presented in this research was that some public institutions have incomplete information in their databases of the NTP.

End of English version

References / Referencias

- Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, H., Muñoz-Rodríguez, M., & García-Sánchez, E. I. (2016). Análisis de redes sociales para catalizar la innovación agrícola: de los vínculos directos a la integración y radialidad. *Estudios Gerenciales*, 32(140), 197–207. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.06.006>
- Archibugi, D., & Coco, A. (2004). A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo). *World Development*, 32(4), 629–654. <https://doi.org/10.2139/ssrn.487344>
- Arencibia Jorge, R., & Araujo Ruiz, J. A. (2008). Visualización de la colaboración científica en la Revista CENIC Ciencias Químicas durante el período 1996-2005 mediante técnicas de análisis de redes sociales. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 39(3), 161–166.
- Becerril-Tinoco, Y., & Rogel-Salazar, R. (2015). Redes de colaboración científica en los estudios territoriales. *EURE*, 41(123), 311–324. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612015000300013>

como privados. Sin embargo, por sí mismas, las capacidades tecnológicas no generan conocimiento y DS, por lo que es necesario que se produzca una nueva combinación de ideas, capacidades, habilidades y recursos que como consecuencia generen innovación (Archibugi & Coco, 2004). Es decir, que se trata de un camino en el que la interacción es la clave, el primer paso es generar inversión para el desarrollo de capacidades para lo que es necesaria la interacción entre los actores.

Las instituciones identificadas como posibles gestores de la innovación en el estado pueden hacer uso de instrumentos de política como los Fondos Mixtos y los Fondos Sectoriales, con los que se busca incrementar el gasto destinado al desarrollo científico y tecnológico por parte del gobierno federal y de los estados. Utilizando estos instrumentos las instituciones públicas y privadas pueden gestionar la colaboración y contribuir al DRS.

Conclusiones

En el estado de Zacatecas existe una red de actores que ya están colaborando en materia de CyT para el DRS, dicha colaboración se da en tres niveles. Sin embargo, muchos de estos actores desconocen a los otros y lo que están haciendo, esta investigación aporta a la identificación de la red y de sus actores clave que pueden tomar el papel de gestores sistémicos. Sin embargo, para que los gestores sistémicos realicen sus funciones es conveniente identificar sus fortalezas y conocer sus necesidades.

Con los actores identificados por nivel de relacionamiento es posible desarrollar estrategias para dar a conocer sus acciones de colaboración y resultados, promover la vinculación y participación entre actores con recursos complementarios, y fomentar el tránsito de los actores de los niveles 1 y 2 al nivel 3.

Se reconoce que la disminución en el presupuesto de las instituciones puede ser una importante limitante en el desarrollo de sus actividades científicas y tecnológicas para el DRS; sin embargo, existen instrumentos de política pública que las instituciones públicas y privadas pueden aprovechar. Esta investigación muestra la importancia de la colaboración en un escenario en el que es imprescindible el uso eficiente de los recursos.

- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2013). *Analyzing social networks*. Los Angeles, CAL: SAGE Publications Ltd.
- Comisión Nacional del Agua. (2012). *Agenda del Agua 2030. Avances y logros 2012*. 36. Retrieved from <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Temas/AgendadelAgua2030.pdf>.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2017). Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación 2017. *Conacyt*, 340. Retrieved from <http://www.sicyt.gob.mx/index.php/estadisticas/informe-general/informe-general-2017/4813-informe-general-2017/file>
- Corral-Marfil, J. A., Rodríguez-Herrera, I. M., Vargas-Vázquez, A., & Cànoves-Valiente, G. (2015). Estudio de la investigación turística a través de las coautorías de artículos: cálculo de indicadores de colaboración y análisis de redes sociales. El caso de las universidades catalanas. *PASOS - Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 13(4), 789–803. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2015.13.055>
- Cosme Casulo, J. (2018). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la academia. *MEDISAN*, 22(8), 838–848.
- Cruz, M., & Polanco, M. (2014). El sector primario y el estancamiento económico en México. *Problemas Del Desarrollo*, 45(178), 9–33. [https://doi.org/10.1016/S0301-7036\(14\)70874-0](https://doi.org/10.1016/S0301-7036(14)70874-0)
- Duarte Montenegro, J. E. (2008). Vinculación universidad-sector productivo: Una visión para el desarrollo tecnológico de las organizaciones. *Visión Gerencial*, julio-dici(2), 317–332.
- FAO. (2012). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Invertir en la agricultura para construir un futuro mejor*. Roma.
- Flores Payán, L., & Pérez Mora, R. (2016). Uso de conjuntos difusos para cuantificar el potencial de cuerpos académicos desde la conformación de redes científicas de colaboración. *Investigación y Ciencia*, 24(68), 70–77.
- Gaytán Alfaro, E. (2016). Configuración económico-productiva del estado de Zacatecas, México: un análisis de composición multisectorial. *Paradigma Económico*, 8(2), 5–25.
- GEZ. (2017). *Plan Estatal de Desarrollo de Zacatecas 2017-2021*. México: Gobierno del Estado de Zacatecas.
- Gobierno de México. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo* (p. 75). p. 75. México: Gobierno de México.
- Gómez Oliver, L. (2007). *Análisis Integral del Gasto Público Agropecuario en México*. México: FAO-SAGARPA.

La metodología propuesta puede ser aplicada para analizar a otros estados o regiones. La limitante que se presentó en esta investigación fue que algunas instituciones públicas tienen información incompleta en sus bases de datos de la PNT.

Fin de la versión en español

- Howells, J. (2006). Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Research Policy*, 35(5), 715–728. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.03.005>
- Jackson, M. O., & Wolinskyb, A. (1996). A Strategic Model of Social and Economic Networks. *Journal of Economic Theory*, 71(1), 44–74. <https://doi.org/10.1006/jeth.1996.0108>
- Juárez Díaz, D., Coria Páez, A. L., & Tejeida Padilla, R. (2019). Relevance of systemic brokers in innovation processes of rural producers in Mexico City. *Textual*, 74, 115–155. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5154.r.textual.2019.74.14>
- Klerkx, L., Hall, A., & Leeuwis, C. (2009). *Fortalecimiento de la capacidad de innovación agrícola: ¿Son los gestores sistémicos de innovación la respuesta?* México: IICA-México.
- König, M. D., Battiston, S., Napoletano, M., & Schweitzer, F. (2011). Recombinant knowledge and the evolution of innovation networks. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 79(3), 145–164. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2011.01.007>
- Kumari Rigaud, K., Sherbinin, A. de, Jones, B., Bergmann, J., Clement, V.,..., Midgley, A. (2018). Groundswell - Preparing for internal climate migration. *Washington, DC: The World Bank*, 256. <https://doi.org/doi.org/10.7916/D8Z33FNS>
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*, 20(2), 165–186. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F)
- León Pupo, N. I., Castellanos Domínguez, M. I., Curra Sosa, D., Cruz Ramírez, M., & Rodríguez Palma, M. I. (2018). Investigación en la Universidad de Holguín: compromiso con la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. *Actualidades Investigativas En Educación*, 19(1), 1–29. <https://doi.org/10.15517/aie.v19i1.35699>
- López Leyva, S., & Sandoval Barraza, L. (2007). Un análisis de la política de ciencia y tecnología en México. *Estudios Sociales: Revista de Investigación Científica*, 15(30), 135–166.

- Loyola Díaz, R., Aceves Navarro, L., Juárez López, F., & Téllez Serrano, T. M. (2019). Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo sustentable de Tabasco en la era del cambio global. *Sociedad y Ambiente*, (20), 125–151. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i20.1996>
- Murdoch, J. (1993). Sustainable rural development: towards a research agenda. *Geoforum*, 24(3), 225–241. [https://doi.org/10.1016/0016-7185\(93\)90018-D](https://doi.org/10.1016/0016-7185(93)90018-D)
- OCDE. (2005). *Manual de Oslo, guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación* (Tercera Ed; G. Tragsa, Ed.). Madrid: OCDE y Eurostat.
- Paniagua, Á., & Moyano, E. (1998). Medio ambiente, desarrollo sostenible y escalas de sustentabilidad. *Reis*, (83), 151. <https://doi.org/10.2307/40184124>
- Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., Altamirano-Cárdenas, J. R., & Muñoz-Rodríguez, M. (2007). *Etapas del mapeo de redes territoriales de innovación*. México: SAGARPA-UTE Innovación-FAO-CIESTAAM-UACH.
- Rodríguez, H., Ramírez-Gómez, C. J., Aguilar-Gallegos, N., & Aguilar-Ávila, J. (2016). Análisis de redes de generación de conocimiento en la extensión rural en Colombia. *Agronomía Colombiana*, 34(3), 393–402. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n3.58500>
- Rovere, M. R. (1999). *Redes en salud, un nuevo paradigma para el abordaje de las organizaciones y la comunidad*. Rosario, República Argentina: Secretaría de Salud Pública/ AMR, Instituto Lazarte.
- Sánchez Gómez, J., Rendón Medel, R., Díaz, J. J., & Sonder, K. (2016). El soporte institucional en la adopción de innovaciones del productor de maíz: región centro, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Pub. Espec*(30 jun-30 ago), 2925–2938.
- Segrelles Serrano, J. A. (2012). La Política Agrícola Común de la Unión Europea y la soberanía alimentaria de América Latina: Una interrelación dialéctica. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, XVI(451), 1–22. Retrieved from <http://web.ub.edu/geocrit/sn/sn-415.htm>
- SHCP. (2020). *Informe del avance alcanzado por las Entidades Federativas, los Municipios y las Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México en la implantación y operación del Presupuesto Basado en Resultados y del Sistema de Evaluación del Desempeño*. México.
- Thirlwall, A. P. (2003). *Growth and development, with special reference to developing economies*. Houndmills, Basingstoke, Hampshire: Palgrave Macmillan.
- UNDG. (2018). *Desafíos y estrategias para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe*. Retrieved from <https://onu.org.gt/wp-content/uploads/2018/10/Desafios-y-Estrategias-para-el-Desarrollo-sostenible-en-América-Latina-y-el-Caribe-compressed.pdf>
- Vargas, M., & Malaver Rodríguez, F. (2004). Los avances en la medición del desarrollo tecnológico en la industria colombiana. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 1(2), 137–166.
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Great Britain: Oxford University Press.
- Zambada-Martínez, A., Cadena-Iñíguez, P., Ayala-Sánchez, A., Sedas-Larios, L. E. I., Pérez-Guel, R. O.,..., Rendón-Medel, R. (2013). Red de articulación institucional y organizacional para gestionar innovaciones en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10(4), 443–458. Retrieved from https://pdfs.semanticscholar.org/70de/678e0b9c21892327053b3d3cfb013d86ac2b.pdf?_ga=2.209737308.813279391.1585065490-559748416.1585065490
- Zarazúa-Escobar, J. A., Almaguer-Vargas, G., & Márquez-Berber, S. R. (2011). Redes de innovación en el sistema productivo fresa en Zamora, Michoacán. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(1), 51–60.