

Adopción de prácticas de agricultura de conservación en Tlaxcala, México*

Adoption of conservation agriculture practices in Tlaxcala, Mexico

Mirian Valerio Robles¹, Roberto Rendón Medel^{1§}, José Ulises Toledo² y Julio Díaz José¹

¹Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM)-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México. México, C. P. 56230. (mvalerio@ciestaam.edu.mx). ²West Virginia State University, Gus R. Douglass Land-Grant Institute 131 Ferrell Hall, P. O. Box 1000. (toledoju@wvstateu.edu). [§]Autor para correspondencia: rendon.roberto@ciestaam.edu.mx.

Resumen

La agricultura de conservación (AC) es una combinación de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad del suelo. La AC es una innovación en el proceso de producción agrícola que integra las prácticas de mínima remoción del suelo, la cobertura permanente del suelo y la rotación de cultivos. La decisión de los agricultores en adoptar una nueva tecnología agrícola depende en gran medida del tipo de información que pueda obtener para tomar la decisión de adoptarla. El objetivo de este estudio fue analizar las fuentes de información que tienen los productores en Tlaxcala, México sobre las prácticas de AC. La información de campo integra 461 observaciones, las cuales se tipificaron en cuatro categorías de acuerdo a las prácticas de AC que realizan. Se emplearon indicadores de redes sociales e indicadores estadísticos para analizar cada categoría. Se observó que la fuente de conocimiento de los productores que realizan AC son principalmente proveedores de servicios profesionales (PSP) y centros de enseñanza e investigación (IE). Los productores que realizan las tres prácticas de AC son los de mayor capacidad de búsqueda de información, aunque no son los de mayores referencias como fuentes de información hacia otros productores. Una estrategia de AC deberá considerar que la difusión, más que la adopción en sí, es un aspecto central para incrementar el número de productores que adoptan a la AC.

Abstract

The conservation agriculture (AC) is a combination of agronomic, biological and mechanical measures that improve soil quality. The AC is an innovation in the agricultural production process that integrates practices minimum soil disturbance, permanent soil cover and crop rotation. The decision of farmers to adopt new agricultural technology depends largely on the type of information you can get to make the decision to adopt it. The aim of this study was to analyze the sources of information that are producers in Tlaxcala, Mexico on AC practices. It integrates information field 461 observations, which were typed into four categories according to AC practices they perform. The indicators of social networks and statistical indicators were used to analyze each category. It was noted that the source of knowledge of producers who are mainly AC professional service providers (PSP) and teaching and research centers (IE). Producers who perform the three practices AC are the most searchable information, but are not older references as sources of information to other producers. AC strategy should consider that diffusion rather than adoption itself is central to increasing the number of producers who adopt the AC.

Keywords: knowledge sources, network analysis, producers diffusers, technology transfer.

* Recibido: enero de 2016
Aceptado: marzo de 2016

Palabras clave: análisis de redes, fuentes de conocimiento, productores difusores, transferencia de tecnología.

Introducción

La agricultura de conservación (AC) es una alternativa para mejorar tanto la sostenibilidad como las exigencias de rentabilidad, riesgo y externalidades de los cultivos agrícolas. La sostenibilidad de la agricultura según Kassam (2009) esta cuestionada por el aumento en el costo de los alimentos y de la energía, la escasez de agua, la degradación de los ecosistemas, el cambio climático, la biodiversidad, y la crisis financiera. En este contexto (Scopel *et al.*, 2013) se exige que los cultivos sean más rentables, resistentes a condiciones adversas del entorno, de bajo riesgo, basados en tecnologías de bajo costo y con externalidades negativas mínimas.

Para algunos autores (Cadena *et al.*, 2009; Stagnari *et al.*, 2010; Kassam y Friedrich 2011; Ndah *et al.*, 2013) la AC es una combinación de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad del suelo; para otros (Knowler y Bradshaw 2007; Hobbs *et al.*, 2008) es la integración formal de prácticas realizadas por los agricultores previo al surgimiento de la AC como forma de producción. Así, la AC puede entenderse como una innovación en el proceso de producción, o bien, como la integración de prácticas comunes realizadas de manera aislada.

Las tres prácticas que integran el sistema bajo AC son la mínima remoción del suelo, la cobertura permanente del suelo y la rotación de cultivos (Govaerts *et al.*, 2009; Moreno *et al.*, 2011). La mínima remoción refiere a la siembra directa para evitar la alteración mecánica del suelo. La cobertura permanente consiste en el uso de rastrojos y cultivos de cobertera para evitar la erosión y pérdida de humedad. La rotación de cultivos orienta a la selección de especies diferentes al cultivo principal con el propósito de fijar nitrógeno y romper el ciclo de plagas y enfermedades. El éxito del sistema de AC se relaciona con la aplicación simultánea de los tres principios que lo integran y del tiempo en que éstos han sido aplicados. Realizar solo una de las prácticas señaladas no se considera, en esta investigación, como una innovación de proceso sino como la adopción de una práctica tecnológica.

Introduction

The conservation agriculture (AC) is an alternative to improve both sustainability and profitability requirements, risk and externalities of agricultural crops. The sustainability of agriculture as Kassam (2009) is challenged by the rising cost of food and energy, water scarcity, degradation of ecosystems, climate change, biodiversity, and the financial crisis. In this context (Scopel *et al.*, 2013) are required to be more profitable crops resistant to adverse environmental conditions, low risk, based on low-cost technologies and minimum negative externalities.

For some authors (Cadena *et al.*, 2009; Stagnari *et al.*, 2010; Kassam and Friedrich 2011; Ndah *et al.*, 2013) the AC is a combination of agronomic, biological and mechanical measures that improve soil quality; for others (Knowler and Bradshaw 2007; Hobbs *et al.*, 2008) it is the formal integration of practices by farmers prior to the emergence of the AC as a form of production. Thus, the AC can be understood as an innovation in the production process, or as the integration of common practices carried out in isolation.

The three practices that integrate the system under AC are the minimum soil disturbance, permanent soil cover and crop rotation (Govaerts *et al.*, 2009; Moreno *et al.*, 2011). The minimum clearance refers to direct seeding to avoid mechanical soil disturbance. The permanent coverage is the use of crop residues and cover crops to prevent erosion and moisture loss. The crop rotation guides the selection of the main crop species for the purpose of fixing nitrogen and breaking the cycle of pests and diseases. The success of AC system is related to the simultaneous implementation of the three principles that integrate and time in which they have been applied. Perform only one of the practices mentioned it is not considered in this research as a process innovation but as the adoption of a technological practice.

Globally the adoption of conservation agriculture (AC) is 7% of the agricultural area as Kassam (2009); in southern Latin America, the AC is practiced in 60% of the agricultural area, mainly between commercial and large farmers; in Mexico the adoption of AC has been limited, and to the 2008- 2009 cycle covered approximately 1% of the agricultural area, equivalent to about 22 800 ha.

A nivel mundial la adopción de la agricultura de conservación (AC) es de 7% de la superficie agrícola según Kassam (2009); en el sur de América Latina la AC se practica en 60% de la superficie agrícola, principalmente entre agricultores comerciales y grandes; en México la adopción de la AC ha sido limitada, y hasta el ciclo 2008- 2009 cubría aproximadamente 1% de la superficie agrícola, lo que equivale a alrededor de 22 800 ha.

Entre los factores que explican una baja adopción de AC en los productores es su orientación empresarial, los objetivos esperados en el corto plazo, limitaciones económicas de los agricultores, así como de las normas, la cultura y las percepciones de los agricultores (Derpsch y Friedrich 2008; Baudron *et al.*, 2009; Stagnari y Abstract, 2009). La decisión de los agricultores en adoptar una nueva tecnología agrícola con preferencia a otra alternativa depende de factores complejos y de la percepción del productor en adoptar otra tecnología que ha sido poco estudiada. Negatu (1999) señala que el conocimiento de los factores que influyen en las percepciones facilitaría la mejora del desarrollo y la transferencia de tecnologías apropiadas.

Según Feder y Umali (1993), el proceso de adopción se basa en una secuencia de decisiones que los individuos hacen de adoptar o rechazar una innovación. Para algunos autores (Knowler y Bradshaw 2007; Hobbs *et al.*, 2008; Baudron *et al.*, 2009; Moreno *et al.*, 2011) existen múltiples factores que influyen en la adopción de innovaciones agrícolas, de los cuales se mencionan los siguientes: edad del agricultor, escolaridad, la renovación generacional, capital social, capacidad de gestión, la disponibilidad de maquinaria, tipo de propiedad de la tierra, tamaño de la finca, rendimiento de los cultivos, la rentabilidad agrícola y el tipo de suelos. A estos factores podemos agregar el acceso, tanto en cantidad como en calidad de información. Un mayor acceso a información de calidad incrementará la adopción de una innovación.

La mayoría de las investigaciones que se han enfocado al estudio en la adopción de innovaciones, según Ghadim (1999) se han preocupado por responder a las preguntas: (a) lo que determina si un productor particular, adopta o rechaza una innovación; y (b) lo que determina el patrón de difusión de la innovación a través de la población de los posibles adoptantes. Negatu (1999) señala que los modelos conceptuales empleados para explicar la decisión de los agricultores para adoptar nuevas tecnologías se pueden clasificar en tres grupos: (i) el modelo de innovación-difusión en la cual una tecnología se transfiere de su fuente

Among the factors contributing to the low adoption of AC on producers is their business orientation, objectives expected in the short term, economic constraints of farmers, as well as the norms, culture and perceptions of farmers (Derpsch and Friedrich 2008; Baudron *et al.*, 2009; Stagnari and Abstract, 2009). The decision of farmers to adopt new agricultural technology in preference to alternative depends on complex factors and the perception of the producer to adopt another technology that has been little studied. Negatu (1999) notes that knowledge of the factors that influence perceptions facilitate improved development and transfer of appropriate technologies.

According Feder and Umali (1993), the adoption process is based on a sequence of decisions that individuals make to adopt or reject an innovation. For some authors (Knowler and Bradshaw 2007; Hobbs *et al.*, 2008; Baudron *et al.*, 2009; Moreno *et al.*, 2011) there are many factors that influence the adoption of agricultural innovations, of which the following are mentioned: farmer's age, education, generational renewal, capital, management capacity, availability of equipment, type of land ownership, farm size, crop yields, crop yield and soil type. To these factors we can add access, both in quantity and quality of information. Increased access to quality information will increase the adoption of an innovation.

Most investigations have focused the study on the adoption of innovations, according Ghadim (1999) have been concerned about answering questions: (a) what determines whether a particular producer, adopt or reject an innovation; and (b) that determines the pattern of diffusion of innovation through the population of potential adopters. Negatu (1999) notes that the conceptual models used to explain the decision of farmers to adopt new technologies can be classified into three groups: (i) the model of innovation-diffusion in which technology is transferred from its source (the systems research) to end through an intermediary agent (extension systems) and its diffusion potential users-users communities depends mainly on the personal characteristics of individual potential user; (ii) the model of economic constraints where the distribution of the allocation of resources among potential users in a country or region determines the pattern of adoption of technological innovation; and (iii) context model technology user characteristics which integrates approaches assume that the characteristics of the agro-ecological, socio-economic and institutional contexts of technology users to play the central role in decision-making and process broadcast.

(los sistemas de investigación) a los usuarios finales a través de agente intermediario (sistemas de extensión) y su difusión en los potenciales usuarios-comunidades depende principalmente de las características personales del usuario potencial individual; (ii) el modelo de las limitaciones económicas donde la distribución de la dotación de recursos entre los usuarios potenciales en un país o región determina el patrón de adopción de una innovación tecnológica; y (iii) modelo de contexto de la tecnología de las características del usuario el cual integra enfoques que asumen que las características de los contextos agro-ecológicas, socioeconómicas e institucionales de usuarios de tecnología que desempeñan el papel central en la decisión de adopción y proceso de difusión.

La teoría de la difusión de innovaciones de Rogers (2003) define la difusión como el proceso mediante el cual una innovación es comunicada en el tiempo y difundida por determinados canales, entre los miembros de un sistema social; y la adopción como el proceso en el que un individuo o unidad de producción pasa de tener un primer conocimiento de la innovación, a la formación de una actitud hacia ella, a la decisión de aprobarla o rechazarla, a su aplicación, y la confirmación de esta nueva idea. Engel y Salomon (1999) señalan que la clave para la innovación, incluyendo la difusión y empleo de las innovaciones originadas por otros, radica en la calidad de la interacción entre los agricultores, empresas, donantes, investigadores y gobiernos la cual no puede considerarse como una competencia individual, ni tampoco como la suma de una serie de competencias individuales; en lugar de eso, ésta debe verse como una competencia social, algo que comparten todos esos individuos, instituciones y organizaciones interesadas en el desarrollo rural.

En este enfoque Koschatzky (2002) señala que el enfoque de red de innovación reconoce de manera explícita que la innovación, producción y comercialización de un producto no puede ser llevada a cabo por una única empresa, sino sólo en colaboración con otros agentes y como resultado de la interacción de los mismos. Una red de innovación es un conjunto de actores (personas, empresas, instituciones) ubicados en un territorio para promover desarrollo individual y colectivo a través de la conjunción de recursos para la generación de valor. Una red se compone de nodos que representan a los actores y lazos que representan las relaciones sociales, técnicas y comerciales. Se emplea el enfoque de red como reconocimiento a que la innovación es un proceso social.

The theory of diffusion of innovations Rogers (2003) defines diffusion as the process by which an innovation is communicated in time and broadcast by certain channels, among members of a social system; and adoption as the process in which an individual or production unit goes from having a first knowledge of innovation, the formation of an attitude toward her, the decision to approve or reject your application, and confirmation this new idea. Engel and Salomon (1999) point out that the key to innovation, including the dissemination and use of innovations arising from others is the quality of the interaction between farmers, businesses, donors, researchers and governments which cannot be considered as an individual competition, nor as the sum of a series of individual skills; instead, it should be seen as a social competition, something shared by all those individuals, institutions and organizations interested in rural development.

In this approach Koschatzky (2002) points out that the network approach innovation explicitly recognizes that innovation, production and marketing of a product cannot be carried out by a single company, but only in collaboration with other agents and as a result the interaction thereof. An innovation network is a set of actors (individuals, companies and institutions) located in a territory to promote individual and collective development through the pooling of resources for the generation of value. A network consists of nodes representing actors and ties representing social and trade relations techniques. The network approach is used in recognition that innovation is a social process.

The aim of this study was to analyze the relationships between producers to identify both the diffusion of innovation related conservation agriculture as the source of knowledge of these innovations. This analysis aims to identify whether producers seeking more information and adoption the AC, they are also producers referred by their peers as relevant sources of information.

Materials and methods

The state of Tlaxcala is divided into three Rural Development Districts (DDR); the Distrito 163 based in Calpulalpan, with 11 municipalities, representing about 25% of the area with maize; 164 district based in Tlaxcala with 36 municipalities

El objetivo de este estudio fue analizar las relaciones entre los productores para identificar tanto la difusión de innovaciones relacionadas con la agricultura de conservación como la fuente de conocimiento de estas innovaciones. Este análisis se orienta a identificar si los productores con mayor búsqueda de información y adopción de la AC, son también los productores referidos por sus pares como fuentes relevantes de información.

Materiales y métodos

El estado de Tlaxcala se divide en tres Distritos de Desarrollo Rural (DDR); el Distrito 163 con sede en Calpulalpan, con 11 municipios, representa alrededor de 25% de la superficie con el cultivo de maíz; el distrito 164 con sede en Tlaxcala con 36 municipios 35% y el distrito 165 ubicado en Huamantla que incluye 13 municipios 40%. El estado de Tlaxcala, es referido como un estado con la mayor diversidad genética de maíz criollo y a su vez como un estado con los mayores porcentajes de degradación de suelos.

La información utilizada en la presente investigación corresponde a la base de datos compuesta por 461 observaciones generada del mapeo de redes de innovación del Hub Valles Altos suscrito al programa MasAgro que adoptaron el sistema AC. La información fue recolectada en los meses de septiembre a diciembre de 2012 por técnicos certificados MasAgro y técnicos que laboran en el Programa de Apoyo a la Cadena Productiva de Maíz y Frijol (PROMAF). La encuesta se estructuró en tres apartados; el primero consideró la identificación del productor y el cultivo: nombre, edad, nivel de escolaridad, cultivo, variedades, densidad de siembra, rendimiento, tipo de tierra y de riego, uso de maquinaria; el segundo apartado correspondió al tipo de innovaciones que se usan y de quiénes fueron aprendidas (red técnica); el tercero consideró con quién se relaciona el productor (red social) así como a quién le compra insumos y a quién le vende su producción (red comercial).

La información de campo se integró en una base de datos en Microsoft Excel® versión 2010. Los datos se analizaron por medio de estadística descriptiva empleando el paquete estadístico SAS.

Para el análisis de la red se elaboró la tipología de productores en la cual se definieron cuatro categorías en función a los tres principios básicos de AC, integrando un total de 461

35% and 165 district located in Huamantla which includes 13 municipalities 40%. The state of Tlaxcala, is referred to as a state with the greatest genetic diversity of native maize and in turn as a state with the highest percentages of degradation soil.

The information used in this research corresponds to the database composed of 461 observations generated mapping innovation networks in the Hub highland underwritten the program MasAgro adopted the AC system. The information was collected in the months of september to december 2012 by certified technicians and technical MasAgro working in the Support Program for the Productive Chain Maize and Bean (PROMAF). The survey was divided into three sections; He considered the first producer identification and cultivation: name, age, level of education, culture, varieties, planting density, yield, soil type and irrigation, use of machinery; the second section corresponded to the type of innovations that are used and who were learned (technical network); who considered the third producer (social network) as well as who buys inputs and who sells his production (commercial network) relates.

Field information was integrated into a database in Microsoft Excel® version 2010. The data were analyzed using descriptive statistics using the SAS statistical package.

For the analysis of the network typology of producers in which four categories were defined according to three basic principles of AC, integrating a total of 461 observacioens it was developed. The typology of producers as Duch (1998) is a conceptual and analytical means, which includes the agricultural production units in sets with similar characteristics, identifies and accurate technical, economic and social problems of each type of producer and contributes to understanding the structure and regional organization for agricultural production, its relationship to society and state agencies.

For this research, the type A corresponds to the application of the AC line with the three principles that govern it. This population therefore deserves special attention within the research. Type B performs two of the three practices AC and producers are considered in the process of the complete adoption of the AC. In type B producers who made two of the three practices, regardless of which of these practices they are adopted integrated.

observaciones. La tipología de productores según Duch (1998) es un medio conceptual y analítico, que agrupa las unidades de producción agrícola en conjuntos con características similares, identifica y precisa la problemática técnica, económica y social de cada tipo de productor y contribuye a entender la estructura y organización regional para la producción agrícola, su relación con la sociedad y con los organismos del estado.

Para esta investigación, el tipo A corresponde a la aplicación de la AC acorde a los tres principios que la rigen. Esta población, por tanto, merece especial atención dentro de la investigación. El tipo B realiza dos de las tres prácticas de la AC y se considera que son productores en proceso de la adopción completa de la AC. En el tipo B se integra a productores que realizan dos de las tres prácticas, sin considerar cuáles de éstas prácticas son las adoptadas.

Cuadro 1. Tipología de productores en función de los tres principios básicos de AC.
Table 1. Types of producers on the basis of the three basic principles of AC.

Grupo	Característica	Observaciones	(%)
Tipo A	Realiza las tres prácticas de AC	31	6.7
Tipo B	Realiza dos de las tres prácticas de AC	112	24.5
Tipo C	Realiza una de las tres prácticas de AC	191	41.3
Tipo D	No realiza ninguna practica de AC	127	27.5
	Total	461	100

Fuente: elaboración con base en información de campo.

Para el análisis de redes, se aplicaron medidas de centralidad (Koschatzky, 2002), y de actores clave (Borgatti, 2006). Las medidas de centralidad de grado utilizadas son el grado de entrada y el grado de salida. El grado de salida indica el número de relaciones que los actores dicen tener con el resto de la red. El grado de entrada es el número de relaciones referidas hacia un actor por otros actores. Ambos indicadores se pueden expresar en forma normalizada, señalando las relaciones presentes con relación a las posibles.

Un actor con alto grado de salida se identifica como un buscador de información; un actor con alto grado de entrada refiere a una fuente de información. En términos de difusión de innovaciones, un actor con alto grado de salida pudiera referirse a un productor conveniente para integrarlo a un proceso de acceso al conocimiento como pueden ser eventos demostrativos o capacitaciones en situación de campo. Por su parte, un actor con alto grado de entrada es una fuente de información, de la cual otros productores dicen aprender. Ambos indicadores, grado de entrada y salida,

For network analysis, centrality measures (Koschatzky, 2002) were applied, and key players (Borgatti, 2006). The degree centrality measures used are the degree of input and output level. The degree of output indicates the number of relationships that actors say they have with the rest of the network. The degree of input is the number of ratios referring to an actor by other actors. Both indicators can be expressed in standardized form, indicating the relationships present in relation to the possible.

An actor with high output is identified as an information seeker; an actor with high entry refers to a source of information. In terms of diffusion of innovations, an actor with high output could refer to a time convenient to integrate it into a process of access to knowledge such as demonstration events or training in field situation producer. Meanwhile, an actor with high input is a source

of information, which other producers say learn. Both indicators, input and output level, refer to the immediate ability of the actors to collect or provide information. However, it should be considered that both indicators do not consider network coverage supplier or search for information.

The indicators of key players based on Borgatti (2006) allows the identification of source nodes (harvest) and collector nodes (diffuse) considering coverage; that is, these nodes consider their access or scope to the entire network. The source actors are those who receive information requests from other actors, demonstrating prestige as information providers to present the highest coverage from its entry level relative to its position in the network. The collectors actors are identified from the output degrees depending on their position in the network. A collector is an actor in search of information for decision-making or validation of achievements. For identification of source and collectors actors, being a network indicator and not only node, it is

refieren a la capacidad inmediata de los actores en coleccionar o proveer información. Sin embargo, debe considerarse que ambos indicadores no estiman la cobertura en la red para la proveduría o búsqueda de información.

Los indicadores de actores clave (Key Player) con base en Borgatti (2006) permite la identificación de nodos fuente (Harvest) y nodos colectores (Diffuse) considerando su cobertura; es decir, estos nodos consideran su acceso o alcance a toda la red. Los actores fuente son aquellos que reciben consultas de información de otros actores, evidenciando prestigio como proveedores de información al presentar las mayores coberturas a partir de su grado de entrada con relación a su posición en la red. Los actores colectores son identificados a partir de los grados de salida en función de su posición en la red. Un colector es un actor en búsqueda de información para la toma de decisiones o de validación de lo realizado. Para la identificación de actores fuente y colectores, al ser un indicador de red y no solo de nodo, es necesario estimar la cobertura de cada actor o grupo de actores. Para el cálculo de la cobertura de los actores fuente y colectores se empleó la propuesta de Borgatti (2006) bajo el siguiente método de cálculo.

$$R = \frac{1}{\sum_j d_{mj}} \cdot \frac{1}{N}$$

Donde: R= abreviatura de alcance (del inglés reach); d_{mj} = suma del inverso de las distancias entre cada actor (d_{mj-1}) y el resto de la red; y N= número total de nodos en la red.

Los datos de redes fueron capturados en Microsoft Office Excel 2010 y codificados en Microsoft Bloc de notas versión 6.1. El fichero generado en el bloc de notas se exportó directamente al graficador NetDraw 2.097. Para el cálculo de los indicadores de centralidad se utilizó Ucinet 6.288. Para la identificación de actores se empleó el software KeyPlayer 2. El análisis estadístico se realizó con el programa SAS, empleando las rutinas de comparación de medias para los seis tipos de productores.

Resultados y discusión

El análisis de la base de datos reflejó una edad promedio de 47 años y una escolaridad promedio de 7 años. La superficie sembrada es de 4.3 ha con una mínima de 0.5 ha y una máxima de 28 ha. El 98.3% de la superficie es de

necesario para estimar la cobertura de cada actor o grupo de actores. Para calcular la cobertura de actores fuente y colectores se utilizó la propuesta de Borgatti (2006) bajo el siguiente método de cálculo.

$$R = \frac{1}{\sum_j d_{mj}} \cdot \frac{1}{N}$$

Where: R= abbreviation range; d_{mj} = sum of the inverse of the distances between each actor (d_{mj-1}) and the rest of the network; and N= total number of nodes in the network.

The network data were captured in Microsoft Office Excel 2010 and codified in Microsoft Notepad version 6.1. The file generated in the notebook was exported directly to the plotter NetDraw 2,097. For the calculation of the indicators of centrality was used Ucinet 6,288. Actors for identifying the software KeyPlayer 2. Statistical analysis was performed using the SAS program using routines comparing means for the six types of producers was used.

Results and discussion

The analysis of the database reflected an average age of 47 years and an average schooling of 7 years. The planted area is 4.3 ha with a minimum of 0.5 ha and a maximum of 28 ha. The 98.3% of the surface is temporary and 1.7% of irrigation. The average yield is 0.86 t with a minimum of 0 and maximum of 7.5 t. The 74.07% of producers have ejido land, 87.36% do not perform any cycle AC, 12.20% of the producers are in year zero (start conversion process) AC and 60.57% of the machinery uses is rented and only 23.75% own. These characteristics of the producers located as producers typical of the area, even though not a statistical sampling method was used. The selection of producers interviewed producers are assigned by the program as population MasAgro meet criteria according to geographical location and the integration of a list of producers willing to receive technical assistance.

The degree of output standard-type producers A (performs all three practices AC) it is 65%, reflecting that such producers are looking for more technical information and are classified as collectors actors or information seekers. In turn, these players receive 3% type A entries or information queries. That is, are the actors more information search ($p < 0.05$), but not similar in character as sources of information ($p < 0.05$).

temporal y 1.7% de riego. El rendimiento promedio es de 0.86 t siendo el mínimo de 0 y el máximo de 7.5 t. El 74.07% de los productores tienen tierras ejidales, el 87.36% no realizan ningún ciclo de AC, el 12.20% de los productores se encuentran en el año cero (inicio de proceso de conversión) de AC y el 60.57% de la maquinaria que se utiliza es rentada y solo un 23.75% es propia. Estas características de los productores los ubican como productores típicos de la zona, aún cuando no se empleó un método estadístico de muestreo. La selección de los productores entrevistados corresponden a los productores asignados por el programa MasAgro como población a atender de acuerdo a criterios de ubicación geográfica y a la integración de un listado de productores dispuestos a recibir servicios de asistencia técnica.

El grado de salida normalizado de los productores tipo A (realiza las tres prácticas de AC) es 65%, lo que refleja que este tipo de productores son los que buscan mayor información de tipo técnico y son catalogados como actores colectores o buscadores de información. A su vez, estos actores tipo A reciben 3% de las entradas o consultas de información. Es decir, son los actores con mayor búsqueda de información ($p < 0.05$), pero no similares en su carácter como fuentes de información ($p < 0.05$). Su carácter de buscadores de información contribuye a comprender el porqué presentan las tres innovaciones relacionadas con la AC. Como lo señalan Engel y Salomon (1999) la interacción con otros actores favorece que una innovación sea adoptada. Sin embargo, en los actores tipo A puede cuestionarse su capacidad para difundir la AC en tanto su grado de consultas por otros productores es similar al resto de los productores.

Los productores del tipo D (no realiza ninguna práctica de AC) son los que reflejan el menor grado de cobertura como colectores de información ($p < 0.05$), lo cual los ubica como el tipo de productores con menor búsqueda de información. Las prácticas de labranza que realizan son convencionales y han sido aprendidas por padres, familiares y otros productores cercanos a ellos.

His character information seekers contributes to understand why present three innovations related to AC. As noted by Engel and Salomon (1999) interaction with other actors favors an innovation to be adopted. However, in type A players may question their ability to spread the AC in both its degree of consultations by other producers is similar to other producers.

Producers of the type D (practice makes no AC) are those that reflect the lower level of coverage as collectors of information ($p < 0.05$), which ranks as which type of producers with lower information search. The tillage practices that perform are conventional and have been learned by parents, relatives and others close to them producers.

The Sources of information producers for the adoption of AC no statistically significant differences ($p < 0.05$) between types of actors. The main sources were the providers of professional services (42%), family (15%), and educational and research institutions (12%). This dependence on external sources of information (professional service providers and educational and research institutions) reflects on the one hand an immature to rely on external information for network development. On the other hand, it realizes a structure with weak bonds that targets a heterophilic network that allows access to new knowledge.

In a broadcast network innovation, the role of producer organizations and government institutions, as organizations representing both sectors could play a more active role in the diffusion process. However, when analyzing the information sources AC process, it is observed that these are the minor mention. Information sources AC with further reference by the producers are the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP) and the International Center for Maize and Wheat Improvement (CIMMYT).

Rahm and Huffman (1984); Westra and Olson (1997) point to sources of information that positively influence the adoption may include other farmers, media, meetings and extension officers (PSP). With respect to the latter source,

Cuadro 2. Medidas de centralidad y de actores clave por tipo de productores en la difusión de innovaciones.
Table 2. Measures of central and key player by type of producers in the diffusion of innovations.

Indicador de cobertura	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Fuente	0.039 ^a	±0.088	0.034 ^a	±0.073	0.033 ^a	±0.107	0.023 ^a	±0.067
Colectores	0.797 ^a	±0.341	0.569 ^b	±0.244	0.476 ^c	±0.198	0.362 ^d	±0.214

*DE= desviación estándar. Literales diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$). Fuente: elaboración con base en información de campo.

Las fuentes de información de los productores para la adopción de la AC no presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre tipos de actores. Las fuentes principales fueron los proveedores de servicios profesionales (42%), los familiares (15%), y las instituciones de enseñanza e investigación (12%). Esta dependencia a fuentes de información externa (proveedores de servicios profesionales y las instituciones de enseñanza e investigación) refleja por un lado una red inmadura al depender de información externa para su desarrollo. Por otro lado, da cuenta de una estructura con lazos débiles que la orienta a una red heterofílica que permite el acceso de nuevo conocimiento.

En una red de difusión de innovaciones, el papel de las organizaciones de productores y de las instituciones de gobierno, como entidades representativas de ambos sectores, podrían desempeñar un papel más activo en el proceso de difusión. Sin embargo, al analizar las fuentes de información del proceso de AC, se observa que son éstas las de menor mención. Las fuentes de información de AC con mayor referencia por parte de los productores son el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

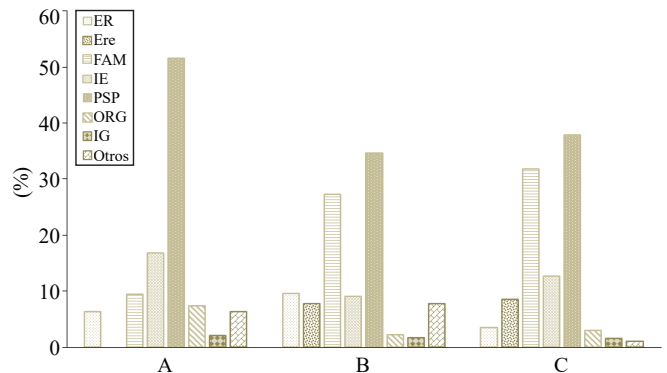
Rahm y Huffman, (1984); Westra y Olson, (1997) señalan a las fuentes de información que influyen positivamente en la adopción puede incluir otros agricultores, medios de comunicación, reuniones y oficiales de extensión (PSP). Con respecto a esta última fuente, Agbamu (1995) muestra que si la difusión de información es ineficaz, incorrecta o inapropiada por parte del agente de extensión no hay adopción de nuevas prácticas.

La interacción entre productores (Parra-López *et al.*, 2007; Calatrava y Franco-Martínez, 2011) es considerada como un factor que favorece la adopción de una innovación. En esta investigación se resalta que la estructura actual de la red orienta más a la dependencia de entidades externas, por lo cual la interacción entre productores es un elemento por desarrollarse.

Conclusiones

La adopción de la agricultura de conservación ocurre en productores con mayores capacidades de búsqueda de información. A mayor interacción con actores externos, como centro de enseñanza e investigación y prestadores de servicios

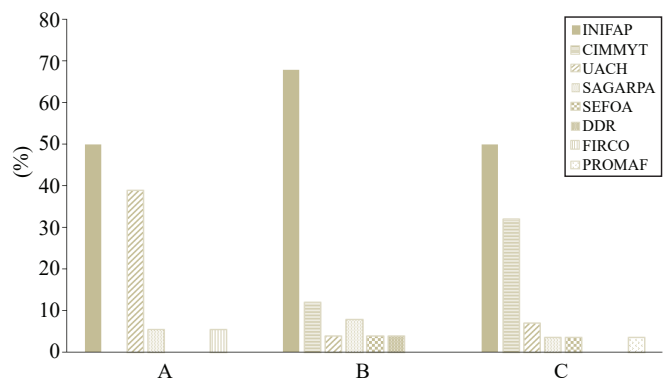
Agbamu (1995) shows that if information dissemination is ineffective, inaccurate or inappropriate by the extension agent no adoption of new practices.



Fuente: elaboración con base en trabajo de campo. ER= empresa rural; Ere= empresa rural referida; FAM= familiar; IE= institución de enseñanza e investigación; PSP= prestador de servicios profesionales; ORG= organización de productores; IG= institución de gobierno; Otros= compradores y proveedores de insumos y maquinaria.

Figura 2. Fuentes de información para el aprendizaje de las prácticas de AC.

Figure 2. Sources of information for learning practices AC.



Fuente: elaboración con base en información de campo (2012).

Figura 3. Instituciones que participan en la adopción de AC.

Figure 3. Institutions participating in the adoption of AC.

The interaction between producers (Parra-López *et al.*, 2007; Calatrava and Franco-Martínez, 2011) is considered as a factor favoring the adoption of an innovation. This research highlights that the current network structure geared more to dependence on external entities, so the interaction between producers is an element to be developed.

Conclusions

The adoption of agriculture conservation occurs in producers with greater search capabilities information. A greater interaction with external actors such as teaching and

profesionales capacitados, la adopción de los tres principios de la agricultura de conservación es mayor. Sin embargo, estos productores con capacidad de búsqueda de información y adopción de estos principios, no son los mayormente referidos por sus pares como fuentes de aprendizaje. Esta contradicción entre “el que más hace, no enseña” es el principal reto a la difusión y apropiación de innovaciones.

Futuras investigaciones podrían enfocarse a comprender el porqué un productor adoptante no es referido por sus pares como fuente de información. Este análisis contribuirá al diseño de indicadores del proceso de extensión en cuanto a la forma de operar programas con un componente de extensión y al diseño de estrategias de focalización para incrementar la adopción de innovaciones.

Agradecimientos

Los autores agradecen al programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) operado por el CIMMYT y a los técnicos que laboraron en el Componente de Apoyo a la Cadena Productiva de los Productores de Maíz y Frijol (PROMAF). Agradecen además al Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero para la realización de la presente investigación.

Literatura citada

- Ghadim, A. 1999. A conceptual framework of adoption of an agricultural innovation. *Agric. Econ.* 21(2):145-154.
- Agbamu, J. U. 1995. Analysis of farmers' characteristics in relation to adoption of soil management practices in the Ikorodu area of Nigeria. *Jap. J. Trop. Agric.* 39(4):213-222.
- Badilescu-Buga, E. 2013. Knowledge behaviour and social adoption of innovation. *Information Processing and Management.* 49(4):902-911.
- Baudron, F.; Corbeels, M.; Monicat, F. and Giller K. E. 2009. Cotton expansion and biodiversity loss in African savannahs, opportunities and challenges for conservation agriculture: a review paper based on two case studies. *Biod. Conserv.* 18(10):2625-2644.
- Borgatti, S. P. 2006. Identifying sets of key players in a social network. *Computational and Mathematical Organization Theory.* 12(1):21-34.

research center providers trained and professional services, the adoption of the three principles of conservation agriculture is higher. However, these producers searchable information and adoption of these principles, are not mostly referred by their peers as sources of learning. This contradiction between "that more does not teach" is the main challenge to the dissemination and appropriation of innovations.

Future research could focus on understanding why a producer adopter is not referred to by their peers as a source of information. This analysis will help design extension process indicators as to how to operate programs with an extension component design and targeting strategies to increase the adoption of innovations.

End of the English version



- Calatrava, J. A. and Franco-Martínez, J. A. 2011. Diffusion of soil erosion control practices in the olive orchards of the Alto Genil basin. *Estudios de Economía Aplicada.* 29:359-384.
- Damián-Huato, M. A.; Ramírez-Valverde, B.; Aragón-García, A.; Huerta-Lara, M.; Sangerman-Jarquín, D. M. y Romero-Arenas, O. 2007. Apropiación de tecnología por productores de maíz en el estado de Tlaxcala, México. *Agric. Téc. Méx.* 33:163-173.
- Derpsch, R. and Friedrich, T. 2009. Global overview of conservation agriculture adoption. *In: 4th world congress on conservation agriculture.* New Delhi, India. 4:4-7.
- Duch, G. J. 1998. Tipologías empíricas de productores agrícolas y tipos ideales en el estudio de la agricultura regional. *Rev. Geog. Agric.* 27:27-38.
- Fabio, S.; Solange, R. and Michele, P. 2009. Conservation agriculture: a different approach for crop production through sustainable soil and water management: a review. *In: organic farming, pest control and remediation of soil pollutants.* Lichtfouse, E. (Ed.). Springer Netherlands. The Netherlands. 55-83 pp.
- Friedrich, T.; Derpsch, R. and Kassam, A. 2012. Overview of the global spread of conservation agriculture. *Field Actions Science Reports.* 6(S):1-7.
- Ford, N. 2005. New cognitive directions. *In: New directions in cognitive information retrieval.* Spink, A. and Cole, C. (Eds.). New directions in cognitive information retrieval. Springer. Dordrecht. The Netherlands. 81-96 pp.
- Govaerts, B.; Sayre, K. D.; Goudeseune, B.; De Corte, P.; Lichter, K.; Dendooven, L. and Deckers, J. 2009. Conservation agriculture as a sustainable option for the central Mexican highlands. *Soil Tillage Res.* 103(2):222-230.
- Hobbs, P. R.; Sayre, K. and Gupta, R. 2008. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical transactions of the Royal Society of London B: biological sciences.* 363(1491):543-555.
- INEGI 2012. Panorama agropecuario en Tlaxcala: Censo Agropecuario 2007, México, D. F.

- Kassam, A.; Friedrich, T.; Shaxson, F. and Pretty, J. 2009. The spread of conservation agriculture: justification, sustainability and uptake. *Int. J. Agric. Sust.* 7(4):292-320.
- Kassam, A. and Friedrich, T. 2011. Conservation agriculture: Global perspectives and developments. *In: Regional conservation agriculture symposium.* Johannesburg, South Africa. FAO, Rome, Italy. 8-10 pp.
- Knowler, D. and Bradshaw, B. 2007. Farmers' adoption of conservation agriculture: a review and synthesis of recent research. *Food Policy.* 32(1):25-48.
- Moreno, F.; Arrúe, J. L.; Cantero-Martínez, C.; López, M. V.; Murill, J. M.; Sombrero, A.; López-Garrido, R.; Madejón, E. D. M. and Álvaro-Fuentes, J. 2011. Conservation agriculture under mediterranean conditions in Spain. *Sust. Agric. Rev.* 5:175-195.
- Ndah, H. T.; Schuler, J.; Uthes, S.; Zander, P.; Traore, K.; Gama, M.; Nyagumbo, I.; Triomphe, B.; Sieber, S. and Corbeels, M. 2013. Adoption potential of conservation agriculture practices in sub-Saharan Africa: results from five case studies. *Environmental management.* 53(3):620-635.
- Negatu, W. 1999. The impact of perception and other factors on the adoption of agricultural technology in the Moret and Jiru Woreda (district) of Ethiopia. *Agric. Econ.* 21(2):205-216.
- Parra-López, T.; De-Haro-Giménez, T. and Calatrava-Requena, J. 2007. Diffusion and adoption of organic farming in the southern Spanish olive groves. *Journal of Sustainable Agriculture.* 30(1):105-151.
- Rahm, M. R. and Huffman, W. E. 1984. The adoption of reduced tillage: the role of human capital and other variables. *Am. J. Agric. Econ.* 66(4):405-413.
- Rendón, M. R.; Agilar, A. J.; Muñoz, R. M. y Altamirano, C. J. 2007. Identificación de actores clave para la gestión de la innovación: el uso de redes sociales. *Materiales de formación para las agencias de gestión de la innovación.* CIESTAAM-Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Estado de México. 56 p.
- Rendón-Medel, R.; Aguilar-Ávila, J.; Altamirano-Cárdenas, J. R. y Muñoz-Rodríguez, M. 2009. Etapas del mapeo de redes territoriales de innovación. CIESTAAM- Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Estado de México. 47 p.
- Scopel, E.; Triomphe, B.; Affholder, F.; Macena, F. A. M. S. ; Corbeels, M.; Xavier, J.; Valadares, X. J. H.; Lahmar, R.; Recous, S.; Bernoux, M.; Blanchart, E., Mendes, I. and Tourdonnet, S. 2013. Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. *Agron. Sust. Develop.* 33(1):113-130.
- Stagnari, F.; Ramazzotti, S. and Pisante, M. 2010. Conservation agriculture: a different approach for crop production through sustainable soil and water management: a review. *In: organic farming, pest control and remediation of soil pollutants.* Lichtfouse, E. (Ed.). Springer Netherlands. The Netherlands. 55-83 pp.
- Tiwari, K. R.; Sitaula, B. K.; Nyborg, I. L. P. and Paudel, G. S. 2008. Determinants of farmers' adoption of improved soil conservation technology in a middle mountain watershed of central Nepal. *Environ. Manag.* 42(2):210-222.
- Turrent, F. A.; Espinosa, C. A.; Cortés, F. J. I. and Mejía, A. H. 2014. Análisis de la estrategia MasAgro-maíz. *Rev. Mex. Cien. Agrí.* 5(8):1531-1547.
- Westra, J. and Olson, K., 1997. Farmers' decision processes and adoption of conservation tillage. Department of Applied Economics, University of Minnesota. Minnesota, USA. Staff Paper P97-9. 35 p.