



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, SOCIALES Y
TECNOLÓGICAS DE LA AGROINDUSTRIA Y LA AGRICULTURA MUNDIAL.
CIESTAAM

DOCTORADO EN PROBLEMAS ECONÓMICO AGROINDUSTRIALES

**LA DIVERSIDAD DE FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA DIFUSIÓN Y
ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS**

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:
DOCTOR EN PROBLEMAS ECONÓMICO AGROINDUSTRIALES

Presenta:

Mirian Valerio Robles

Bajo la supervisión de: Roberto Rendón Medel, Dr.



Chapingo, Estado de México. Junio de 2020



Tesis realizada por **Mirian Valerio Robles**, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN PROBLEMAS ECONÓMICOS AGROINDUSTRIALES

DIRECTOR:



DR. ROBERTO RENDÓN MEDEL

ASESOR:



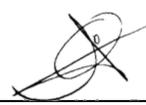
DR. JOSE ULISES TOLEDO

ASESOR:



DR. ROMEL OLIVAREZ GUTIÉRREZ

LECTOR EXTERNO:



DRA. BEY JAMLYD LÓPEZ TORRES

CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	ix
AGRADECIMIENTOS.....	xi
DATOS BIOGRAFICOS.....	xiii
RESUMEN GENERAL.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivos de investigación	4
1.4 Preguntas de investigación	5
1.5 Hipótesis.....	5
1.6 Contenido de la Tesis.	7
1.7 Estructura de la Tesis	8
1.8 Literatura citada	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y DE REFERENCIA	12
2.1 Marco teórico.....	12

2.1.1	Definición de innovación.....	12
2.1.2	Tipos de innovación	15
2.1.3	Procesos de innovación	18
2.1.4	Difusión y adopción de innovaciones	21
2.2	Marco de referencia	26
2.2.1	Definición de agricultura de conservación	28
2.2.2	La adopción de agricultura de conservación.....	29
2.2.3	Factores que favorecen la adopción.....	34
2.2.4	Factores que limitan la adopción	36
2.3	Literatura citada	39
CAPÍTULO III. MARCO CONTEXTUAL		49
3.1	Antecedentes de la labranza de conservación	49
3.2	Literatura citada	53
CAPÍTULO IV. AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN MÉXICO: INNOVACION Y ACCESO A INFORMACION		55
4.1	Introducción	56
4.2	Materiales y métodos.....	59
4.2.1	Origen de la información.....	59

4.3	Resultados y discusión	63
4.3.1	Perfil de los productores y su unidad de producción	63
4.3.2	Tipología de productores.....	63
4.3.3	Adopción de innovaciones.....	66
4.3.4	Productores innovadores (G1)	69
4.3.5	Productores nivel medio (G2).....	72
4.3.6	Productores de nivel bajo (G3).....	73
4.4	Conclusiones	74
4.5	Referencias	76
CAPÍTULO V. FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES AGRÍCOLAS.....		82
5.1	Resumen	82
5,2	Abstract	83
5.3	Introducción	84
5.4	Material y Métodos	86
5.5	Resultados y Discusión.....	88
5.5.1	Caracterización de productores.....	88
5.5.2	La difusión de innovaciones	92

5.6	Conclusiones	95
5.7	Referencias	96
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES GENERALES		101
6.1.	Conclusiones con respecto a objetivos y preguntas de investigación. ..	101

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Factores y limitaciones para la adopción de AC	30
Cuadro 2 Características de los productores por nivel de adopción de innovaciones.....	65
Cuadro 3. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas de las variables significativas.....	67
Cuadro 4 Tipo de productores entrevistados	89
Cuadro 5 Características de los productores y de su unidad de producción	89
Cuadro 6 Características de acceso a la información	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura de la tesis	8
Figura 2 Superficie cultivada en agricultura de conservación (x1, 000 ha) (2013)	26
Figura 3 Dendrograma de productores agrícolas construido sobre la base de la adopción de 52 innovaciones	64
Figura 4 Agrupamiento de productores agrícolas mediante análisis discriminante	69
Figura 5 Adopción de innovaciones en los diferentes tipos de productores	91
Figura 6. Actores mencionados como fuentes de información	94

ABREVIATURAS USADAS

AC	Agricultura de Conservación
CIESTAAM	Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
DDR	Distrito de Desarrollo Rural
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
MasAgro	Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
UACH	Universidad Autónoma Chapingo

DEDICATORIAS

A mis hijos Daniel e Isaac, por ser mi alegría, inspiración y motivo de seguir adelante, para ustedes con todo mi amor.

A mi esposo Rafael Ramírez Arpide, porque siempre has estado a mi lado para apoyarme y darme ánimos para seguir adelante, gracias por creer en mí. Te amo.

A mis padres Gaspar Valerio de Jesús y Reyna Robles Secundino, porque gracias a su esfuerzo y dedicación he llegado al final de una etapa, son mi mayor ejemplo, a ustedes les debo todo. Los amo.

A mis hermanos Israel, Iris, Adriana, Yarmin, Omar y Ruth, porque a pesar de estar algunas veces lejos han llegado para estar a mi lado para ayudarme, gracias por todo, los quiero mucho.

A mis sobrinas, a ustedes que me entusiasman con su alegría, espero ser un ejemplo a seguir.

A la Familia Ramírez Arpide, por su ayuda incondicional, estoy agradecida con cada uno de ustedes, espero algún día poder recompensarlos.

A mis amigas Lupita, Itzel, Rosario y Paty, por su enorme amistad, momentos inolvidables y sabios consejos, siempre estaré agradecida con ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de seguir adelante y estar siempre conmigo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el financiamiento proporcionado para mis estudios de doctorado.

A la Universidad Autónoma Chapingo, que ha contribuido con mi formación profesional.

Al CIESTAAM, por la formación académica y profesional que me ha brindado durante seis años.

Al Dr. Roberto Rendón Medel, a quien le debo mucho, gracias por la oportunidad de trabajar con usted y por todo el apoyo que me ha brindado. Muchas gracias.

Al Dr. Ulises Toledo, gracias por su dirección, consejos que sin duda contribuyeron a la mejora de esta investigación.

Al Dr. Romel Olivares Gutiérrez, por sus aportes que contribuyeron a la mejora y de este trabajo.

Al Dr. Enrique Genero Martínez González, por su apoyo y colaboración que contribuyeron a la mejora y conclusión de este trabajo, agradezco su tiempo y comprensión.

A mis asesores, por su colaboración, aportes y recomendaciones, todas muy valiosas para la conclusión de este trabajo.

A los convenios de colaboración entre CIMMYT y UACH, que contribuyeron a mi formación profesional y permitieron el acceso a información y productores para tomar sus experiencias y conocimientos siendo elementos clave para la realización de este trabajo.

A mis compañeras de generación, que a pesar de ser un grupo pequeño, los aportes en las revisiones y los ánimos fueron muy importantes durante la estancia en el doctorado.

DATOS BIOGRAFICOS



Mirian Valerio Robles, nació el 15 de septiembre en la Ciudad de México, México. En 2004 ingreso a la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y se graduó en el 2009 como Ingeniero Agroindustrial. En 2013 ingresó a la Maestría en Ciencias en Estrategia Agroempresarial en el CIESTAAM-UACH y en 2015 realizó una estancia en la West Virginia State University. En 2016 ingreso al Doctorado en Problemas Económicos Agroindustriales en el CIESTAAM-UACH. Ha participado en diferentes congresos y proyectos de investigación en colaboración con CIMMYT-UACH. Resultado de estas colaboraciones se ha obtenido la tesis de Maestría y Doctorado así como la elaboración de artículos de investigación.

RESUMEN GENERAL

La diversidad de fuentes de información para la difusión y adopción de prácticas agrícolas

Mirian Valerio Robles¹, Roberto Rendón Medel²,

RESUMEN

La innovación agrícola es considerada un elemento central para la mejora de la productividad y la rentabilidad del sector agroalimentario. La innovación ha favorecido el incremento de capacidades y oportunidades en el sector agrícola, los cuales no ocurren de manera aislada, sino a través de la interacción de diferentes actores. La agricultura de conservación es una innovación que proporciona elementos para lograr una mayor producción, mejorar las condiciones del productor y preservar el medio ambiente, la cual consta de tres principios; no alterar el suelo de forma mecánica, cobertura permanente del suelo y rotación de cultivos. El objetivo de este estudio fue identificar el proceso de difusión y factores que han influido en la adopción de prácticas de agricultura de conservación, mediante el uso de técnicas estadísticas descriptivas y multivariadas con datos de encuestas de productores en Tlaxcala, para así proponer procesos de intercambio de información y conocimientos en los diferentes actores involucrados. Se parte de la hipótesis de que el nivel de adopción es bajo, la adopción de innovaciones está en función de las características del productor y de su unidad de producción, y a mayor sea la búsqueda de información con diferentes actores se incrementa la adopción de innovaciones. Los resultados mostraron que las innovaciones labranza mínima, rotación de cultivos y cobertura permanente (componentes de AC) fueron variables para discriminar grupos. Un factor que induce la adopción de innovaciones es el acceso a la información que proviene de diferentes fuentes y la adopción está relacionada de manera positiva con el incremento en rendimientos.

Palabras clave: transferencia de tecnología, desarrollo rural, producción, rendimientos, maíz, diversidad de fuentes de información.

¹Doctoranda en Problemas Económicos Agroindustriales. CIESTAAM-UACH

² Profesor Investigador del CIESTAAM-UACH

ABSTRACT

The diversity of information sources for the diffusion and adoption of agricultural practices

Mirian Valerio Robles, Roberto Rendón Medel,

Agricultural innovation is considered a central element for improving productivity and profitability in the agri-food sector. Innovation has favored the increase of capacities and opportunities in the agricultural sector, which do not occur in isolation, but through the interaction of different actors. Conservation agriculture is an innovation that provides elements to achieve greater production, improve producer conditions and preserve the environment, which consists of three principles; do not alter the soil mechanically, permanent soil cover and crop rotation. The objective of this study was to identify the diffusion process and factors that have determined the adoption of agricultural and conservation agriculture practices, through the use of descriptive and multivariate statistical techniques with data from producer surveys in Tlaxcala, to encourage exchange of information and knowledge with the different actors involved. It is based on the hypothesis that the level of adoption is low, adoption of agricultural innovations is based on the characteristics of the producer and their production unit, and the greater the search for information with different actors, the adoption of innovations increases. It was identified that the innovations minimum tillage, crop rotation and permanent coverage (conservation agriculture components) were variables to discriminate groups. One factor that induces the adoption of innovations is access to information that comes from different sources, and the adoption increases and favors the increase in yields.

Keywords: technology transfer, rural development, production, yields, corn, diversity of information sources.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El cambio tecnológico ha sido reconocido como un componente en el desarrollo agrícola y el crecimiento económico específicamente en países con economías basadas en la agricultura (Banco Mundial, 2008; Diao et al., 2010).

La innovación es un sistema donde interviene la investigación y el desarrollo (I+D), el conocimiento y el aprendizaje y está íntimamente ligado a los grandes procesos de transformación (Corma, 2011), el cual ha favorecido al incremento de capacidades y oportunidades en el sector agrícola. En la agricultura, como lo señalan Läßle, Renwick, y Thorne (2015), la I+D han aportado elementos para lograr una mayor producción, preservar el medio ambiente y mejorar las condiciones de los productores, lo que implica el uso continuo de conocimiento nuevo y existente que proviene de diversas fuentes de investigación.

Klerks et al. (2012) mencionan que la innovación agrícola se desarrolla como resultado de las interacciones entre los diferentes actores, tales como los sistemas de producción, cadenas de suministro y los sistemas económicos, entornos de política, la extensión y los sistemas sociales, lo que refleja la idea de los sistemas agrícolas de innovación (SAI).

La difusión de la innovación, es un proceso por el cual un cambio tecnológico se comunica por medio de ciertos canales, a través del tiempo, entre los miembros de un sistema social. La difusión es reconocida como un tema de gran importancia para una amplia variedad de campos dentro las Ciencias Sociales (Rogers, 1983).

La dinámica de este proceso se puede describir mediante una curva de frecuencia acumulativa en forma de S, que representa la fracción de una población que ha adoptado una innovación en un determinado momento. Se han observado curvas de difusión en numerosos estudios, y uno de los mayores desafíos para la investigación, como lo mencionan diversos autores (Baudron, Corbeels, Monicat, & Giller, 2009a; Hobbs, Sayre, & Gupta, 2008; Knowler &

Bradshaw, 2007; Moreno et al., 2011), es identificar los factores que producen innovación y comprender los mecanismos de su transmisión.

En una revisión realizada por Amati (2019), sobre la difusión de innovaciones, menciona que existen tres factores que la influyen: 1) contenido de la información, 2) atributos a nivel individual de los emisores y receptores de información, y 3) los contextos ambientales y sociales que modulan la difusión.

La innovación agrícola implica el uso continuo de conocimiento nuevo y existente, que proviene de diversas fuentes dentro y fuera de los dominios de investigación. El papel de los servicios de extensión agrícola y los investigadores universitarios como lo mencionan Harper et al. (2018) son particularmente importantes para mantener abiertas las líneas de comunicación entre los diversos grupos.

Doss (2007) menciona que los productores pueden tener acceso a la información por medio de servicios de extensión proporcionados por el gobierno a través de políticas públicas, ya que son un medio para obtener información sobre las nuevas tecnologías. Entonces, los servicios de extensión como lo sugieren Maffioli et al. (2011) tienen como objetivo la transferencia de conocimientos, fomentar la adopción de tecnologías, y el desarrollo de capacidades de los productores.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), ha promovido un conjunto de prácticas de conservación del suelo llamado Agricultura de conservación (AC) (Knowler & Bradshaw, 2007), que se formula como una innovación que permite reducir los impactos de las prácticas realizadas en la agricultura convencional, con el fin de mantener la fertilidad de los suelos, limitar la erosión y la pérdida del agua, lo que posibilita realizar laboreos más superficiales o no, con lo que se busca la disminución de costos y mayor rentabilidad en el proceso de producción agrícola (FAO, 2007).

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. La

experiencia y la evidencia empírica a través de diversos países han demostrado que la rápida adopción y difusión de AC requiere un cambio en el compromiso y la conducta de todas las partes interesadas (Kassam & Friedrich, 2011).

A nivel mundial la adopción de la AC es escasa. Con los últimos datos de 2013 que ofrece el Sistema de Información global sobre el agua de la FAO (AQUASTAT por sus siglas en inglés), el total de la superficie agrícola que se practica bajo el sistema de AC es de casi 64 millones de hectáreas (4%).

La medición de AC es un tema complejo, Andersson *et al.* (2014) mencionan que el problema es que los institutos de investigación que recogen datos sobre la adopción suelen participar, simultáneamente, en la promoción de AC dentro de los mismos proyectos, y como consecuencia la cifras de adopción y estudios al respecto pueden estar sesgados hacia adoptantes y beneficiarios.

1.2 Justificación

La degradación del suelo es un problema creciente en México, el origen de este daño se atribuye principalmente al pastoreo, deforestación y el uso intensivo de maquinaria en la agricultura, y cuyas consecuencias se presentan en la baja productividad, incremento en los costos de producción y en un caso más severo el abandono de tierras.

La difusión de AC en México viene desde la década de los 70, donde la intervención de diversas instituciones favorecía su adopción, sin embargo, la discontinuidad de los programas y escasa asistencia técnica ha provocado un bajo nivel de adopción e incluso el abandono de estas prácticas.

Las políticas públicas pueden ser un factor importante para la adopción de tecnología. Sin embargo, algunos autores como Baudron *et al.*, (2009) mencionan que cuando se transforman en acciones que ayudan a los productores en los paquetes de entrada a través de suministros como insumos o maquinaria entre otros, éstos adoptan las innovaciones, pero cuando se detienen estos incentivos se genera la des-adopción; es decir, no integran los

cambios propuestos a pesar del conocimiento recibido, y por lo regular se observa que regresan a las prácticas tradicionales.

En estudios de la FAO (2002) se indica que 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, para 2011 la superficie agrícola que reporta FAO (2016) tuvo un aumento a 41,000 ha.

En el 2010, se puso en marcha el programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) destinada a la agricultura de conservación (AC), iniciativa propuesta por el CIMMYT (Del Toro, 2012), cuyo objetivo es generar y difundir investigación estratégica y adaptativa sobre las prácticas de la AC, que podría ayudar a detonar una revolución en la agricultura y mejorar la seguridad alimentaria.(SAGARPA, 2012).

La disponibilidad de literatura y de datos de adopción e impacto que ha tenido la difusión de AC en México son limitados. Así, la presente investigación se abocó a hacer el análisis de la adopción y difusión de innovaciones que pueden ayudar a entender este tipo de cambio tecnológico. A lo largo del trabajo se discuten los éxitos y desafíos que ha tenido la difusión y adopción de innovaciones en AC, así como, al final de ésta se proponen recomendaciones para mejorar estos procesos.

1.3 Objetivos de investigación

A través de la revisión de literatura que sustenta al problema de investigación se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general

Analizar el nivel de innovación de los productores de maíz en el estado de Tlaxcala, mediante el uso de técnicas estadísticas descriptivas y multivariadas para identificar el proceso de difusión y factores que han influido en la adopción de prácticas agrícolas y de AC, y así proponer procesos de intercambio de información y conocimiento en los diferentes actores involucrados.

Objetivos particulares

1. Identificar el nivel de innovación de productores de maíz y cebada mediante el uso de estadísticas multivariadas para mostrar los factores y efectos obtenidos en la adopción.
2. Describir la dinámica de difusión de innovaciones mediante un análisis estadístico y el cálculo de la diversidad de fuentes de información en dos momentos para identificar a los actores involucrados en la difusión
3. Proponer acciones encaminadas a mejorar la difusión de innovaciones con base en los resultados obtenidos en la investigación, para incentivar el intercambio de información y conocimiento y aumentar la adopción de innovaciones en el área de estudio.

1.4 Preguntas de investigación

A través de los objetivos planteados en esta investigación y para lo anterior se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es el nivel de adopción de innovación en productores del estado de Tlaxcala?
2. ¿Qué factores han impulsado o limitado la adopción de prácticas?
3. ¿Cómo ha sido el proceso de difusión en el área de estudio?
4. ¿Qué elementos debe contener el proceso de difusión para una mejorar e incrementar la adopción?

1.5 Hipótesis

Para poder contestar a las preguntas de investigación se han planteado las siguientes hipótesis.

1. El nivel de adopción de los productores es bajo, debido a la falta de asesoría técnica continua, acceso a la maquinaria adecuada, y capital financiero que permita una mayor adopción.

2. La percepción de los beneficios de las innovaciones como la AC es el incremento de rendimientos y disminución en los costos de producción considerado como un factor para continuar con la implementación de las prácticas de AC.
3. Se considera que entre mayor sea la búsqueda de información con diferentes actores se incrementa la adopción de innovaciones
4. Las diversas innovaciones se han promovido por instituciones en su mayoría de gobierno, esto ha permitido una mayor adopción de estas innovaciones por productores que a su vez comienzan a ser actores difusores con sus pares.

1.6 Contenido de la Tesis.

Capítulo 1.- Se presenta los antecedentes de la investigación, así como la justificación y el problema de investigación estudiado, derivado de esto, se presentan los objetivos, preguntas de investigación e hipótesis formuladas.

Capítulo 2.- Muestra el marco teórico y de referencia que permitió exponer los conceptos sobre el tema de investigación, así como las diversas investigaciones referentes que permiten tener una mayor discusión del tema.

Capítulo 3.- Se presenta el marco contextual del trabajo, el cual permite describir el entorno y la situación en general del objeto de estudio.

Capítulo 4.- Este apartado constituye el primer artículo elaborado, donde, se hace una clasificación de productores que han adoptado innovaciones y sus diferencias. Se estructuró conforme normas editoriales de la revista NovaScientia.

Capítulo 4. Este apartado es el segundo artículo en este trabajo, que presenta un análisis de los cambios que presentan los productores en dos años después de la adopción de innovaciones y quienes han sido las principales difusores de estas innovaciones.

Capítulo 5. En esta última sección se presentan las conclusiones generales de la investigación.

1.7 Estructura de la Tesis

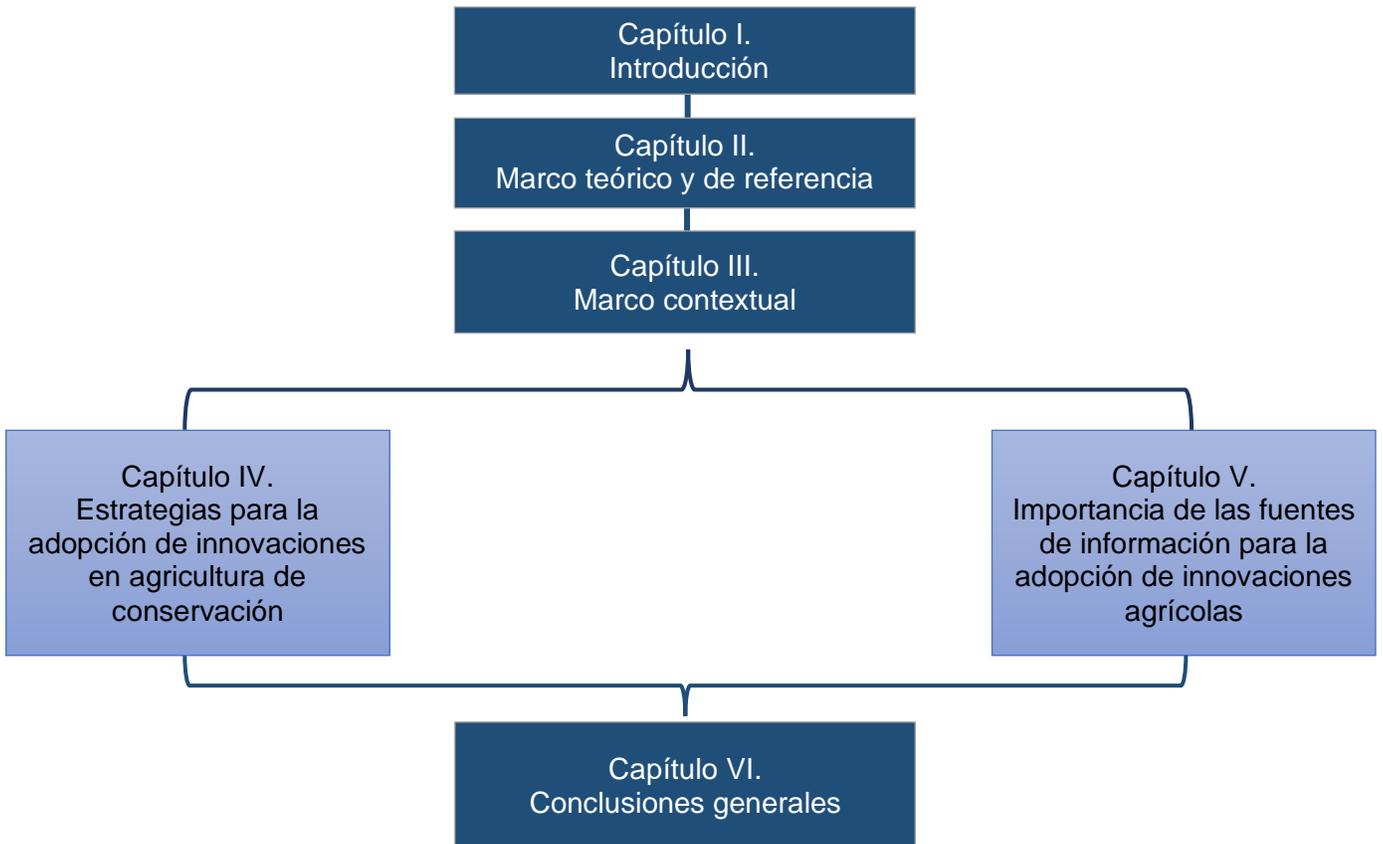


Figura 1 Estructura de la tesis

1.8 Literatura citada

- Andersson, J. A., & D'Souza, S. (2014). From adoption claims to understanding farmers and contexts: A literature review of Conservation Agriculture (CA) adoption among smallholder farmers in southern Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 187, 116–132. doi:10.1016/j.agee.2013.08.008
- Baudron, F., Corbeels, M., Monicat, F., & 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. *Biodiversity and Conservation*, 18(10), 2625–2644. doi:10.1007/s10531-009-9663-x
- Corma, C. F. (2011). *Innovación, innovadores y empresa innovadora* (1ra ed.). Madrid, España: Díaz de Santos S.A.
- Del Toro, M. A. (2012). *Memoria documental del programa modernización sustentable de la agricultura tradicional 2010-2012*. México, D.F.
- Doss, C. R. (2007). Analyzing technology adoption using microstudies: limitations, challenges, and opportunities for improvement. *Agricultural Economics*, 34, 207–219.
- FAO. 2002. *Agricultura de conservación. Estudio de casos en América Latina y África*. Boletín de Suelos de La FAO. 89 p.
- FAO. (2007). *Manual de Agricultura de Conservación*. Boletín de Suelos de la FAO. Cuenca Guantánamo-Guaso, Cuba.
- FAO. 2016. *Base de Datos Principal AQUASTAT*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Hobbs, P. R., K. Sayre, and R. Gupta. 2008. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 363: 543–55.

- Kassam, A., & Friedrich, T. (2011). Conservation Agriculture: Global Perspectives and Developments. In Regional conservation agriculture symposium, Johannesburg, South Africa (pp. 8–10). Rome, Italy: Plant Production and Protection Division, Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations.
- Klerkx, L., B. Mierlo, and C. Leeuwis. 2012. Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. pp. 457–483.
- Knowler, D., and B. Bradshaw. 2007. Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy* 32: 25–48.
- Läpple, D., A. Renwick, and F. Thorne. 2015. Measuring and understanding the drivers of agricultural innovation: Evidence from Ireland. *Food Policy* 51: 1–8.
- Maffioli, A., Ubfal, D., Baré, G. V., & Cerdán-Infantes, P. (2011). Extension services, product quality and yields: The case of grapes in Argentina. *Agricultural Economics*, 42(6), 727–734. doi:10.1111/j.1574-0862.2011.00560.x
- Moreno, F., Arrúe, J. L., Cantero-Martínez, C., López, M. V., Murillo, J. M., Sombrero, A., ... Álvaro-Fuentes, J. (2011). Conservation Agriculture Under Mediterranean Conditions in Spain. *Sustainable Agriculture Reviews*, 5, 175–195. doi:10.1007/978-90-481-9513-8_6
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations* (2nd ed.). New York, N. Y.: The Free Press A Division of Macmillan Publishing Co., Inc.
- SAGARPA. (2012). Programa “Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional.” México.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y DE REFERENCIA

Este apartado integra el marco teórico y referencial. En primera instancia, se aborda el concepto de innovación y los principales referentes teóricos, así como la difusión y adopción de innovaciones. El marco referencial se elaboró con base en la revisión de revistas científicas, la búsqueda de artículos en la Web of Science para el periodo 2001-2016, la palabra clave introducida fue: “adoption of conservation agriculture”; los artículos que se encontraron fueron 32. Mediante una lectura de su contenido a través del resumen fueron discriminados 22, debido a que trataban sobre asuntos técnicos y se seleccionaron a conveniencia 10 que pudieran ofrecer elementos para poder discutir el problema de investigación; además se incorporaron 31 artículos seleccionados previamente por la importancia en cuanto autores más referidos que aportan elementos para discutir este tema.

2.1 Marco teórico

2.1.1 Definición de innovación

Durante las últimas décadas se ha registrado un resurgimiento del interés por explicar la naturaleza de la innovación y el cambio tecnológico, así como sus efectos en el crecimiento y desarrollo económico y social (Aboites & Corona, 2011). Su investigación ha sido objeto de diferentes disciplinas, cuyos enfoques económicos se abren a ellas con varias perspectivas teóricas diferentes de las que cada una de ellas aporta una visión diferenciada.

Varios autores (OCDE, 2005; Baregheh, Rowley, & Sambrook, 2009; Fagerberg, 2009; Quintane, Casselman, Reiche, & Nylund, 2011; Aboites & Corona, 2011) mencionan a Joseph Schumpeter como uno de los teóricos más importantes que han aportado el tema del desarrollo empresarial donde la innovación ocupa un lugar privilegiado en la explicación del cambio tecnológico entre otros conceptos formulados por Schumpeter. De esta manera se puede afirmar que sus planteamientos han influido notablemente en las primeras teorías de la innovación debido a sus contribuciones (*The Theory of Economic Development*, 1912; y *Capitalism, Socialism and Democracy*, 1946) que

hablaban sobre el cambio tecnológico como un determinante central de la dinámica y un cambio estructural en la economía, proceso llamado “destrucción creativa”, siendo dinámico en el cual las nuevas tecnologías sustituyen a las antiguas.

A partir de la teoría de Schumpeter, Aboites y Corona (2011) mencionan que surgieron diversos enfoques teóricos tales como los vinculados con el estudio de los paradigmas tecnológicos; de esta forma el conocimiento y la tecnología son desarrollados a través de las interacciones entre los diversos agentes y otros diferentes factores, como el aprendizaje tecnológico, los sistemas nacionales de innovación y las capacidades tecnológicas, entre otras. Las cuales dieron origen a un conjunto de nuevos modelos interpretativos y conceptos analíticos para explicar la complejidad de los procesos de innovación tanto en países industrializados como en países emergentes.

La contribución de la corriente económica de la innovación no se ha limitado sólo al entendimiento de la innovación, el cambio tecnológico, el aprendizaje y sus impactos sobre crecimiento y el desarrollo económico, también ha encontrado su expresión en la esfera de la política pública, particularmente en la formulación de políticas de ciencia, tecnología e innovación.

Derivado de estas perspectivas teóricas no se ha tenido una sola definición de innovación, cada enfoque disciplinario ha planteado un concepto de innovación propio. Dos aspectos han sido comúnmente mencionados en su definición como lo son lo nuevo o novedad y la aplicación.

Schumpeter (1934) definió a la innovación como la primera introducción de un nuevo producto, proceso o sistema; el Manual Oslo (2005) la define como *“la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores”*.

Para otros autores la innovación (Hermans, Stuiver, Beers, & Kok, 2013; B. Å. Lundvall, 1992; Muñoz, Rendon, Aguilar, García, & Altamirano, 2004) integra otros aspectos como un proceso acumulativo, generador de riqueza, bienestar económico y social continuo, con el objetivo de avanzar al desarrollo sostenible que surge a través de procesos de interacción entre diferentes actores para la difusión, absorción y utilización de la innovación.

Las definiciones de innovación que se encuentran en la literatura es amplia y diversa, donde los autores la proponen como un resultado de un nuevo conocimiento, incluyendo las palabras como; nuevo, producto, idea, invención, proceso, mejora, cambio, desarrollo, valor, entre otras.

En un análisis presentado por Baregheh et al., (2009) clasifican las definiciones de innovación de acuerdo a su orientación disciplinaria como en la Economía, Economía de la Innovación, Sociología de la Tecnología, Sociología del Trabajo, Tecnología; así mismo enfoques teóricos abordan los estudios sociales de la Ciencia y Tecnología. De igual forma existen diversos conceptos vinculados con la operación de la innovación como son el Emprendedurismo, Marketing Negocios y administración, presentado así una diversa definición de innovación. Estos mismos autores señalan que la definición de innovación ha presentado más atención al tipo, medios, contexto social y explicaciones acerca de su importancia estratégica en el desarrollo de los niveles de competitividad ente empresas y mercados globales.

La interdisciplinariedad del término de innovación ha permitido tener una visión más amplia de sus alcances, y como ha cambiado y ampliado con el paso del tiempo su funcionalidad para explicar fenómenos relacionados con las estrategias de posicionamiento empresarial. Su utilidad en aspectos económicos se ha visto con más auge en los últimos años como una estrategia que posibilita la capitalización de las empresas.

Para esta investigación se adoptó el concepto de innovación de Rogers (1983) que la ha definido como: una nueva idea, o la mejora de procesos, para satisfacer una necesidad, y se complementa con la definición de Muñoz (2004),

que surge a través de procesos de interacción entre diferentes actores para la difusión y adopción de innovaciones en el sector rural.

2.1.2 Tipos de innovación

En la literatura se pueden encontrar diversas clasificaciones o tipos de innovaciones. Schumpeter (1934) distinguió cinco diferentes tipos de innovación: i) nuevos productos, ii) nuevos métodos de producción, iii) nuevas fuentes de suministro, iv) explotación de nuevos mercados y v) nuevas formas de organización. Cabe señalar que en el ámbito de la Economía, la mayor parte de la atención se ha centrado en los dos primeros tipos.

Un nuevo aporte del planteamiento schumpeteriano incluye, no solamente el cambio tecnológico, sino también a aquellos cambios institucionales y organizacionales. De esta manera, para que haya innovación hace falta como mínimo que un producto, proceso, método de comercialización o el método de organización sean nuevos (o significativamente mejorados) para que se considere que la empresa está desarrollando innovación (OCDE, 2005).

Los términos “innovación de productos” e “innovación de procesos” se han utilizado para caracterizar la aparición de nuevos o mejorados bienes o servicios, así como las mejoras realizadas en los medios de producir estos bienes o servicios (Fagerberg, 2009). La distinción entre los productos y la innovación de procesos a menudo se basa en la suposición de que su impacto económico y social puede ser diferente.

Edquist et al. (2001) dividen la categoría de innovación de procesos en “innovaciones tecnológicas del proceso” e “innovaciones de procesos de la organización”. La primera relacionada con los nuevos tipos de maquinaria, y la segunda hace referencia a las nuevas formas de organizar el trabajo. Esto conduce al tipo de innovaciones que pueden ser tecnológicas (productos y procesos) y las no tecnológicas (comercialización y organización).

COTEC (2001) menciona que las diversas teorías de innovación han permitido identificar diferentes tipos de éstas, y para identificar su impacto es necesario

conocer la naturaleza de las innovaciones. A continuación se describen algunas de las categorías utilizadas por esta instancia:

1. Innovación tecnológica. Surge tras la utilización de la tecnología como medio para introducir un cambio en la empresa, así también cambios en los aspectos más directamente relacionados con los medios de producción.
2. Innovación comercial. Cambio en cualquiera de las diversas variables del marketing.
3. Innovación organizativa. Cambio que ocurre en la dirección y organización de los procesos de trabajo o entre los individuos participantes en procesos de cambio, bajo la cual se desarrolla la actividad productiva y comercial de la empresa, posibilita un mayor acceso al conocimiento y un mejor aprovechamiento de los recursos materiales y financieros.

Estos tipos de innovaciones no son sucesos independientes, sino más bien se corresponde con sucesos interrelacionados entre sí, de tal forma que muchas veces las innovaciones tecnológicas implican o promueven innovaciones organizativas o comerciales y viceversa.

En el Manual Oslo (2005) se definen cuatro tipos de innovaciones, mismas que incluyen una amplia gama de cambios en la actividad de la empresa.

1. Innovación de producto. Aporta un bien o servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características técnicas o en cuanto a su uso u otras funcionalidades, la mejora se logra con conocimiento o tecnología, con mejoras en materiales, componentes e informática integrada.
2. Innovación de proceso. Concepto aplicado tanto a los sectores de producción como a los de distribución. Se logra mediante cambios significativos en las técnicas, los materiales y programas informáticos empleados, que tengan por objetivo la disminución de los costos

unitarios de producción o distribución, la mejorar la calidad, producción o distribución de productos nuevos o sensiblemente mejorados.

3. Innovación de mercadotecnia. Consiste en integrar un método de comercialización no utilizado antes en la empresa, mismo que puede consistir en la realización de cambios significativos en diseño, envasado, posicionamiento, promoción o tarificación, siempre con el objetivo de aumentar las ventas. La variación en el método tiene que suponer una ruptura fundamental con lo realizado anteriormente.
4. Innovación de organización. Cambios en las prácticas y procedimientos de la empresa, modificaciones en el lugar de trabajo, en las relaciones exteriores como aplicación de decisiones estratégicas con el propósito de mejorar los resultados en la productividad o reduciendo los costos de transacción internos para los clientes y proveedores. La actualización en la gestión del conocimiento, también entra en este tipo de innovación, al igual que la introducción de sistemas de gestión de las operaciones de producción, de suministro y gestión de la calidad.

Otra clasificación de innovaciones relevante es la que hace referencia al grado de novedad de la innovación (Cotec, 2001). Esta diferenciación resulta importante porque las consecuencias económicas que se generan entre unas y otras son diferentes. Algunos autores (Cotec, 2001; B. Å. Lundvall, 1992; Navarro, 2001) distinguen entre innovaciones incrementales o menores e innovaciones radicales o mayores donde:

- Innovación radical. Implica una ruptura con lo ya establecido. Son innovaciones que crean nuevos productos o procesos.
- Innovación incremental. Cambios dirigidos a incrementar la funcionalidad y las prestaciones de la empresa, cuando se suceden continuamente de forma acumulativa pueden constituir una base permanente de progreso.

Autores como Freeman y Pérez (1988) además de diferenciar entre innovaciones incrementales, radicales, integraron cambios del sistema tecnológico y cambios en el paradigma tecno-económico donde:

- Cambios del sistema tecnológico, son transformaciones en la tecnología de gran alcance que afectan a varias ramas de la economía y dan lugar a la aparición de nuevos sectores.
- Cambios en el paradigma tecno-económico, también llamados revoluciones tecnológicas, que son cambios en los sistemas tecnológicos de gran alcance que influyen en la economía e implican una combinación de innovaciones interrelacionadas al producto, proceso, organización y de gestión, que traen consigo un aumento potencial en la productividad de toda o de la mayor parte de la economía de las empresas, y abren una amplia gama de oportunidades de inversión y beneficio.

Lundvall (1992) distingue innovaciones incrementales y radicales refiriéndose a una dimensión técnica o económica, Edquist (2001) integra las innovaciones radicales y los cambios del sistema tecnológicos, y deja solo tres tipos desde la perspectiva de la novedad de la innovación: i) cambios continuos, ii) pequeños o incrementales e innovaciones radicales discontinuas; y iii) modificaciones grandes en algunas tecnologías de objetivo general y uso extendido, a las que se les llama paradigmas técnico-económicos.

El enfoque de Lundvall (1992) no se reduce a estudiar sólo las actividades aisladas, orientadas a desarrollar nuevos productos y procesos, sino que involucra también el conjunto de desarrollos y mejoras incrementales realizadas en las distintas áreas y actividades destinadas al aseguramiento de la calidad (Yoguel & Boscherini, 2001).

2.1.3 Procesos de innovación

La innovación es un proceso complejo que se lleva a cabo a nivel de productos específicos, las empresas y sectores, así como a nivel de las comunidades nacionales e internacionales (Smits, 2002).

Según COTEC (2001) existen múltiples formas de activar el proceso de innovación, dos han sido las forma clásicas de hacerlo; como consecuencia del denominado “tirón de la demanda”, en respuesta a movimientos en la demanda del mercado, o bien por el “empujón de la ciencia”, resultando, en este segundo

caso, de la búsqueda de aplicaciones para la tecnología existente por parte de los departamentos de I+D de las empresas.

La investigación y desarrollo (I+D) se define como el trabajo creador que se ha emprendido sobre una base sistemática, tiene por objetivo el aumento del conocimiento científico y técnico, y su posterior utilización en nuevas aplicaciones (Freeman, 1974).

Lundvall (1994) define cuatro tipos de conocimientos que resultan herramientas fundamentales en la generación de procesos innovativos:

1. know what o saber qué: son hechos concretos, el conocimiento en este caso remite a información.
2. know why o saber por qué: de carácter científico; refiere a los principios y leyes de la naturaleza, de gran importancia para el desarrollo tecnológico.
3. know how o saber cómo: se refiere a las habilidades o destrezas que se adquieren a través de la experiencia directa en actividades productivas y de gestión.
4. know who o saber quién: involucra aquella información sobre quién sabe qué y quién sabe qué hacer, incluyendo especialmente la capacidad social de establecer relaciones y cooperar con distintos grupos especializados.

Los dos primeros corresponden a conocimientos codificados, es decir aquellos objetivados o materializados en el conocimiento científico, mientras que el resto corresponde a conocimientos tácitos que se componen de conocimientos técnicos que pueden ser entendidos como modelos mentales, creencias y perspectivas tan arraigadas que se configuran en “hechos ciertos” y, por lo tanto, no fáciles de expresar (Moltoni, 2013).

La distinción entre lo tácito y lo explícito del conocimiento es importante, ya que el primero implica que no es posible separar el conocimiento de su soporte (ya sea un individuo o una organización), y al segundo, sólo se puede acceder mediante la contratación de personal calificado (Johnson & Lundvall, 2000).

Entonces por medio de la innovación, se crea y se difunde un nuevo conocimiento, lo que aumenta el potencial de la economía para desarrollar nuevos productos y métodos de funcionamiento más productivos.

El proceso de innovación requiere un proceso de aprendizaje, y las empresas pueden generar internamente mediante la investigación y desarrollo, el conocimiento necesario para llevar a cabo la innovación o adquirirlo del exterior (Cotec, 2001).

Según Lundvall (1992) se pueden distinguir los siguientes tipos de aprendizaje:

1. Aprendizaje por investigación (“learning by searching”), que es una actividad que busca explícitamente aumentar el conocimiento con el objetivo de estimular la innovación.
2. Aprendizaje por exploración (“learning by exploring”), es el derivado de actividades de investigación menos orientadas al beneficio, y llevadas a cabo por universidades y organizaciones similares. En ocasiones se dan resultados imprevistos o no perseguidos, que rompen con el sendero acumulativo de desarrollo y crean la base para un nuevo paradigma tecnológico con una dimensión dinámica y radical importante a largo plazo.
3. Aprendizaje por producción (“learning by producing”), es aquel que surge como subproducto de actividades económicas organizadas con otros fines primarios.

De esta forma se puede entender al aprendizaje como un proceso interactivo en donde el conocimiento se convierte en un bien colectivo compartido en redes y organizaciones (B.-Å. Lundvall, 1996).

El conocimiento incluye habilidades donde el aprendizaje se transforma en un proceso de creación de competencias, siendo estos conceptos (genéricos y generales) los que deben ser especificados con más detalle, con el fin de convertirse en herramientas analíticas útiles para llevar a cabo innovaciones (B.-Å. Lundvall, 1996).

2.1.4 Difusión y adopción de innovaciones

El elemento central de la innovación es la difusión de todo nuevo conocimiento o tecnología (OCDE, 2005). Valente (1996) y Rogers (1983) definen la difusión de las innovaciones como un proceso a través del cual este nuevo conocimiento se comunica a través de ciertos canales mediante los cuales algunos miembros inicialmente adoptan una innovación y con el tiempo puede que un mayor número de otros individuos adopten esta idea.

Los cuatro elementos principales en los cuales se da la difusión de innovaciones son: i) la innovación misma, ii) los canales de comunicación, iii) el sistema social, y iv) el tiempo, donde cada uno de estos componentes tiene elementos que permiten identificar factores previos para una rápida difusión y decisión de adopción de la innovación. Al respecto Rogers (1983) los describe de la siguiente manera:

1. **La innovación misma.** Las características de una innovación determinan la capacidad de su adopción por los miembros de un sistema social. Existen cinco tipos de ventajas que se adhieren a este tipo de innovación, las cuales son:
 - Ventaja relativa: Este es el grado en el que una innovación se percibe como mejor que la idea reemplazada.
 - Compatibilidad: Una innovación se percibe como consistente con los valores existentes, experiencias pasadas, y las necesidades de los posibles adoptantes.
 - Complejidad: Es el grado en el que una innovación se percibe como fácil y se adopta con mayor rapidez, o más complicadas por lo cual se adoptan más lentamente.
 - Verificabilidad: Es cuando una innovación puede ser probada y comprobada, representa menos incertidumbre para el individuo que la está considerando para su aprobación.
 - Observabilidad: Es el grado en que los resultados de una innovación son visibles para otros, lo cual estimula la discusión entre pares de

una nueva idea, lo que les hace pedir información aumentando la probabilidad de adopción.

2. **Los canales de comunicación.** La comunicación es el proceso mediante el cual los participantes crean y comparten información entre sí con el fin de llegar a un entendimiento mutuo. En este caso los canales se convierten en el medio para comunicar cualquier información.
3. **El sistema social.** Se define como un conjunto de individuos interrelacionados que se dedican a la solución conjunta de problemas para lograr un objetivo en común, y constituye un límite dentro del cual se difunde una innovación.
4. **El tiempo.** Este está implicado en la difusión de tres maneras:
 - Proceso de Innovación-Decisión. Es el proceso a través del cual un individuo busca información, y pasa de un primer acercamiento a la formación de una actitud, a una decisión de adoptar o rechazar la nueva idea, y para confirmar esta decisión; con el fin de disminuir la incertidumbre acerca de una innovación y efectos esperados.
 - Momento de adopción. Es posible identificar cinco grupos que resultan en las diferentes etapas de la adopción de una innovación.
 - Los innovadores o generadores (2.5%), son los primeros en utilizar la innovación dentro del sistema social.
 - Los primeros adoptantes de tecnología (13.5%), lo hacen porque reconocen sus beneficios y no por la necesidad de tener referencias confiables.
 - La primera mayoría (34%), requiere tener referencia de experiencias exitosas antes de adoptar la innovación.
 - La mayoría tardía (34%), asume un aire de desconfianza y cautela ante las innovaciones.
 - Los rezagados (16%), son los últimos en adoptar la innovación o simplemente la rechazan.

5. **Tasa de Adopción.** Se mide generalmente como el tiempo requerido por los miembros de un sistema social para que una innovación sea adoptada.

La Teoría de la Difusión de la Innovación fue desarrollada originalmente debido a las preocupaciones sobre cómo las innovaciones se difundían a través de las comunidades. La comunicación es imprescindible en la difusión de una innovación para determinar su éxito, donde ésta se transforma en un “proceso en el que los participantes crean y comparten información entre sí con el fin de llegar a un entendimiento mutuo”, lo que puede implicar el uso de medios de comunicación o los canales de comunicación interpersonal (Nordin, Noor, & Saad, 2014); siendo así la difusión un proceso social e influyente para aceptación y adopción de innovaciones.

La adopción de la innovación provoca un vacío de conocimiento inicial entre el conocimiento actual y los conocimientos necesarios para la utilización eficaz de la innovación (Badilescu-Buga, 2013). Abordar la brecha del conocimiento asociado a la adopción de la innovación requiere de conocimientos y de una evaluación del comportamiento de la información proporcionada para la adopción, lo que incluye las actividades de búsqueda de información.

La persona que adopta la innovación, busca información para abordar la cuestión de la brecha del conocimiento, y así aplicar las habilidades cognitivas, emocionales y de conocimiento que posee para procesar la información necesaria y producir conocimiento con el fin de resolver un problema.(Badilescu-Buga, 2013).

El aprendizaje es una parte integral de la adopción en el marco del riesgo y la incertidumbre; así, la adopción consta de dos tipos distintos de aprendizaje: i) la habilidad de utilizar la innovación y ii) la reducción de la incertidumbre sobre el rendimiento de la innovación.

Ghadim, et al.(2005), mencionan que el riesgo y la incertidumbre tienen mayor influencia sobre la tasa de adopción de innovaciones; sin embargo, la evidencia

empírica a favor o en contra de este punto de vista ha sido relativamente escasa. Doss (2007) refiere que las innovaciones exitosas se adoptan a un ritmo lento por un pequeño número de usuarios. En su estudio menciona que en el análisis de la adopción de innovaciones se necesita una investigación en cinco áreas: i) examinar la intensidad de la adopción; ii) hacer frente a la simultaneidad de la adopción de diferentes componentes de un paquete tecnológico; iii) analizar el impacto de los mercados y las políticas sobre las decisiones de adopción incompletas; iv) la contextualización de las decisiones de adopción dentro de los entornos social, cultural e institucional; y v) prestar atención a los patrones dinámicos de los cambios en la tenencia y la acumulación de riqueza entre los adoptantes tempranos y tardíos.

Wejnert (2002) menciona que para comprender como se está realizando el proceso de adopción se necesita identificar seis principales áreas, esto es con el fin de identificar las variables en las que se puede influir para que un actor adopte una innovación.

1. Entidad social de los innovadores.
2. La familiaridad con la innovación.
3. Características del estado.
4. Características socioeconómicas.
5. La posición relativa de las redes sociales.
6. Las características personales que están asociadas con las variables culturales que modifican las características de personalidad de los actores en un nivel social determinado.

La adopción de las innovaciones por los individuos está fuertemente influenciada por la estructura y la calidad de sus redes sociales (Valente, 1996). El análisis de redes se ha aplicado para estudiar los procesos de creación de conocimiento, la difusión y los patrones de adopción de una innovación.

En ese sentido las redes de innovación a diferencia de las sociales se distinguen por ciertos elementos o actores que contienen su estructura

relacional (nodo financiador, proveedor, facilitador, investigador, productor y orquestador) en torno a un sistema de producción con el fin de generar valor (Radjou, 2004). En este enfoque Koschatzky (2002) indica que la innovación, producción y comercialización de un producto no pueden ser llevados a cabo por una única empresa, si no en colaboración con otros agentes y como resultado de la interacción de los mismos.

2.2 Marco de referencia

Agricultura de conservación

A nivel mundial la adopción de la Agricultura de Conservación (AC) es relativamente baja. Con los últimos datos del año 2013 que ofrece el Sistema de Información Global sobre el Agua de la FAO (AQUASTAT por sus siglas en inglés) el total de la superficie agrícola que se practica bajo el sistema de AC es de aproximadamente 64 millones de hectáreas, que representa el 4% de la superficie agrícola mundial.

Los principales países que presentan mayor superficie agrícola con prácticas de AC (figura 1) en el año 2013 son; Argentina seguido de Canadá y China. Kassam et al. (2009b) señala que en el sur de América Latina se practica un 60% de la superficie agrícola con prácticas de AC, principalmente entre agricultores grandes

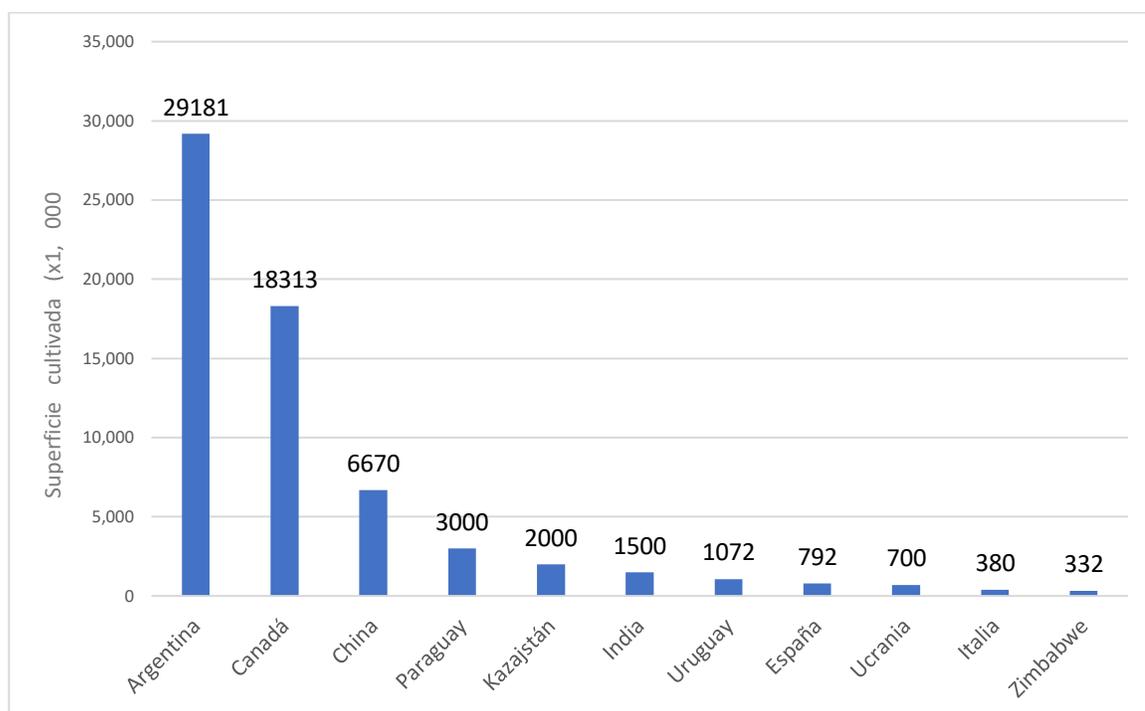


Figura 2 Superficie cultivada en agricultura de conservación (x1, 000 ha) (2013)

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO, AQUASTAT (2016)

La visión general de la adopción de AC en el mundo ha sido diversa, por ejemplo, en Argentina Derpsch et. al., (2009) mencionan que el rápido crecimiento de la siembra directa, un principio de AC, fue posible debido a que los fabricantes de equipos respondieron a la creciente demanda de maquinaria, además al percatarse de los beneficios obtenidos adoptan el sistema y permanecen, más de 70% de toda la siembra que se practica en Argentina de forma permanente no es labrada.

En Canada Kassam et al. (2009a) mencionan que el principal factor que determinó la adopción de AC por parte de agricultores fue la severa erosión eólica, mientras que en China la erosión del suelo por el viento y el agua, así como la escasez de agua, bajos niveles de materia orgánica y la disminución de la productividad ha sido una de las principales fuerzas impulsoras de una rápida adopción.

Kazajstán es un país grande que ha experimentado grandes cambios en la tenencia de la tierra y los sistemas de cultivo en las últimas décadas donde las políticas de gobierno han sido un factor importante para su adopción, Kassam et al. (2009a) indican que la adopción en estos lugares se ha promovido desde hace algún tiempo por el CIMMYT y la FAO mediante un proyecto de agricultura de conservación entre 2002 y 2004.

Derpsch et al. (2009) muestra que España es el país líder en términos de adopción de no laboreo en Europa donde los principales cultivos bajo siembra directa son el trigo y la cebada. En los países europeos Lahmar (2010) menciona que el proceso de adopción parece estar impulsado principalmente por la reducción de los costos en maquinaria, combustible y el ahorro de mano de obra, la conservación de suelos y agua no aparecen ser las principales preocupaciones.

En estudios de la FAO (2002) se indica que 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, para el año 2011 la superficie agrícola que se reporta FAO (2016) tuvo un aumento a 41,000 ha.

2.2.1 Definición de agricultura de conservación

En la agricultura convencional, la labranza del suelo es considerada una de las operaciones más importantes para crear una estructura favorable del suelo, preparar el lecho de las semillas y controlar las malezas. Los implementos mecánicos ocupados para realizar estas prácticas, especialmente aquellos arrastrados por tractores, destruyen la estructura del suelo al reducir el tamaño de los agregados; la FAO (2002) menciona que actualmente los métodos de labranza convencional son la mayor causa de pérdida del suelo y de desertificación en muchos países en desarrollo.

Esta situación ha llevado a un nuevo concepto denominado Agricultura de Conservación (AC). El término AC fue adoptado durante el Primer Congreso Mundial sobre Agricultura de Conservación en Madrid en el 2001 (Amir Kassam et al., 2009b), y se practica desde hace más de 3 décadas en casi todas las partes del mundo (Amir Kassam *et al.*, 2009a)

Stagnari et al. (2010) mencionan que estas practicas se basan en el manejo integrado del suelo, del agua y de todos los recursos agrícolas para satisfacer simultáneamente las necesidades económicas, atender las preocupaciones de los consumidores, y reducir al mínimo el impacto en el medio ambiente.

Por esta razón, la agricultura de conservación en ocasiones es descrita como una estrategia de ganar-ganar para la agricultura y el medio ambiente (Baudron, Corbeels, Monicat, & Giller, 2009b)

La AC es la combinación del uso de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad del suelo a través de tres principios técnicos:

- No alterar el suelo de forma mecánica (se planta o siembra directamente);

- Cobertura permanente del suelo; especialmente con el uso de rastrojos y cultivos de cobertura;
- Selección juiciosa para las rotaciones de los cultivos y cultivos múltiples, agroforestería e integración pecuaria.

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 cobertura 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

Para algunos autores (Cadena I., Morales G., González-Camarillo, Berdugo-Rejón, & Ayala-Sánchez, 2009; Kassam & Friedrich, 2011; Ndah *et al.*, 2013; Stagnari *et al.*, 2010) la AC es una combinación de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad del suelo; para otros (Hobbs *et al.*, 2008; Knowler & Bradshaw, 2007) 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 integrando alguna de las tres prácticas de AC, ya que algunos de los productores pueden estar realizando alguna de estas prácticas de manera tradicional.

2.2.2 La adopción de agricultura de conservación

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. La experiencia y la evidencia empírica a través de muchos países han demostrado que la rápida adopción y difusión de AC requiere un cambio en el compromiso y la conducta de todas las partes interesadas (Kassam & Friedrich, 2011).

La medición de AC ha sido muy compleja, Andersson *et al.* (2014) menciona que uno de los problemas es que los institutos de investigación que recogen datos sobre la adopción suelen participar simultáneamente en la promoción de la AC dentro de los mismos proyectos y como consecuencia, la cifras de

adopción y estudios pueden estar sesgados hacia adoptantes y beneficiarios del proyecto.

Grabowski & Kerra (2014) mencionan que debido a la variabilidad de los recursos, las prioridades de los agricultores, la rentabilidad de cada tecnología y nivel de riesgo es un problema cuando las tecnologías agrícolas como la AC están agrupados en paquetes. Adicionalmente, la variación en las propiedades biofísicas es especialmente importante para la agricultura de conservación, porque lo que es un beneficio en algunas condiciones puede ser un problema en virtud de otro, así que dondequiera que se promueve la AC, la heterogeneidad de la dotación de recursos en los hogares y en el paisaje afectará su adopción.

El análisis realizado de la literatura seleccionada (cuadro 1) identifica factores que han promovido la adopción de AC así como las limitantes y recomendaciones necesarias para una mayor adopción de AC, las cuales se describen a continuación.

Cuadro 1. Factores y limitaciones para la adopción de AC

Autores	Lugar de estudio	Factores de adopción	Factores Limitantes	Recomendaciones
(Knowler & Bradshaw, 2007)	África Subsahariana, América Latina, Canadá, Estados Unidos Sudamérica	Educación, tamaño de la finca, conciencia de amenazas ambientales, productividad	Conocimiento de las técnicas de AC, disponibilidad de tecnologías apropiadas Viabilidad financiera	Análisis del capital social como factor influyente de la adopción
(Derpsch & Friedrich, 2009)	Norteamérica, Australia, Nueva Zelanda, Asia, Europa, África	Políticas Públicas, uso de maquinaria adecuada	Mentalidad, conocimiento sobre cómo hacerlo, la disponibilidad de maquinaria, herbicidas y políticas adecuadas	Políticas adecuadas para obtener sostenibilidad económica, social y ambiental, para mejorar la calidad del suelo y aumento de la producción

(Lahmar, 2010)	Experiencia Europea del programa KASSA	Ahorro combustible, de obra maquinaria	en mano y	Conocimiento sobre el manejo de AC, gestión y, la ausencia de sistemas de innovación dinámicos	Mejora de la relación política e investigación
(Baudron et al., 2009)	Dos regiones del Sur de África y África occidental	Incentivos proyectos desarrollo	y de	Objetivos, percepciones de AC, limitaciones de los productores, normas y cultura	Enfoque multidisciplinario, involucrando la participación de los agricultores en cada etapa del desarrollo, así como la evaluación y la difusión de las tecnologías de AC
(Friedrich & Kassam, 2009)		Conciencia aspectos ambientales, aumentos de costos, insumos y energías, factores políticos como el cambio climático	en de	Intelectuales, sociales, biofísicos, técnicos, financieros, infraestructura y directivas,	Políticas de apoyo incluyendo los pagos directos a los agricultores por realizar métodos agrícolas sostenibles
(Grabowski & Kerr, 2014)	Angonia Mozambique e Sur de África	Tolerancia a las sequias	a las	Capitalización, mano de obra, rentabilidad	Adaptar las tecnologías para maximizar los beneficios y reducir al mínimo las restricciones de acuerdo a sus propias prioridades
(Van den Broeck et al., 2013)	Bajío, México	Reducción de costos en maquinaria, diésel, mano de obra, mejora de las propiedades del suelo, retención de agua	de en	Falta de información, asistencia técnica, equipo, aversión al riesgo, problemas de malezas y de abastecimiento de agua, arrendamiento, retención de residuos	Mayor investigación sobre los resultados ambientales y económicos de CA bajo diferentes niveles de retención de residuos con el fin de hacer adopción de la AC más compatible con la propiedad del ganado

(Pannell, Llewellyn, & Corbeels, 2014)	África y Asia Meridional		Costo de oportunidad de los residuos, incertidumbre, restricciones en la disponibilidad de tierra, trabajo y capital en momentos clave del año	Evitar la promoción de la AC como uno solo, un enfoque más productivo es reconocer la heterogeneidad de las circunstancias de cultivo, y hacer esfuerzos para identificar (en particular por el análisis económico) aquellos casos en CA, o uno o más de sus componentes, son capaces adoptar
(Ndah et al., 2014)	Burkina Faso, Malawi, Zambia y Zimbabwe	Ahorro de trabajo, mayores rendimientos, conservación de la humedad, condiciones de políticas, restaurar la fertilidad del suelo.	Uso de residuos y semillas, disponibilidad de herramientas y maquinarias, de canales de comunicación, control de calidad, comercialización, aceptación limitada por productores jóvenes, acceso a la tierra, la propiedad, herbicidas, tipo de suelos arenosos, y la producción de biomasa limitado.	Condiciones del mercado favorables para el acceso de tecnologías adecuadas y características generales
(Andersson & D'Souza, 2014)	Sur de África	Uso de incentivos	Restricciones a nivel de parcela, contexto de los agricultores, circunstancias socioeconómicas	Contexto de políticas públicas para comprender la limitada adopción de AC
(Reed, Chan-Halbrendt, Tamang, & Chaudhary, 2014)	Región central de Oriente Nepal	Calidad del suelo y producción	Mentalidad (la tradición, prejuicios)	Mejorar la comunicación y retroalimentación entre los investigadores, agentes de extensión y los agricultores

(Corbeels et al., 2014)	África subsahariana, Burkina Faso, Kenia, Malawi, Tanzania, Madagascar, Zambia y Zimbabwe.	Rendimientos, financiamiento,	Beneficios inmediatos, suministro de insumos y venta del productos, forraje, recursos limitados	Identificación de prioridades de los agricultores, investigación y desarrollo interdisciplinaria a través de una red de innovación
(Rochecouste, Dargusch, Cameron, & Smith, 2014)	Australia	Benéficos económicos, sociales, de productividad, inversión inicial, conocimientos y habilidades necesarias para aplicar AC	Maquinaria	Considerar una política de "extensión" que incluye la participación de agricultores que han superado las barreras de adopción y los beneficios obtenidos
(Van Hulst & Posthumus, 2016)	Laikipia, Kenia.	Experimentación, aprendizaje, actitudes y el control del comportamiento percibido	Costo de herbicidas, actitud y creencias	Difusión de los alcances obtenidos en el corto plazo
(Lalani, Dorward, Holloway, & Wauters, 2016)	Cabo Delgado, Mozambique	Edad, educación, perteneciente a una organización, índice de pobreza alto, aumento del rendimiento, reducción de la mano de obra, y mejora la calidad del suelo, tolerancia a las sequías, reducción de malas hierbas, beneficios en el primer año	Conocimientos de habilidades adecuadas, plagas y tipo de suelo,	Enfoque de colaboración para el aprendizaje mejorará la comprensión de cómo adaptar CA y otras innovaciones para diferentes condiciones
(Pedzisa, Rugube, Winter-Nelson, Baylis, & Mazvimavi, 2015)	Zimbabwe	Superficie, apoyo de ONG's, mano de obra familiar limitada, acceso de insumos,	Difusión, seguimiento y realizar las practicas continuamente	Impulsar técnicas que se utilizan menos, garantizar el acceso a fertilizantes y semillas. Asegurar que la adopción es para maximizar beneficios ambientales y de productividad.

Fuente: Elaboración propia

La revisión de literatura reveló que la mayoría de los análisis que tratan de explicar los problemas de adopción de AC se centran en países de África, pero esto no quiere decir que son problemas exclusivamente de esa región del

mundo, los agricultores de un país o región donde no se practica AC se enfrentan a una serie de problemas que hacen difícil su adopción (Kassam et al., 2009). Estos factores que favorecen y limitan la adopción a gran escala de AC se encontraron en la revisión de literatura, las cuales se distinguen en varias categorías que se discuten a continuación.

2.2.3 Factores que favorecen la adopción

Los factores de adopción de AC, según Knowler y Bradshaw (2007), no son los mismos en las áreas donde se realizan, sin embargo, la viabilidad financiera y el capital social parecen ser dos factores que incentivan la adopción en cualquier área de estudio.

La conciencia de amenazas ambientales como sequías y degradación de la tierra ha sido un factor que ha resaltado como potencial para la adopción de AC (Knowler & Bradshaw, 2007, Friedrich & Kassam, 2009, Grabowski & Kerr, 2014, Ndash et al., 2014, Reed, Chan-Halbrendt, Tamang, & Chaudhary, 2014, Lalani, Dorward, Holloway, & Wauters, 2016).

La cobertura en el suelo, principio de la AC, ha presentado beneficios para mitigar la sequías, obteniendo un aumento de la fertilidad del suelo y la retención de humedad, lo que resulta en un aumento del rendimiento que ha sido percibido por los productores, lo que ha permitido la experimentación y el aprendizaje siendo clave para apoyar las intenciones y adopción de la AC.

Otros factores de adopción identificados por diversos autores son; la reducción en los costos de maquinaria, mano de obra y combustibles (Derpsch & Friedrich, 2009, Lahmar, 2010, Friedrich & Kassam, 2009, Van den Broeck et al., 2013, Lalani, Dorward, Holloway, & Wauters, 2016), donde los grandes agricultores, principalmente en Europa, han percibido estos beneficios debido a que disminuyen significativamente los costos de producción, favoreciendo la competitividad y avivar a otros agricultores europeos el interés en la agricultura de conservación y presentar una rápida adopción..

Diferentes organizaciones han promovido la difusión y adopción de AC, y en diversos estudios (Derpsch & Friedrich, 2009, Baudron et al., 2009, Andersson & D'Souza, 2014, Corbeels et al., 2014, Rochecouste, Dargusch, Cameron, & Smith, 2014, Pedzisa, Rugube, Winter-Nelson, Baylis, & Mazvimavi, 2015) se muestra que incentivos a través de políticas públicas como; fertilizantes, semillas y herbicidas gratuitos o subvencionados, créditos fiscales sobre equipos, alquiler de maquinaria, programas de costos compartidos y subsidios directos, promueven una rápida adopción de AC, por lo que este tipo de políticas ha tenido un gran impacto para la difusión y adopción de AC.

La disponibilidad y el uso de maquinaria adecuada son factores que favorecen la adopción. Derpsch y Friedrich (Derpsch & Friedrich, 2009) mencionan que en países como Brasil y Argentina la adopción de AC fue más rápida debido a que la industria de la maquinaria se especializó en equipos para este tipo de prácticas y el acceso fue de una manera más rápida.

La experimentación, el aprendizaje y actitudes, se consideran como factores de motivación importantes para los agricultores, señalando así que los agricultores probablemente han observado otros agricultores que utilizan AC (o como resultado de sus observaciones en sus propias granjas) teniendo la percepción de que AC se realiza con éxito (Rochecouste, Dargusch, Cameron, & Smith, 2014, Van Hulst & Posthumus, 2016).

Los factores como educación, tamaño de la finca han sido factores que han sido analizados de manera constante, sin embargo, a través de correlación entre variables en algunos estudios, estos factores suelen ser no significativos o correlacionados negativamente, estos resultados reflejan condiciones particulares y deben adaptarse a las condiciones locales (Lalani, Dorward, Holloway, & Wauters, 2016).

2.2.4 Factores que limitan la adopción

Si bien existen diversos factores que favorecen la adopción de AC, también existen diversos factores que limitan la adopción, y en ocasiones suelen ser los mismos.

El desconocimiento de la ventajas que ofrece esta tecnología ha sido un factor limita la adopción (Knowler & Bradshaw, 2007, Derpsch & Friedrich, 2009, Lahmar, 2010, Van den Broeck et al., 2013, Lalani, Dorward, Holloway, & Wauters, 2016). Entonces el acceso a la información es un papel clave en la percepción de una tecnología y, por tanto, en la adopción exitosa (Van den Broeck et al., 2013).

La disponibilidad de insumos, fertilizantes, semillas, implementos y maquinaria son factores que limitan la adopción, debido a la falta de ellos no se obtiene los resultados esperados abandonando las prácticas y el rechazo a nuevas alternativas de adopción. (Knowler & Bradshaw, 2007, Derpsch & Friedrich, 2009, Friedrich & Kassam, 2009, Van den Broeck et al., 2013, Pannell, Llewellyn, & Corbeels, 2014, Ndah et al., 2014, Corbeels et al., 2014, Rochecouste, Dargusch, Cameron, & Smith, 2014, Van Hulst & Posthumus, 2016).

El financiamiento necesario para poder implementar los primeros años las prácticas de AC son en ocasiones elevados debido al cambio considerable en el sistema de producción, por ello existe un rechazo a la tecnología e incluso el abandono en los años posteriores especialmente para los pequeños agricultores de subsistencia, además de la incertidumbre del retorno de capital en el corto plazo ya que los beneficios económicos en ocasiones se obtienen en el largo plazo. (Knowler & Bradshaw, 2007, Friedrich & Kassam, 2009, Grabowski & Kerr, 2014, Pannell, Llewellyn, & Corbeels, 2014, Van Hulst & Posthumus, 2016)

La AC según Friedrich y Kassam (2009a) tiene dos barreras intelectuales que superar para que sea adoptada: la primera se basa en la experiencia de la agricultura basada en la labranza común, que ha trabajado por generaciones y que ha creado los valores culturales y las tradiciones rurales; la segunda es la falta de conocimiento experimental sobre CA y el mecanismo para adquirirla.

Diversos autores mencionan que los agricultores tienen que estar convencidos de los beneficios de una tecnología para poder adoptarla (Derpsch & Friedrich, 2009, Baudron et al., 2009, Friedrich & Kassam, 2009, Reed et al, 2014, Van Hulst & Posthumus, 2016, Van den Broeck et al., 2013).

Los sistemas tradicionales de tenencia de la tierra, donde no existe la propiedad individual reducen los incentivos de los agricultores para invertir en la mejora a largo plazo (Baudron et al., 2009, Corbeels et al., 2014).

También los derechos de pastoreo comunales que a menudo incluyen el derecho a pastar en los residuos de cultivos o cultivos de cobertura después de la cosecha del cultivo principal, crean conflictos que dificultan la implementación de las prácticas de la AC (Van den Broeck et al., 2013, Pannell et al., 2014, Ndah et al., 2014, Friedrich & Kassam, 2009).

El número de componentes de AC utilizado en la temporada anterior tiene un impacto en la siguiente temporada, es por eso que los productores que no implementan los tres componentes no obtienen los resultados esperados lo que conduce al abandono de la AC (Lalani, Dorward, Holloway, & Wauters, 2016).

En cuanto a cuestiones de política pública los ajustes institucionales son a menudo débiles en los países en desarrollo, lo que complica la difusión de información correcta a los agricultores provocando el rechazo no solo de AC sino de otras innovaciones (Van den Broeck et al., 2013¹¹, Derpsch & Friedrich, 2009).

Un factor importante para la pronta adopción de es entender las condiciones y el modo de pensar de los agricultores, según Ndah et al. (2014) esto es con el fin de transferir AC de manera que se ajuste dentro del contexto de las culturas y preferencias de los agricultores de las prácticas.

2.3 Literatura citada

- Abadi Ghadim, A. K., & Pannell, D. J. (1999). A conceptual framework of adoption of an agricultural innovation. *Agricultural Economics*, 21(2), 145–154. doi:10.1016/S0169-5150(99)00023-7.
- Andersson, J. A., & D'Souza, S. (2014). From adoption claims to understand farmers and contexts: A literature review of Conservation Agriculture (CA) adoption among smallholder farmers in southern Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 187, 116–132. doi:10.1016/j.agee.2013.08.008
- Aquino-Mercado, P., Peña, R. J., & Monasterio, I. O.-. (2008). México y el CIMMYT. (CIMMYT, Ed.). México.
- Aboites, J., & Corona, J. M. (2011). Economía de la innovación y desarrollo. (Siglo XXI, Ed.) PhD Proposal (Primera.). México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana. Editorial Siglo XXI.
- Badilescu-Buga, E. (2013). Knowledge behaviour and social adoption of innovation. *Information Processing and Management*, 49(4), 902–911. doi:10.1016/j.ipm.2013.02.001
- Baregheh, A., Rowley, J., & Sambrook, S. (2009). Towards a multidisciplinary definition of innovation. *Management Decision* (Vol. 47). doi:10.1108/00251740910984578
- Baudron, F., Corbeels, M., Monicat, F., & Giller, K. (2009). Cotton expansion and biodiversity loss in African savannahs, opportunities and challenges for conservation agriculture: a review paper based on two case studies. *Biodiversity and Conservation*, 18(10), 2625–2644. doi:10.1007/s10531-009-9663-x
- Cadena I., P., Morales G., M., González-Camarillo, M., Berdugo-Rejón, J. G., & Ayala-Sánchez, A. (2009). Estrategias de transferencia de tecnología , como herramientas del desarrollo rural (Primera Ed.). Chiapas,

Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur.

Claverán A., R. (1999). Panorámica de la labranza de conservación en México y en América Latina. En: Simposio Internacional sobre Labranza de Conservación. Comité del Programa de Recursos Naturales del Consorcio Mesoamericano de Agricultura Internacional. México.

Corbeels, M., de Graaff, J., Ndah, T. H., Penot, E., Baudron, F., Naudin, K., ... Adolwa, I. S. (2014). Understanding the impact and adoption of conservation agriculture in Africa: A multi-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 187, 155–170. doi:10.1016/j.agee.2013.10.011

Corma, C. F. (2011). *Innovación, innovadores y empresa innovadora* (1ra ed.). Madrid, España: Díaz de Santos S.A.

Cotec. (2001). *Innovación Tecnológica. Ideas Básicas*. (Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Ed.). Madrid, España: Gráficas Arias Montano, S.A.

Del Toro, M. A. (2012). *Memoria documental del programa modernización sustentable de la agricultura tradicional 2010-2012*. México, D.F.

Derpsch, R., & Friedrich, T. (2009). Global Overview of Conservation Agriculture Adoption . IV World Congress on Conservation Agriculture, 1–14.

Doss, C. R. (2007). Analyzing technology adoption using microstudies: limitations, challenges, and opportunities for improvement. *Agricultural Economics*, 34, 207–219.

Edquist, C. (2001). The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy : An account of the state of the art By. In DRUID Conference (pp. 1–24).

- Escobedo, R. A., Verdeja, J. C., Ochoa, B. N., & Ramírez, R. G. (1994). Importancia ecológica del sistema de labranza cero con haba como indicador. Universidad de Guadalajara.
- Fagerberg, J. (2009). Innovation: A Guide to the Literature. *The Oxford Handbook of Innovation*, 2004(February 2016), 1–18. doi:10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0001
- FAO. (2002). Agricultura de conservación. Estudio de casos en América Latina y África. *Boletín de Suelos de La FAO*, 89.
- FAO. (2007). Manual de Agricultura de Conservación. *Boletín de Suelos de la FAO*. Cuenca Guantánamo-Guaso, Cuba.
- FAO. (2010). Cómo movilizar el potencial de la extensión agraria y rural. Foro mundial sobre servicios de asesoramiento rural. Roma. Retrieved from www.fao.org/docrep/013/i1444s/i1444s00.pdf, p.38.
- Frambach, R. T., & Schillewaert, N. (2002). Organizational innovation adoption: a multi-level framework of determinants and opportunities for future research. *Journal of Business Research*, 55(2), 163–176. doi:10.1016/S0148-2963(00)00152-1
- Freeman, C. (1974). *The economics of industrial innovation*. (P. Harmondsworth, Ed.) (First.). London: Frances Pinter.
- Freeman, C., & Perez, C. (1988). Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour. In L. Dosi, G. Freeman, C. Silverberg, N. G. Soete (Ed.), *Technical Change and Economic Theory* (pp. 38–66). London: Frances Pinter.
- Friedrich, T., & Kassam, A. (2009). Adoption of Conservation Agriculture Technologies: Constraints and Opportunities *. In *IVth World Congress on Conservation Agriculture*, New Delhi, February 2009 (pp. 1–14). New Delhi: ICAR.

- Ghadim, A. K. A., Pannell, D. J., & Burton, M. P. (2005). Risk, uncertainty, and learning in adoption of a crop innovation. *Agricultural Economics*, 33(1), 1–9. doi:10.1111/j.1574-0862.2005.00433.x
- Giller, K. E., Corbeels, M., Nyamangara, J., Triomphe, B., Affholder, F., Scopel, E., & Tiftonell, P. (2011). A research agenda to explore the role of conservation agriculture in African smallholder farming systems. *Field Crops Research*, 124(3), 468–472. doi:10.1016/j.fcr.2011.04.010
- Grabowski, P. P., & Kerr, J. M. (2014). Resource constraints and partial adoption of conservation agriculture by hand-hoe farmers in Mozambique. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 12(1), 37–53. doi:10.1080/14735903.2013.782703
- Hermans, F., Stuiver, M., Beers, P. J., & Kok, K. (2013). The distribution of roles and functions for upscaling and outscaling innovations in agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, 115, 117–128. doi:10.1016/j.agsy.2012.09.006
- Hobbs, P. R., Sayre, K., & Gupta, R. (2008). The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 363(1491), 543–55. doi:10.1098/rstb.2007.2169
- Johnson, B., & Lundvall, B.-Å. (2000). Promoting innovation systems as a response to the globalising learning economy. *Productive Clusters and Innovation Systems and in in Brazil: New industrial and technological policies*. doi:10.4337/9781781009895.00014
- Kassam, A., & Friedrich, T. (2011). Conservation Agriculture: Global Perspectives and Developments. In *Regional conservation agriculture symposium, Johannesburg, South Africa* (pp. 8–10). Rome, Italy: Plant Production and Protection Division, Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations.

- Kassam, A., Friedrich, T., Shaxson, F., & Pretty, J. (2009). The spread of Conservation Agriculture: justification, sustainability and uptake¹. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(4), 292–320. doi:10.3763/ijas.2009.0477
- Klerkx, L., Mierlo, B. van, & Leeuwis, C. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic* (pp. 457–483). Springer Netherlands. doi:10.1007/978-94-007-4503-2
- Knowler, D., & Bradshaw, B. (2007). Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy*, 32(1), 25–48. doi:10.1016/j.foodpol.2006.01.003
- Koschatzky, K. (2002). Fundamentos de la economía de redes. Especial enfoque a la innovación. *Economía Industrial*, 346, 12.
- Knowler, D., Bradshaw, B., & Holmes, E. (2014). Conservation Agriculture: Farmer Adoption and Policy Issues. In P. B. Thompson & D. M. Kaplan (Eds.), *Encyclopedia of Food and Agricultural Ethics* (pp. 385–393). Dordrecht: Springer Netherlands. doi:10.1007/978-94-007-0929-4
- Lahmar, R. (2010). Adoption of conservation agriculture in Europe. Lessons of the KASSA project. *Land Use Policy*, 27(1), 4–10. doi:10.1016/j.landusepol.2008.02.001
- Lalani, B., Dorward, P., Holloway, G., & Wauters, E. (2016). Smallholder farmers' motivations for using Conservation Agriculture and the roles of yield, labour and soil fertility in decision making. *Agricultural Systems*, 146, 80–90. doi:10.1016/j.agsy.2016.04.002
- Läpple, D., Renwick, A., & Thorne, F. (2015). Measuring and understanding the drivers of agricultural innovation: Evidence from Ireland. *Food Policy*, 51, 1–8. doi:10.1016/j.foodpol.2014.11.003

- Lundvall, B. Å. (1992). *National Systems of Innovation, Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. U.S.A: Printer Publish.
- Lundvall, B.-Å. (1996). *The Social Dimension of The Learning Economy*. Danish Research Unit for Industrial Dynamics.
- Lundvall, B.-Å., & Johnson, B. (1994). The Learning Economy. *Journal Of Industry Studies*, 1(2), 37–41. doi:10.1080/13662719400000002
- Maffioli, A., Ubfal, D., Baré, G. V., & Cerdán-Infantes, P. (2011). Extension services, product quality and yields: The case of grapes in Argentina. *Agricultural Economics*, 42(6), 727–734. doi:10.1111/j.1574-0862.2011.00560.x
- Marenya, P. P., & Barrett, C. B. (2007). Household-level determinants of adoption of improved natural resources management practices among smallholder farmers in western Kenya. *Food Policy*, 32(4), 515–536. doi:10.1016/j.foodpol.2006.10.002
- Martínez R., A. (2006). Evolución y perspectivas de la labranza de conservación en México. *Boletín. México*.
- Moltoni, L. (2013). El proceso de innovación . La relación entre el conocimiento tácito y el conocimiento codificado. *Economía Y Desarrollo Agroindustrial*, 1(8), 1–8.
- Moreno, F., Arrúe, J. L., Cantero-Martínez, C., López, M. V., Murillo, J. M., Sombrero, A., ... Álvaro-Fuentes, J. (2011). Conservation Agriculture Under Mediterranean Conditions in Spain. *Sustainable Agriculture Reviews*, 5, 175–195. doi:10.1007/978-90-481-9513-8_6
- Muños, M. M., Rendon, M. R., Aguilar, A. J., García, M. J. G., & Altamirano, C. J. R. (2004). *Redes de innovación: un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el desarrollo rural*. (Primera.). México: Fundación

PRODUCE Michoacán, A.C. / Universidad Autónoma Chapingo.
Retrieved from www.chapingo.mx/ciestaam

Navarro, M. (2001). Los Sistemas Nacionales de Innovación: Una revisión de la literatura. (No. 26). Madrid, España.

Ndah, H. T., Schuler, J., Uthes, S., Zander, P., Traore, K., Gama, M. S., ... Corbeels, M. (2014). Adoption potential of conservation agriculture practices in Sub-Saharan Africa: Results from five case studies. *Environmental Management*, 53(3), 620–635. doi:10.1007/s00267-013-0215-5

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. *Agricultural Economics*, 21(2), 205–216. doi:10.1016/S0169-5150(99)00020-1

Nordin, S. M., Noor, S. M., & Saad, M. S. B. M. (2014). Innovation Diffusion of New Technologies in the Malaysian Paddy Fertilizer Industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109, 768–778. doi:10.1016/j.sbspro.2013.12.542

OCDE. (2005). Manual de Oslo. (OCDE y Eurostat, Ed.) (3ra ed.). Retrieved from http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/manual-de-oslo_9789264065659-es

OECD. (2012). Food and Agriculture. (OECD Green Growth Studies, Ed.). Paris: OECD. doi:10.1787/9789264107250-en.

OECD. (2013). Agricultural innovation systems: A framework for analysing the role of the government. doi:10.1787/9789264200593-en

OECD. (2014). Innovation and Modernising the Rural Economy. OECD. doi:10.1787/9789264205390-en

- Pannell, D. J., Llewellyn, R. S., & Corbeels, M. (2014). The farm-level economics of conservation agriculture for resource-poor farmers. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 187, 52–64. doi:10.1016/j.agee.2013.10.014
- Pedzisa, T., Rugube, L., Winter-Nelson, A., Baylis, K., & Mazvimavi, K. (2015). Abandonment of Conservation Agriculture by Smallholder Farmers in Zimbabwe. *Journal of Sustainable Development*, 8(January), 69–82. doi:10.5539/jsd.v8n1p69
- Phillips, R. L., Kaufman, A., Mold, J. W., Grumbach, K., Vetter-Smith, M., Berry, A., & Burke, B. T. (2013). The primary care extension program: a catalyst for change. *Annals of Family Medicine*, 11(2), 173–8. doi:10.1370/afm.1495
- Quintane, E., Casselman, R. M., Reiche, B. S., & Nylund, P. A. (2011). Innovation as a knowledge-based outcome. *Journal of Knowledge Management*, 15(6), 928–947. doi:10.1108/13673271111179299
- Radjou N. (2004). Innovation Networks. *Innovation Networks Boost Profit*, 21.
- Ramírez-López, A., Beuchelt-Désirée, T., & Melchor-Velasco, M. (2013, May). Factores de adopción y abandono del sistema de agricultura de conservación en los valles altos de México. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 195–214.
- Reed, B., Chan-Halbrendt, C., Tamang, B. B., & Chaudhary, N. (2014). Analysis of conservation agriculture preferences for researchers, extension agents, and tribal farmers in Nepal using Analytic Hierarchy Process. *Agricultural Systems*, 127, 90–96. doi:10.1016/j.agsy.2014.01.007
- Rocheouste, J.-F., Dargusch, P., Cameron, D., & Smith, C. (2014). An analysis of the socio-economic factors influencing the adoption of conservation agriculture as a climate change mitigation activity in Australian dryland

grain production. *Agricultural Systems*, 135, 20–30.
doi:10.1016/j.agsy.2014.12.002

Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations* (2nd ed.). New York, N. Y.: The Free Press A Division of Macmillan Publishing Co., Inc.

SAGARPA. (2012). Programa “ Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional .” México.

Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development*. Harvard University Press.

Shiferaw, B. A., Okello, J., & Reddy, R. V. (2009). Adoption and adaptation of natural resource management innovations in smallholder agriculture: Reflections on key lessons and best practices. *Environment, Development and Sustainability*, 11(3), 601–619. doi:10.1007/s10668-007-9132-1

Smits, R. (2002). Innovation studies in the 21st century; Technological Forecasting and Social Change, 69(9), 861–883. doi:10.1016/S0040-1625(01)00181-0

Stagnari, F., Ramazzotti, S., & Pisante, M. (2010). Conservation Agriculture: A Different Approach for Crop Production Through Sustainable Soil and Water Management: A Review. In E. Lichtfouse (Ed.), *Organic Farming, Pest Control and Remediation of Soil Pollutants SE - 5* (Vol. 1, pp. 55–83). Springer Netherlands. doi:10.1007/978-1-4020-9654-9_5

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

Van den Broeck, G., Grovas, R. R. P., Maertens, M., Deckers, J., Verhulst, N., & Govaerts, B. (2013). Adoption of conservation agriculture in the Mexican Bajío. *Outlook on Agriculture*, 42(3), 171–178. doi:10.5367/oa.2013.0136

- Van Hulst, F. J., & Posthumus, H. (2016). Understanding (non-) adoption of Conservation Agriculture in Kenya using the Reasoned Action Approach. *Land Use Policy*, 56, 303–314. doi:10.1016/j.landusepol.2016.03.002
- Wejnert, B. (2002). Integrating models of diffusion of innovations: a conceptual framework. *Annual Review of Sociology*, 28(1), 297–326. doi:10.1146/annurev.soc.28.110601.141051
- Yoguel, G., & Boscherini, F. (2001). El desarrollo de las capacidades innovativas de las firmas y el rol del sistema territorial. *Revista Desarrollo Económico*, 41(161), 37–70. doi:10.2307/3455964

CAPÍTULO III. MARCO CONTEXTUAL

La presente investigación se llevó a cabo en el estado de Tlaxcala que colinda con los estados de Hidalgo, Puebla y Estado de México.

Tiene una área de 4,060 km² donde habitan 1,068,207 personas, 78.2% considerada urbana, 21.8% rural. El 2.2% de la población es de origen otomí y náhuatl. La entidad se encuentra entre los 2,200 y 4,400 msnm, posee clima templado-húmedo y una precipitación media anual de 711 mm; los suelos predominantes son los cambisoles y feozems que cubren, respectivamente, 75.4 y 22% del territorio tlaxcalteca. La economía de la entidad gira en torno a los sectores secundario y terciario.

El área agrícola es de 239, 558 hectáreas, 88.2% de temporal y 11.8% de riego, donde se siembran 49 cultivos destacando el maíz ya que cubre el 48% del total de la superficie total cultivada en esta entidad (SIAP, 2017).

3.1 Antecedentes de la labranza de conservación

En México, los registros del uso de los sistemas de labranza de conservación son muy escasos debido a que la mayoría de la superficie destinada a la agricultura se sigue preparando tradicionalmente con el sistema de labranza convencional, que consiste en remover el suelo con un arado de discos, rastreo y siembra, lo que lleva a una degradación del suelo o incluso bajos rendimientos en los cultivos (Mora-Gutiérrez et al., 2001).

Las primeras investigaciones en labranza de conservación que se hicieron en México como lo mencionan Kocher et al. (1983) se realizaron en 1975 por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en el estado de Veracruz. Por más de 10 años, el CIMMYT desempeñó trabajos sobre labranza de conservación en zonas productoras de maíz en Chiapas, Veracruz, Jalisco y Oaxaca (Claverán, 1999; y Pulleman y Flores, 2008).

Claverán (1999) señala que a finales de la década de los setenta, el CIMMYT inició un programa de capacitación en sus instalaciones e invitó a un grupo de

técnicos e investigadores del FIRA (Institución financiera y de desarrollo de segundo piso) y del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) a un recorrido por varias regiones agrícolas de Estados Unidos, que habían adoptado la labranza de conservación, a su regreso ambas instituciones iniciaron actividades de labranza de conservación en sus respectivos campos de demostración y promoción en el FIRA e investigación en el INIFAP.

Durante el período 1979-1984, CIMMYT capacitó a 18 técnicos FIRA para capacitarse en el manejo de la labranza cero (FIRA, 1996). Posteriormente, en el lapso 1987-1989, FIRA realizó 15 cursos a nivel regional, y al término de dichos eventos, se realizó un curso para formación de instructores en Labranza de Conservación a nivel nacional. En estos cursos se capacitaron a 636 participantes; de estos, 214 fueron técnicos de FIRA, 170 técnicos asesores que participaban en el Programa de Asesores Externos de FIRA, 76 técnicos de la banca privada, 67 de otras instituciones y 109 productores. Se establecieron parcelas demostrativas utilizando sembradoras hechas en México, con resultados no favorables debido al desempeño de los equipos y la falta de experiencia práctica y operacional por parte de los técnicos encargados del establecimiento de las unidades demostrativas.

En 1992, el CIMMYT e INIFAP, con el apoyo del sistema de extensión agrícola y un organismo no gubernamental, ejecutaron estudios de diagnóstico en La Fraylesca, Chiapas, la Mixteca Oaxaqueña, y el distrito de Ameca en Jalisco, cuyo objetivo fue identificar los factores limitantes y las ventajas de la adopción de las tecnologías de labranza de conservación en los sistemas de producción de maíz, las conclusiones a las cuales llegaron fueron las siguientes; i) la tecnología utilizada es apropiada sólo para los productores que siembran superficies extensas en escala comercial y en México constituyen una minoría, ii) dado que las tecnologías de labranza de conservación pueden contribuir a una agricultura más sostenible, se debe investigar cómo aplicarlas de una manera efectiva en el sector agrícola y al mismo tiempo generar beneficios a

corto plazo y iii) debido a que no existe una sola tecnología de labranza de conservación que sea apropiada para todos los ambientes o sistemas de producción, es necesario adaptar estas tecnologías a las condiciones locales, las cuales presentan factores particulares (Nieuwkoop, 1993)

Las principales limitantes de adopción de labranza de conservación mencionadas por algunos autores (Escobedo et al. 1994; Claverán, 1999; Martínez, 2006 y Aquino-Mercado et al., 2008) en esa época fueron:

- Tradición agrícola, principalmente en agricultores de mayor edad
- El convencimiento para dejar sobre el suelo el rastrojo o la paja
- Servicio de asistencia y capacitación a los agricultores en la cantidad y con la calidad requerida.
- Malas experiencias tenidas por los agricultores debido a la falta de asesoría, o deficiencias en esta

Ramirez-Lopez (2013) menciona que desde el 2008 se empezó a promover la AC en los Valles Altos de México y, desde entonces, muchos agricultores la adoptaron y al mismo tiempo otros abandonaron el sistema, este estudio muestra que los factores de adopción fueron principalmente mejor fertilidad y textura del suelo, y reducción de costos de producción y los factores de abandono están relacionados principalmente con la falta de acompañamiento técnico y la incertidumbre sobre el uso de la parcela, así como la falta de maquinaria apropiada para la AC, como son las sembradoras, se convierte en una limitante para la adopción del sistema, pero no una causa de abandono.

En el 2010, se puso en marcha una renovada iniciativa con el programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) destinada a la agricultura de conservación (AC), iniciativa propuesta por el CIMMYT (Del Toro, 2012), cuyo objetivo es generar y difundir investigación estratégica y adaptativa sobre las prácticas de la AC, que podría ayudar a detonar una revolución en la agricultura y mejorar la seguridad alimentaria (SAGARPA, 2012)

La estrategia de MasAgro- maíz prioriza el acceso al conocimiento técnico y a la información sobre el mercado, como factores del desarrollo de la sustentabilidad con productores.

3.2 Literatura citada

Aquino-Mercado, P., Peña, R. J., & Monasterio, I. O.-. (2008). México y el CIMMYT. (CIMMYT, Ed.). México.

Claverán A., R. (1999). Panorámica de la labranza de conservación en México y en América Latina. En: Simposio Internacional sobre Labranza de Conservación. Comité del Programa de Recursos Naturales del Consorcio Mesoamericano de Agricultura Internacional. México.

Del Toro, M. A. (2012). Memoria documental del programa modernización sustentable de la agricultura tradicional 2010-2012. México, D.F.

Escobedo, R. A., Verdeja, J. C., Ochoa, B. N., & Ramírez, R. G. (1994). Importancia ecológica del sistema de labranza cero con haba como indicador. Universidad de Guadalajara.

Martínez R., A. (2006). Evolución y perspectivas de la labranza de conservación en México. Boletín. México.

Mora Gutiérrez, M., Chaparro, O., Mconsejer, V., Ramos, C., Gavi Reyes, F., & Volke Haller, V. (2001). *Efectos de sistemas de labranza y rotación de cultivos sobre la recuperación de 15N y algunas propiedades físicas en un vertisol* (No. TESIS.). Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Instituto de Recursos Naturales. Programa de Edafología.

Ramírez-López, A., Beuchelt-Désirée, T., & Melchor-Velasco, M. (2013, May). Factores de adopción y abandono del sistema de agricultura de

conservación en los valles altos de México. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 195–214.

SAGARPA. (2012). Programa “Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional.” México.

SIAP, S. (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Bovino leche, población ganadera 2006–2015.

Van Nieuwkoop, M. (1993). Labranza de conservación en sistemas de producción de maíz en México: un marco general de diagnóstico. *Agrociencia*, 4(1), 33-50.

CAPÍTULO IV. AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN MÉXICO: INNOVACION Y ACCESO A INFORMACION

Resumen

La innovación agrícola es considerada un elemento central para la mejora de la productividad y la rentabilidad del sector agroalimentario. Esta investigación busca explorar los factores que influyen en la adopción de una innovación agrícola denominada Agricultura de Conservación (AC). La AC ha sido objeto de múltiples inversiones públicas y privadas que han buscado su difusión y adopción por productores de granos en México. A pesar de estos esfuerzos, la AC ocupa cerca del 1% de la superficie agrícola nacional. Se parte de la hipótesis de que la adopción de innovaciones agrícolas está en función de las características del productor y de su unidad de producción, pero además del conocimiento disponible para la toma de la decisión de adoptar, o no, el sistema de AC.

Palabras clave: Difusión de innovaciones, diversidad de fuentes de información, innovación agrícola, redes de innovación.

Abstract

Agricultural innovation is considered a central element for improving productivity and profitability in the agri-food sector. This research seeks to explore the factors that influence the adoption of an agricultural innovation called Conservation Agriculture (CA). The CA has been the object of multiple public and private investments that have sought its dissemination and adoption by

grain producers in Mexico. Despite these efforts, the CA occupies about 1% of the national agricultural area. It is based on the hypothesis that the adoption of agricultural innovations is based on the characteristics of the producer and their production unit, but in addition to the knowledge available for making the decision to adopt, or not, the QA system.

Keywords: Diffusion of innovations, diversity of information sources, agricultural innovation, innovation networks

4.1 Introducción

La Agricultura de Conservación (AC) es la combinación de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad del suelo a través de tres principios técnicos. El primero consiste en no alterar el suelo de forma mecánica (se planta o siembra directamente); el segundo, implica mantener la cobertura permanente del suelo con el uso de rastrojos y cultivos de cobertura; el tercero integra la selección para las rotaciones de los cultivos múltiples. Estos principios pretenden evitar la alteración mecánica del suelo para disminuir la erosión, pérdida de humedad, fijar nitrógeno, y romper el ciclo de plagas y enfermedades; el objetivo es disminuir costos y aumentar la rentabilidad en el proceso de producción agrícola (FAO, 2002).

De acuerdo con el Sistema de Información Global sobre el Agua (AQUASTAT por sus siglas en inglés) de la FAO (2016), la adopción de AC para 2013 a nivel mundial fue del 4%, lo cual representa aproximadamente 64 millones de hectáreas del total de la superficie agrícola, siendo Argentina con

un 45.1% el país que presenta mayor superficie agrícola con este sistema de producción.

La adopción de AC está en función de diversos factores. Un caso específico lo constituye Argentina, como lo mencionan Derpsch *et al.*, (2009), la adopción del componente de cobertura permanente fue influenciado por la percepción de los beneficios de estas prácticas en la retención de humedad; mientras que el crecimiento de la siembra directa, fue posible gracias a la pronta respuesta de los fabricantes de equipos de mecanización. En Canadá y China, Kassam *et al.*, (2009b) mencionan que la mejora en la calidad del suelo y el aumento en rendimientos que observaron los productores, fue el factor que determinó la adopción de esta tecnología.

Lahmar (2010) alude que en los países europeos el proceso de adopción de AC parece estar impulsado por la reducción de los costos en maquinaria, combustible y mano de obra. En contraste, la conservación de suelos y agua no surgen como factores determinantes para cambiar o no a la AC, ya que existen diversos aspectos que influyen en su adopción. Algunos autores (Knowler y Bradshaw, 2007; Hobbs *et al.*, 2008; Baudron *et al.*, 2009), incluyen elementos como: características del productor, unidad de producción, renovación generacional, capital social y rentabilidad agrícola.

En México el desarrollo de la producción agrícola se ha sustentado, desde los años 60, en un modelo tecnológico basado en el uso intensivo de agroquímicos, por lo que se estima que cerca de un 43% de los suelos han

perdido de 25 a 75% de su capa arable, y como consecuencia su productividad ha disminuido en un 33% (SEMARNAP, 2015). Para contrarrestar estos efectos se han introducido diversas tecnologías agrícolas entre las que se destaca la labranza de conservación, con la finalidad de mejorar las condiciones del suelo y del productor.

Los primeros trabajos científicos en labranza de conservación que se hicieron en México se establecieron en 1975, por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), para lo cual se constituyeron algunas parcelas demostrativas; sin embargo, su desarrollo no abarcó otras regiones del país, por lo cual no se pudo generalizar esta tecnología.

Por su parte Kassam *et al.*, (2015) indicaron que en México la adopción de la AC hasta el ciclo 2008/2009 solo cubría aproximadamente el 1% de la superficie agrícola, lo que equivale a 22,800 ha. Cifras recientes indican que para 2011 la superficie agrícola bajo AC aumentó a 41,000 ha (FAO, 2016) o 1.8% de la superficie agrícola total del país.

En el 2010, surge un programa llamado “Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro)”, destinado a la promoción de AC, iniciativa propuesta por el CIMMYT (Del Toro, 2012). SAGARPA (2012) estableció como objetivo del programa la generación y difusión de investigación estratégica y adaptativa sobre prácticas de la AC, en el subsector agrícola tradicional dedicado al maíz de temporal, y que mostrara un potencial productivo de mediano a alto. Este programa se orienta a favorecer cambios en la agricultura,

todos encaminados a mejorar la seguridad alimentaria en el ámbito nacional (SAGARPA, 2012). De esta forma, el gobierno invirtió \$1,656 millones de pesos (MN) durante 10 años, proporcionando además recursos humanos, profesionales y técnicos para la instrumentación del programa. Esta iniciativa se implementó en 21 entidades federativas importantes por la producción de maíz de temporal que aportan al inventario nacional.

Por otra parte, la disponibilidad de literatura, datos de adopción e impacto que ha tenido la difusión de AC en México han sido limitados. En ese sentido, el objetivo de este estudio fue clasificar a productores de Hidalgo y Tlaxcala de acuerdo con el nivel de adopción e identificar los componentes de AC que son adoptados y los beneficios que se obtienen, con el fin de incentivar e incrementar su adopción en futuras intervenciones. La hipótesis de esta investigación es que la adopción de AC es una consecuencia de diversos factores, entre los que se señalan variables como, edad, experiencia, acceso a maquinaria, así como el tener soporte de sistemas de capacitación e información.

4.2 Materiales y métodos

4.2.1 Origen de la información

La información se recabó de junio a julio del 2017 y provino de dos padrones de productores beneficiarios de programas gubernamentales. Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) y de PROAGRO Productivo. Se consideraron ocho municipios de la región Noreste

del estado de Tlaxcala, y diez de la región Sureste del estado de Hidalgo. Ambos programas integraron en su padrón 22,858 productores.

Sobre este padrón conjunto se realizó un muestreo estadístico por máxima varianza, con una precisión de 10% y una confiabilidad de 90%, obteniendo una muestra de 267 productores, a la cual se le agregó un 10% de no respuesta, resultando una muestra final de 245 productores.

La información fue recolectada mediante una encuesta que se estructuró en siete apartados que incluyeron: i) identificación del productor y su unidad de producción; ii) red técnica del productor, iii) maquinaria e implementos que posee el productor; iv) labores agrícolas que realizan con maquinaria; v) necesidades de maquinaria; vi) red maquilera y red comercial, y vii) percepción sobre la agricultura de conservación. Para identificar el tipo de componentes de AC adoptados (todos o solo algunos) se preguntó de un listado de 52 innovaciones que se encuentran agrupadas en las siguientes nueve categorías: i) componentes y practicas complementarias a la AC, ii) semillas y siembra, iii) nutrición, iv) control de malezas, v) control de plagas, vi) control de enfermedades, vii) postcosecha, viii) mercado y financiamiento, y ix) organización y administración. Otro aspecto relevante que se consideró fue identificar de quién se había aprendido a incorporar y manejar cada una de ellas.

4.2.2 Procesamiento de los datos y cálculo de indicadores

Para capturar, editar y validar la información se diseñó una mascarilla de

captura en el programa Excel®, donde se registró la información de la encuesta antes mencionada; salvo la información de las secciones dos y seis, las cuales se capturaron en block de notas.

La adopción de innovaciones por parte del productor se calculó adaptando la metodología descrita por Muñoz et al. (2007) mediante el cálculo del Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) para cada una de las categorías antes mencionadas.

La diversidad de fuentes de información se calculó empleando el Índice de Diversidad de Simpson (S) (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Este índice fue adaptado para calcular las diferencias entre productores respecto al número de fuentes consultadas, bajo la premisa de que, a mayor diversidad de fuentes de información, mayor capacidad del productor para superar circunstancias desfavorables en su unidad de producción e indirectamente tomar mejores decisiones. Su cálculo se realizó mediante la siguiente ecuación

$$S = 1 / \sum \left[\frac{n_i(n_i - 1)}{N(n_i - 1)} \right]$$

Dónde:

S= índice de diversidad de fuentes

n_i= número de fuentes de información consultadas por el i-ésimo productor

N= número total de fuentes de información.

4.2.3 Análisis de la información

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis multivariado para obtener grupos de productores con características semejantes. Para clasificar a éstos, se realizó un análisis de conglomerados en tres etapas y se utilizó la distancia euclidiana al cuadrado (Pérez, 2004), misma que se aplicó a los datos obtenidos de las 52 innovaciones codificadas como variables dicotómicas (1 = adoptado, 0 = no adoptado) con el fin de obtener grupos lo más semejantes posibles. La agrupación fue la variación mínima de Ward, que mostró ser más eficiente al formar agrupaciones esféricas o compactas. Posteriormente, se realizaron pruebas de comparación de medias entre los grupos formados de acuerdo con su nivel de adopción, para identificar diferencias significativas según la prueba de Scheffe ($p < 0.10$), entre variables relacionadas con el perfil del productor, características de la unidad de producción e indicadores de fuentes de información y adopción de innovaciones.

Con el fin de evaluar si los grupos definidos en el análisis de conglomerados podrían ser discriminados en términos de adopción de innovaciones, con referencia en las 52 consideradas en el agrupamiento inicial, se realizó un análisis canónico discriminante, de tal manera que se pudiera identificar si variables como edad, escolaridad, experiencia, diversidad de fuentes de información y rendimiento en campo, tienen que ver con el nivel de adopción de innovaciones por parte del productor. Todas las pruebas antes

mencionadas se procesaron mediante el software SPSS versión 21.

4.3 Resultados y discusión

4.3.1 Perfil de los productores y su unidad de producción

Los productores de la región estudiada presentaron edad y escolaridad promedio de 61 y 5 años respectivamente, mientras que la experiencia media fue de 37 años. La superficie sembrada promedio fue de 7.8 ha, con un mínimo de 0.5 ha y un máximo de 500 ha, de las cuales el 90% son de propiedad ejidal. Los principales cultivos sembrados fueron maíz (*Zea mays*) con 52%, cebada (*Hordeum vulgare*) 37%, trigo (*Triticum*) 3% y otros en menor proporción como haba (*Vicia faba*), alfalfa (*Medicago sativa*), avena (*Avena sativa*) y chícharo (*Pisum sativum*).

De acuerdo con los datos obtenidos de las encuestas, el rendimiento promedio de la zona fue de 2.6 t/ha, y el 62% de los productores señalaron que la agricultura genera más del 70% de sus ingresos en general.

4.3.2 Tipología de productores

Este análisis permitió agrupar productores de acuerdo con su nivel de adopción de innovaciones, el análisis del dendograma muestra las etapas del proceso de agrupación producido por el análisis de conglomerados, que condujo a la selección de un punto de corte que definió tres grupos. Así, el grupo uno (G1) quedó constituido por 64 productores, el grupo dos (G2) por 80 y el grupo tres (G3) por 101 agricultores (Figura 1).

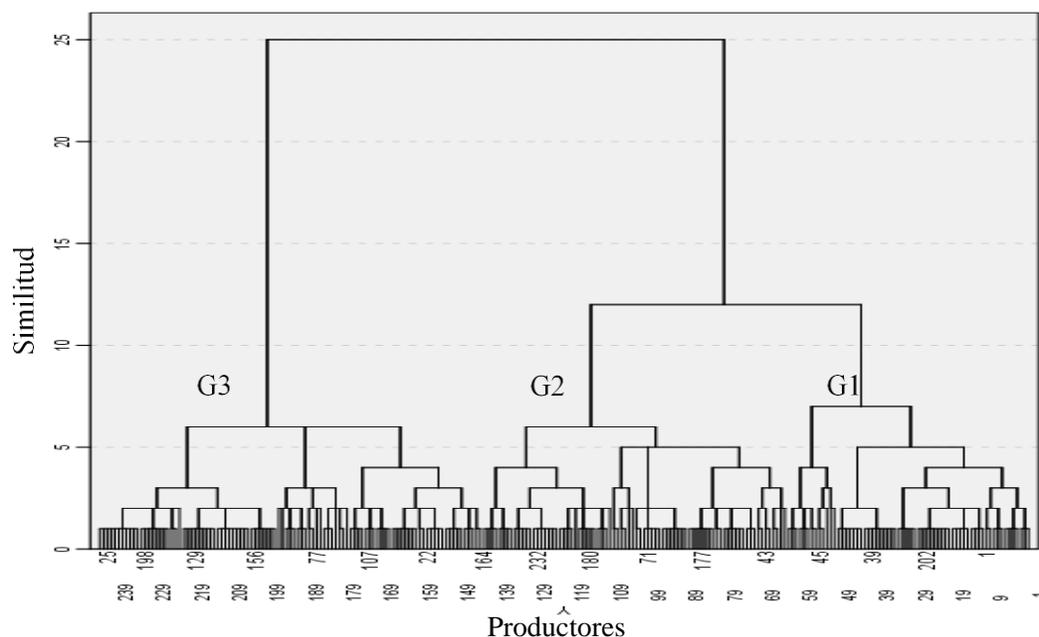


Figura 3 Dendrograma de productores agrícolas construido sobre la base de la adopción de 52 innovaciones

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo

Los grupos se nombraron considerando el nivel de adopción (Cuadro 1), donde el G1 se identificó como nivel alto (26%), el G2 como nivel medio (17%) y el G3 como el nivel de adopción bajo (11%).

Para identificar diferencias entre los grupos formados se analizaron las variables como edad, diversidad de fuentes de información e InAI, las cuales mostraron diferencias significativas ($p < 0.01$).

En cuanto a la edad, los G1 presentaron menor edad con respecto al G2 y G3, mientras el G2 y G3 no mostraron diferencias significativas (Cuadro 2). En cuanto a la escolaridad, superficie sembrada y experiencia, no se presentaron

diferencias significativas entre los productores. Estos factores han sido analizados de manera constante a través de correlación entre variables en algunos estudios, los cuales suelen ser no significativos o correlacionados negativamente (Lalani, Dorward, Holloway, & Wauters, 2016).

Cuadro 2 Características de los productores por nivel de adopción de innovaciones

Variable	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Edad (años)	56.6 a	13.2	63.5 b	12.5	62.7 b	12.9
Escolaridad (años)	6.6 a	3.7	4.5 ab	3.5	5.5 b	4.2
Superficie sembrada (ha)	13.8	40.3	10.8	33.1	15.3	54.4
Experiencia (años)	34.8	15.2	37.1	17	39.5	18.6
Rendimiento (t ha ⁻¹)	3.3 a	1.8	2.3 b	0.24	2.4 b	0.27
Diversidad de fuentes de información (%)	50.3 a	0.20	30.1 b	0.24	24.1 b	0.27
INAI (%)	26.0 a	0.09	17.6 b	0.06	11.2 c	0.07

Medias con distinta letra por fila son estadísticamente diferentes (Scheffé, $p < 0.10$).

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

Algunos de los beneficios obtenidos al adoptar prácticas de AC, como lo mencionan algunos autores (Kassam *et al.*, 2009; Corbeels *et al.*, 2014; Ndah *et al.*, 2014; Lalani *et al.*, 2016) es un incremento en el rendimiento. En este sentido, el rendimiento (Cuadro 2) entre los tipos de productores mostró

diferencias significativas ($p < 0.10$). Los G1 presentan mayores rendimientos en comparación con los productores de nivel medio y bajo, lo que nos indica que a mayor adopción de innovaciones los resultados en cuanto a rendimientos son mejores.

Van den Broeck *et al.*, (2013) mencionan que el acceso a la información es fundamental para comprender una tecnología y la adopción exitosa de innovaciones. Por ello, se comparó la diversidad de fuentes de información en los diferentes niveles de adopción de los productores (Cuadro 2). Se observaron diferencias significativas en cada nivel de adopción; los productores con nivel alto presentan mayor diversidad de fuentes de información en comparación con los de nivel medio y bajo ($p < 0.10$). Es decir, entre mayor sea la interacción con otros actores, se obtienen conocimientos que permite la adopción de prácticas entre ellas las de AC.

4.3.3 Adopción de innovaciones

El análisis determinó dos funciones discriminantes canónicas que describen el 100% de la variabilidad acumulada y que fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$). La primera función canónica (F1) representa un 70.6% de la interacción, mientras que la segunda función canónica (F2) el 29.4% de la variación total. En total, el 96.7% de los 245 casos agrupados se clasificaron correctamente, lo que indicó una alta tasa de precisión y sugirió que los tres grupos se clasificaron satisfactoriamente.

En el Cuadro 3, se reportan algunos de los coeficientes estandarizados con mayor relevancia de las funciones canónicas discriminantes. Se encontró que del total de las innovaciones solo 31 explican la función canónica 1 y 2, además de que las variables como edad, escolaridad, rendimiento, diversidad de fuentes de información, y la posesión o no de maquinaria, también resultaron significativas para discriminar los grupos ($p < 0.05$); 21 variables no resultaron significativas para discriminar a los grupos en ninguna estructura canónica.

Cuadro 3. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas de las variables significativas.

Categoría	Variables	F1	F2
Asociados a la AC	Labranza mínima	.282	-.054
	Uso de cobertura con cultivos anteriores	.231	.092
	Rotación de cultivos	.190	.064
	Labranza cero	.111	.207
Semillas y siembra	Híbridos de maíz	.203	-.413
	Criollos mejorados de maíz	.530	.653
Nutrición	Uso de abonos orgánicos	-.246	.048
	Uso de biofertilizantes	.293	.356
	Fertilización balanceada (N,P,K)	.021	-.193
	Fertilización fraccionada	.578	-.480
Poscosecha	Control biológico de plagas en grano almacenado	.206	.002
	Secado del grano	.059	.226

Mercado	y Ventas por contrato	.146	.002
financiamiento	Uso de seguro agrícola	.143	-.224
	Uso de crédito	-.237	-.048
Características	del Edad	.157	.147
productora	Escolaridad	.009	.203
	Rendimiento	-.153	.076
	Diversidad de fuentes de información	.181	.113
	Maquinaria	.176	-.003
		Varianza aportada (%)	70.6 29.4
		Varianza acumulada (%)	70.6 100

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

Se puede observar que en las funciones discriminantes se encuentran presentes los tres componentes de AC; labranza mínima, cobertura con cultivos anteriores y rotación de cultivos, lo que nos indica que la AC es un factor importante que caracteriza a los grupos formados.

Al relacionar el Cuadro 3 y la Figura 4, se puede observar la formación de los tres grupos de productores, donde las variables más significativas encontradas en la F1 diferencian la formación de los tres grupos sobre el eje horizontal, de la misma forma las variables significativas de la F2 discriminan a los tres grupos sobre el eje vertical. A continuación se describen las características que influyen en los tres grupos de acuerdo con el análisis canónico realizado.

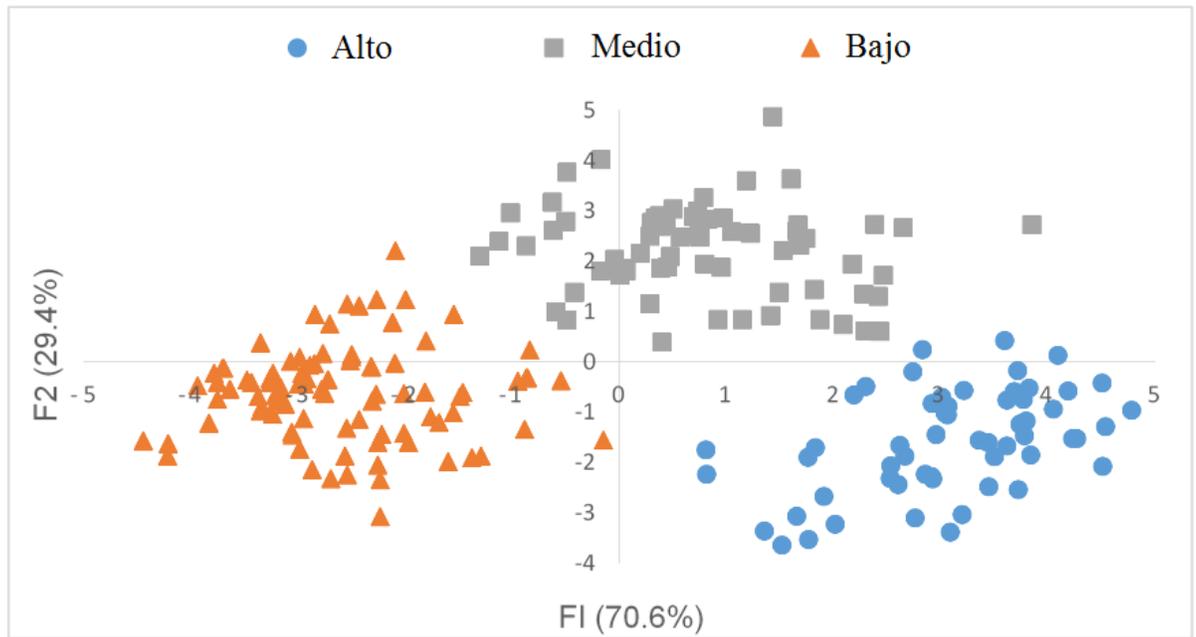


Figura 4 Agrupamiento de productores agrícolas mediante análisis discriminante

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

4.3.4 Productores innovadores (G1)

Este grupo está compuesto por menos de la tercera parte de los agricultores (n=64). Al respecto, Doss (2006) refiere que las innovaciones exitosas se adoptan a un ritmo lento y por un pequeño número de usuarios. Son los de menor edad y mayor escolaridad (Cuadro 2), y se caracterizan por tener mayor capacidad para relacionarse con otros actores que les permite adquirir información y conocimientos (índice de diversidad de fuentes de información de 50.3% en promedio), mejorando las condiciones en su sistema de producción. Entonces, el acceso a la información es un papel clave en la adopción de una

tecnología (Van den Broeck *et al.*, 2013) y una variable fundamental (de Herrera y Sain, 1999) para la adopción exitosa.

Los principales actores mencionados por este grupo que realizan la difusión de AC son: instituciones de gobierno y de enseñanza e investigación, proveedores de insumos y otros productores. Klerkx *et al.*, (2012) mencionan que la innovación agrícola se desarrolla como resultado de las interacciones entre los diferentes actores, lo cual coincide con el perfil del G1.

Las prácticas adoptadas que caracterizan al G1 son la adopción de los tres componentes de AC (labranza mínima, rotación de cultivos y cobertura con cultivos anteriores). El 46% de los productores realizan los tres componentes de AC, y 43% dos componentes; es decir, sólo una fracción mínima de ellos adopta un componente. Diversos autores (Ngwira *et al.*, 2014; Thierfelder *et al.*, 2016) mencionan que en África, al realizar los componentes de AC se han obtenido resultados favorables, pero esto ha sido por la combinación de dos prácticas cualesquiera que sean, y la tercera ha sido modificada para poder ajustarse a las necesidades de los productores.

Los productores del G1 son más innovadores (Cuadro 2), por lo que la adopción de los componentes de AC genera una necesidad de adoptar innovaciones complementarias que permitan obtener mejores resultados (26% promedio de adopción). Dentro de estas innovaciones adicionales destacan el uso de criollos mejorados de maíz, realizar fertilización fraccionada, análisis de suelos, uso de abonos orgánicos, control químico de malezas, secado del

grano, y algunas prácticas de organización, mercado y financiamiento.

Algunos de los beneficios obtenidos al adoptar prácticas de AC, como lo mencionan diversos autores (Kassam *et al.*, 2009; Corbeels *et al.*, 2014; Ndah *et al.*, 2014; Lalani *et al.*, 2016) es un incremento en el rendimiento, y este trabajo concuerda con los resultados obtenidos: entre mayor sea la adopción de prácticas, entre ellas las de AC, se pueden obtener mejores resultados en el sistema de producción como el incremento de rendimientos.

La variable maquinaria resulto significativa y discriminante en este grupo, con lo que podemos señalar que para realizar más innovaciones es necesario el acceso a maquinaria e implementos y en el caso de algunas prácticas de AC maquinaria especializada.

De los productores que realizan alguna práctica de AC, solo el 36% tiene maquinaria propia y el resto es por servicios de maquila proporcionados por otros productores de la localidad o foráneos, lo que indica que no hay escases de maquinaria, sino información insuficiente para tener acceso oportuno para realizar labores como las de AC.

Sin embargo, como lo mencionan Vastola *et al.*, (2017), la AC tiene un gran potencial por utilizar y las ventajas como el rendimiento no dependen solo de factores tecnológicos, también dependen de factores ambientales, del cultivo, sociales, entre otros.

4.3.5 Productores nivel medio (G2)

Los productores en este grupo presentan un nivel de innovación del 17% en promedio, mostrando diferencias significativas entre el grupo de nivel alto y bajo (Cuadro 2). Destacan las innovaciones de variedades mejoradas de trigo, control biológico de plagas en grano almacenado, labranza cero, consolidación organizativa, uso de cobertura con cultivos anteriores, rotación de cultivos y trampeo de insectos. Se puede observar que el 73% de los productores realizan dos componentes de AC, los cuales son el uso de cobertura con cultivos anteriores y la rotación de cultivos. Carmona *et al.*, (2015) mencionan que en un estudio realizado en el sur de España, los productores que realizan los tres componentes de la AC ajustan las prácticas de acuerdo con las circunstancias, priorizando la minimización de riesgo. En este estudio la labranza mínima ha sido un componente difícil de adoptar debido a la mentalidad de los productores.

En otro estudio realizado por Pannell *et al.*, (2014) mencionan que la adopción del paquete completo de la AC es variable, y en algunos casos los productores adoptan algunos componentes de manera selectiva y por etapas debido a factores como limitaciones en recursos económicos, el costo del aprendizaje, el riesgo y la incertidumbre.

La cobertura permanente del suelo es una práctica que empieza a tomar importancia. El 16% de los productores mencionaron que la AC proporciona características favorables al suelo como fertilidad y retención de humedad; este

cambio de mentalidad empieza a ser un factor que favorece la adopción de este componente. En un estudio realizado por Reed *et al.*, (2014) mencionan que los factores de adopción de AC en Nepal son el conocimiento y la preocupación de los agricultores por la erosión del suelo, siendo el último el factor que más incentiva la adopción.

Los productores de este grupo se encuentran en transición de un sistema de producción convencional a uno innovador, adoptando de manera paulatina alguna innovación que puede estar acompañada con algún componente de AC.

4.3.6 Productores de nivel bajo (G3)

Los productores en este grupo son considerados con un nivel bajo de adopción, presentan menores rendimientos, y la capacidad de relacionarse con otros actores es menor, con respecto a los otros grupos (Cuadro 2).

La adopción de prácticas que caracterizan a este grupo de acuerdo con el análisis discriminante son: control químico de enfermedades, uso de abonos orgánicos, variedades de polinización abierta (OPV) de maíz, fertilización balanceada (N, P, K). El porcentaje de adopción de AC es del 42.2%, el componente más realizado es la rotación de cultivos.

En este grupo en particular, los productores son los que menor relación tienen con otros actores. La adopción de las innovaciones, como lo menciona Valente (1996) está influenciada por la estructura y la calidad de sus redes sociales

Algunos productores mencionaron las razones por la cual no realizan AC, las cuales son; i) no saben cómo implementarla (45%), ii) asistencia técnica y acompañamiento no continuo. Esta última razón es un factor determinante en la adopción, debido a que no se realiza de manera adecuada en las primeras etapas del proceso, generando resultados no favorables, lo que ocasiona el rechazo y abandono del sistema.

Una extensión agrícola eficaz, como lo mencionan Phillips *et al.*, (2013), puede reducir la brecha entre los descubrimientos en el laboratorio y los agricultores, ya que los servicios de extensión agrícola no sólo transmiten información de los centros de investigación a los agricultores, sino también pueden ayudar a aliviar un flujo inverso de la información.

4.4 Conclusiones

Esta investigación muestra diferencias en la adopción de innovaciones relacionadas con la Agricultura de Conservación (AC). Se identificó que existen productores que logran implementar los tres principios y a su vez incrementan su nivel general de innovación y como resultado un incremento de rendimientos.

También se pudo observar que no es de manera simultánea la adopción de los tres componentes de AC, se da de manera parcial e iniciando con el componente de rotación de cultivos, que es un componente que se adapta a las necesidades del productor. Conforme se adoptan los principios de AC se acogen otras innovaciones que la complementan aunado a esto hay una

necesidad de conocimientos adicionales para su implementación

Un factor significativo que favorece la adopción de AC es la percepción de los beneficios que genera la AC como mayor humedad en el suelo, principalmente, por el componente de incorporación de rastrojo que representó un cambio de mentalidad en el productor.

La edad, experiencia y acceso a maquinaria, no resultaron ser variables significativas en la adopción de innovaciones relacionadas con AC.

La variable acceso a la información y la diversidad de fuentes de información resultó ser significativo para la difusión y la adopción de la AC. En este sentido, conviene integrar a trabajos orientados a la adopción de AC el fomento a la interacción y a la diversificación de fuentes de información de calidad. A mayor diversidad de fuentes de información de calidad, la adopción de AC se incrementa.

Como línea de trabajo futura, se recomienda estudiar los factores económicos y los efectos que se tienen sobre la adopción en este método de producción, así como los resultados que pueden derivar al subsidiar económicamente a los diferentes tipos de innovadores.

Agradecimientos

Esta investigación se realizó en el marco del Convenio de Colaboración “Capacitación y análisis de redes de innovación en MasAgro Productor, TTF

2016-054”, desarrollado durante 2017 y celebrado entre el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), a través del Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Se agradece a ambas instituciones por las facilidades en financiamiento y acceso a información para esta investigación. Se agradece además al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (Conacyt) por el apoyo financiero para la realización de la presente investigación.

4.5 Referencias

Badilescu-Buga, E. 2013. Knowledge behaviour and social adoption of innovation. *Information Processing and Management* 49: 902–911.

Baudron, F., M. Corbeels, F. Monicat, and K. E. Giller. 2009. Cotton expansion and biodiversity loss in African savannahs, opportunities and challenges for conservation agriculture: a review paper based on two case studies. *Biodiversity and Conservation* 18: 2625–2644.

Carmona, I., D. M. Griffith, M. A. Soriano, J. M. Murillo, E. Madejón, and H. Gómez-Macpherson. 2015. What do farmers mean when they say they practice conservation agriculture? A comprehensive case study from southern Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 213: 164–177.

Claverán A., R. 1999. Panorámica de la labranza de conservación en México y en América Latina. En: Simposio Internacional sobre Labranza de Conservación. Comité del Programa de Recursos Naturales del Consorcio Mesoamericano de Agricultura Internacional. México.

- Corbeels, M., J. De Graaff, T. H. Ndah, E. Penot, F. Baudron, K. Naudin, ... and Baudron, F., Corbeels, M., Monicat, F. & Giller, K. (2009). Cotton expansion and biodiversity loss in African savannahs, opportunities and challenges for conservation agriculture: a review paper based on two case studies. *Biodiversity and Conservation*. Springer Netherlands, 18(10), 2625–2644. doi: <http://doi.org/10.1007/s10531-009-9663-x>.
- Carmona, I., Griffith, D. M., Soriano, M. A., Murillo, J. M., Madejón, E. & Gómez-Macpherson, H. (2015). What do farmers mean when they say they practice conservation agriculture? A comprehensive case study from southern Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 213, 164–177. doi: <http://doi.org/10.1016/j.agee.2015.07.028>.
- Corbeels, M., de Graaff, J., Ndah, T. H., Penot, E., Baudron, F., Naudin, K., Andrieu, N., Chirat, G., Schuler, J., Nyagumbo, I., Rusinamhodzi, L., Traore, K., Mzoba, H. D. & Adolwa, I. S. (2014). Understanding the impact and adoption of conservation agriculture in Africa: A multi-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Elsevier B.V., 187, 155–170. doi: <http://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.011>.
- de Herrera, A., & G. Sain. (1999). Adoption of maize conservation tillage in Azuero, Panama. CIMMYT
- Del Toro, M. J. A. 2012. Memoria documental del programa modernización sustentable de la agricultura tradicional 2010-2012. Dirección General de Producción y Desarrollo Tecnológico de SAGARPA. México, D. F. [http://www.sagarpa.gob.mx/\(irc/memorias%20documentales/](http://www.sagarpa.gob.mx/(irc/memorias%20documentales/).
- Derpsch, R. & Friedrich, T. (2009). Global Overview of Conservation Agriculture Adoption. IV World Congress on Conservation Agriculture.1–14.
- Doss, C.R. (2006). Analyzing technology adoption using microstudies: limitations, challenges, and opportunities for improvement. *Agricultural*

Economics, 34: 207-219. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1574-0864.2006.00119.x>

FAO. (2002). Agricultura de conservación. Estudio de casos en América Latina y África. Boletín de Suelos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

FAO. (2016). Base de Datos Principal AQUASTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Hobbs, P. R., Sayre, K., & 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. doi: <http://doi.org/10.1098/rstb.2007.2169>

Kassam, A., Friedrich, T., Shaxson, F., & Pretty, J. (2009). The spread of Conservation Agriculture: justification, sustainability and uptake. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(4), 292–320. doi: <http://doi.org/10.3763/ijas.2009.0477>

Kassam, A., Friedrich, T., Derpsch, R., & Kienzle, J. (2015). Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture. *Field Actions Science Reports* (Vol. 8). Institut Veolia Environnement. Retrieved from <http://factsreports.revues.org/3966>

Klerkx, L., Mierlo, B. van, & Leeuwis, C. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic* (pp. 457–483). Springer Netherlands. doi: <http://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2>

Knowler, D., & Bradshaw, B. (2007). Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy*, 32(1), 25–48. doi: <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2006.01.003>

- Lahmar, R. (2010). Adoption of conservation agriculture in Europe. Lessons of the KASSA project. *Land Use Policy*, 27(1), 4–10. doi: <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.02.001>
- Lalani, B., Dorward, P., Holloway, G., & Wauters, E. (2016). Smallholder farmers' motivations for using Conservation Agriculture and the roles of yield, labour and soil fertility in decision making. *Agricultural Systems*, 146, 80–90. doi: <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.04.002>
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).
- Muñoz, M., R. Rendón, J. Aguilar, & R. Altamirano. (2007). *Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias*. Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM.
- Ndah, H. T., Schuler, J., Uthes, S., Zander, P., Traore, K., Gama, M. S., Corbeels, M. (2014). Adoption potential of conservation agriculture practices in Sub-Saharan Africa: Results from five case studies. *Environmental Management*, 53(3), 620–635. doi: <http://doi.org/10.1007/s00267-013-0215-5>
- Ngwira, A. R., Aune, J. B., & Thierfelder, C. (2014). DSSAT modelling of conservation agriculture maize response to climate change in Malawi. *Soil and Tillage Research*, 143, 85–94. doi: <http://doi.org/10.1016/j.still.2014.05.003>
- Pannell, D. J., Llewellyn, R. S., & Corbeels, M. (2014). The farm-level economics of conservation agriculture for resource-poor farmers. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 187, 52–64. doi: <http://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.014>
- Pérez, L. C. (2004). *Técnicas de Análisis Multivariante de Datos Aplicaciones con SPSS®*. Madrid: PEARSON Educación, S. A.

- Phillips, R. L., Kaufman, A., Mold, J. W., Grumbach, K., Vetter-Smith, M., Berry, A., & Burke, B. T. (2013). The primary care extension program: a catalyst for change. *Annals of Family Medicine*, 11(2), 173–8. doi: <http://doi.org/10.1370/afm.1495>
- Reed, B., Chan-Halbrendt, C., Tamang, B. B., & Chaudhary, N. (2014). Analysis of conservation agriculture preferences for researchers, extension agents, and tribal farmers in Nepal using Analytic Hierarchy Process. *Agricultural Systems*, 127, 90–96. doi: <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.01.007>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2012). Memoria documental del programa “Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) 2010-2012”. Disponible en: <<http://www.sagarpa.gob.mx/Transparencia/PNRCTCC/PNRCTCC%202012/Memoria%20MasAgro%202010-2012%20PDF.pdf>>
- Semarnat. (2015). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015. Semarnat. México. 2016.
- Thierfelder, C., Matemba-Mutasa, R., Bunderson, W. T., Mutenje, M., Nyagumbo, I., & Mupangwa, W. (2016). Evaluating manual conservation agriculture systems in southern Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 222, 112–124. doi: <http://doi.org/10.1016/J.AGEE.2016.02.009>
- Valente, T. W. (1996). Social Network thresholds in the diffusion of innovations. *Social Network*, 18(95), 69–89. doi: [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(95\)00256-1](https://doi.org/10.1016/0378-8733(95)00256-1)
- Van den Broeck, G., Grovas, R. R. P., Maertens, M., Deckers, J., Verhulst, N., & Govaerts, B. (2013). Adoption of Conservation Agriculture in the Mexican

Bajío. *Outlook on Agriculture*, 42(3), 171–178. doi:
<https://doi.org/10.5367/oa.2013.0136>

Vastola, A., Zdruli, P., D'Amico, M., Pappalardo, G., Viccaro, M., Di Napoli, F., ... Romano, S. (2017). A comparative multidimensional evaluation of conservation agriculture systems: A case study from a Mediterranean area of Southern Italy. *Land Use Policy*, 68, 326–333. doi:
<http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.034>

CAPÍTULO V. FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES AGRÍCOLAS

IMPORTANCE OF INFORMATION SOURCES FOR THE ADOPTION OF AGRICULTURAL INNOVATIONS

Mirian Valerio Robles³, Roberto Rendón Medel^{1*}, José Ulises Toledo⁴,
Enrique Genaro Martínez González¹

Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo¹. West Virginia State University, EE. UU.²

5.1 Resumen

Durante las últimas décadas ha resurgido el interés por explicar la naturaleza de la innovación y el cambio tecnológico, así como sus efectos en el crecimiento y desarrollo económico y social. Las innovaciones en la agricultura han aportado elementos para una mayor producción, contribuciones a la preservación del medio ambiente y la mejora de las condiciones de los productores; esto implica el uso continuo de conocimiento nuevo y existente que proviene de diversas fuentes de investigación. El objetivo de este estudio fue analizar la adopción y difusión de innovaciones a través de la diversidad de las fuentes de información utilizadas para poder incrementar la adopción de innovaciones en productores del estado de Tlaxcala, México. Se parte de la hipótesis de que a mayor diversidad de fuentes de información, mayor adopción de innovaciones. La información utilizada corresponde a dos bases de datos del estado de Tlaxcala generadas en los años 2017 y 2018. Estas bases integran observaciones recolectadas mediante encuesta directas a productores. En el periodo, algunos

* Autor de correspondencia:

Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo. Km.38.5 Carretera México- Texcoco, Chapingo, Estado de México, México, C.P. 56230. E mail: rendon.roberto@ciestaam.edu.mx

productores salieron del programa desde el primer año, otros continuaron los dos años y otros ingresaron en el segundo año. La diversidad de fuentes de información presentó relación positiva en los productores que continuaron los dos años. El estudio presenta argumentos que señalan que la diversidad de fuentes de información es un factor que induce la mayor adopción de innovaciones en productores.

Palabras clave: diversidad de actores, adaptación de tecnología agentes de cambio, análisis de redes sociales, extensionismo rural.

5,2 Abstract

During the last decades, interest in explaining the nature of innovation and technological change, as well as its effects on economic and social growth and development, has resurfaced. Innovations in agriculture have contributed elements for greater production, contributions to the preservation of the environment and the improvement of conditions for producers; this implies the continuous use of new and existing knowledge that comes from various research sources. The objective of this study was to analyze the adoption and diffusion of innovations through the diversity of the information sources used to increase the adoption of innovations in producers in the state of Tlaxcala, Mexico. The hypothesis is that the greater the diversity of information sources, the greater the adoption of innovations. The information used corresponds to two databases from the state of Tlaxcala generated in the years 2017 and 2018. These databases integrate observations collected through direct producer surveys. In the period, some producers left the program from the first year, others continued the two years and others entered the second year. The diversity of information sources presented a positive relationship in the producers who continued the two years. The study presents arguments that indicate that the diversity of information sources is a factor that induces the greater adoption of innovations in producers.

Key words: diversity of actors, adaptation of technology, agents of change, analysis of social networks, rural extension.

5.3 Introducción

La innovación en la agricultura, como en otras actividades, ha generado conocimientos que ha permitido avanzar en la mejora de los procesos de producción. Rogers (1983) y Valente (1996) definen la difusión de innovaciones como un proceso a través del cual una innovación se comunica por diversos canales y algunos miembros de un sistema social inicialmente adoptan y con el tiempo más individuos o la mayoría acogen la nueva idea

Rogers (1983) menciona cuatro elementos que conforman la difusión: la innovación misma, los canales de comunicación, el sistema social, y el tiempo, donde cada uno de estos componentes permite identificar factores previos para una rápida difusión y decisión de adopción de la innovación.

La innovación agrícola no es sólo la adopción de nuevas tecnologías. Klerkx et al. (2012) argumentan la necesidad de un equilibrio entre las nuevas prácticas y la reorganización de los recursos como la mano de obra, tenencia de la tierra y la distribución de beneficios. Asimismo los productores deben tener acceso a la información por medio de servicios de extensión ya sean proporcionados por el gobierno u otras fuentes de información de terceros para ayudar al proceso de transferencia de tecnología.

A pesar de los beneficios que genera la adopción de innovaciones y los esfuerzos para alentar a los productores a invertir en innovaciones agrícolas (Teklewold et al., 2013) las tasas de adopción siguen siendo bajas en las zonas rurales de los países en desarrollo (Somda et al., 2002).

En México los agentes relevantes que se encargan de la difusión de la innovación son organismos e instituciones gubernamentales, centros e institutos públicos de investigación, instituciones de educación superior, empresas, instituciones intermedias e instituciones financieras.

Este estudio se realizó en el estado de Tlaxcala, México, donde el 12.5% de las personas se dedica a actividades agrícolas. El sector Agrícola es la número 25 de 32 en la escala nacional de acuerdo a su aportación al PIB y el maíz en grano es el principal cultivo del estado (INEGI, 2017)

Damián-Huato et al. (2007) mencionan que los factores que limitan la producción de maíz en este estado son la baja cantidad de lluvia y su distribución irregular, la presencia de heladas tempranas, granizadas, suelos poco profundos, pendiente pronunciada, la baja fertilidad de los suelos y el uso de variedades criollas de bajo rendimiento.

Diversos actores que han participado en la difusión de innovaciones en el estado de Tlaxcala. El Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha realizado transferencia de tecnología en cultivos como trigo (Sangerman et al., 2012), maíz (Damián-Huato et al., 2007), entre otros. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha apoyado el sistema de extensión agrícola con estudios de diagnóstico y transferencia de tecnología en maíz y trigo. En el 2010, surge el programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) y se le confirió la generación y difusión de investigación estratégica y adaptativa sobre las prácticas destinada a la Agricultura de Conservación (AC) (Del Toro, 2012). El Gobierno del Estado ha integrado también iniciativas orientadas a la adopción de innovaciones en los productores rurales.

Uno de los esquemas de transferencia directas en la política de desarrollo rural en Tlaxcala fue el Componente PROAGRO Productivo. Su objetivo estaba orientado a incrementar la producción y la productividad de las Unidades Económicas Rurales Agrícolas (UERA) mediante el otorgamiento de incentivos, entre los cuales se ubica el acceso de los productores a los servicios de extensión (SAGARPA, 2018).

El objetivo de este estudio fue analizar la dinámica de la difusión de innovaciones en el estado de Tlaxcala mediante una comparación estadística

en una línea base (2017) y una línea final (2018) para valorar los cambios en la adopción de innovaciones y en los actores que intervienen en el proceso de difusión. Se parte de la hipótesis de que los mayores cambios en los procesos de extensión se da en el segundo año de intervención.

5.4 Material y Métodos

La información utilizada en la presente investigación corresponde a dos bases de datos del estado de Tlaxcala. La primera denominada Línea Base (LB) integrada por 1,518 observaciones levantadas en 2017; la segunda se levantó en 2018 y se denominó Línea Final (LF) con 1,949 observaciones. Las observaciones corresponden a la totalidad de productores que recibieron servicios de extensión del Programa ProAgro Productivo. Así, las bases son de la totalidad de la población del Programa, por lo que no se contempló un esquema de muestreo.

La información fue recolectada mediante una encuesta presencial que se estructuró en dos apartados: i) Caracterización del productor y de su unidad de producción; y ii) la realización de innovaciones en siembra, nutrición y postcosecha, registrando la fuente de información de cada innovación.

Para la captura, edición y validación de los datos se utilizó una hoja de cálculo y para el análisis de comparación de medias se utilizó el programa SPSS versión 21.

El nivel de adopción de innovaciones del productor se calculó con base en la metodología descrita por Muñoz et al., (2007). Estos autores proponen el cálculo del Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) que da cuenta del porcentaje de innovaciones realizadas con respecto a un listado de innovaciones presentes en la región de estudio. El listado se integra considerando las innovaciones que permiten lograr los mejores rendimientos; así, un InAI del 100% indicaría que los productores hacen todas las innovaciones posibles en el periodo analizado.

La diversidad de fuentes de información se calculó empleando el Índice de Diversidad de Simpson (S) (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Este índice fue adaptado para calcular las diferencias entre productores respecto a la diversidad de fuentes consultadas: Se considera que a mayor diversidad de fuentes de información, mayor capacidad del productor para superar circunstancias desfavorables mediante la toma de decisiones con base en información pertinente. Su cálculo se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$S = 1 / \sum \left[\frac{n_i(n_i - 1)}{N(n_i - 1)} \right]$$

Dónde:

S= índice de diversidad de fuentes

n_i = número de fuentes de información consultadas por el i -ésimo productor

N = número total de fuentes de información.

Para valorar el alcance de los diversos actores involucrados en las innovaciones relacionadas con la producción de maíz, se utilizaron los indicadores de actores clave (Key Player) con base en Borgatti (2006). Se identificó a los actores que fueron referidos por los productores como aquellos a los cuales se les consulta sobre innovaciones, denominados “fuente”. Se identificó también a los actores que refieren a otros como sus fuentes de información, denominados “colectores”.

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. Así, los actores fuente proporcionan información que los colectores demandan.

Para el cálculo de la cobertura de los actores fuente y colectores se empleó la propuesta por Borgatti (2006).

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

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

N= número total de nodos en la red

Así, las variables analizadas en esta investigación fueron las características del productor y de su unidad de producción, su nivel de innovación, la diversidad de fuentes de información consultada y el alcance de cada actor. Con estas variables se atendió el objetivo de la investigación orientado a valorar los cambios en éstas a través de un periodo de dos años en un proceso de extensión.

5.5 Resultados y Discusión

5.5.1 Caracterización de productores

Se entrevistó a los productores en dos momentos, Línea Base (LB) y Línea Final (LF) En la LB se identifican dos tipos de productores, los que no continuaron (NC) en la Línea Final y los que continuaron, denominados de

continuidad 1 (C4). En la LF también se catalogaron dos tipos de productores, los que continuaron desde la LB (C2) y los que ingresaron (I).

La continuidad de los productores es una decisión individual. Los productores que no continuaron lo deciden por no considerar que el servicio de extensión les sea atractivo en cuanto a las innovaciones que se promueven. Los que ingresan al programa de extensión lo hacen, entre otros, por la búsqueda de opciones y esperan encontrarlas en el proceso de extensión.

Cuadro 4 Tipo de productores entrevistados

	Tipo	No.
Línea base (1,518)	No continuos(NC)	309
	Continuidad 1 (C1)	1,209
Línea final (1,949)	Continuidad 2 (C2)	1,209
	Ingresaron (I)	740

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo 2017-2018

En el Cuadro 5 se presentan los cambios presentados entre los diferentes tipos de productores de la LB y LF, en variables que conciernen a las características del productor y su unidad de producción.

Cuadro 5 Características de los productores y de su unidad de producción

Variable	Línea base				Línea final			
	NC		C1		C2		I	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Edad (años)	64.3a	14.7	63.1ab	13.4	63.7ab	13.5	62.0b	13.1
Escolaridad (años)	5.1a	3.1	5.1a	3.1	5.2a	3.1	4.6b	2.7
Superficie sembrada (ha)	2.8a	2.7	2.5a	2.2	2.1b	2.0	1.8c	1.3

Rendimiento (t ha ⁻¹)	2.9a	1.5	2.9a	1.4	3.0a	1.2	2.2b	1.0
-----------------------------------	------	-----	------	-----	------	-----	------	-----

Medias con distinta letra en una hilera son estadísticamente diferentes (Pearson, $p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo 2017-2018

La edad es una variable que ha sido medida en la adopción de innovaciones y en este estudio se encontraron diferencias significativas, los de mayor edad son aquellos que no continúan con la adopción, mientras que los de menor edad y que son estadísticamente diferentes son los que se integran (I). Autores como Bozoğlu y Ceyhan (2007) hallaron que la edad del productor era un factor que en ocasiones determinaba la adopción; los productores jóvenes eran más propensos a la innovación.

El rendimiento no presentó cambios estadísticamente significativos entre productores de continuidad en la LB y LF. El no incremento en rendimiento en el periodo analizado obedece al proceso de adaptación de la tecnología, donde en algunos casos se necesita más tiempo para observar los resultados esperados.

En cuanto adopción de innovaciones, en la Figura 1 se puede observar los cambios presentados en general y por categoría en los distintos tipos de productores

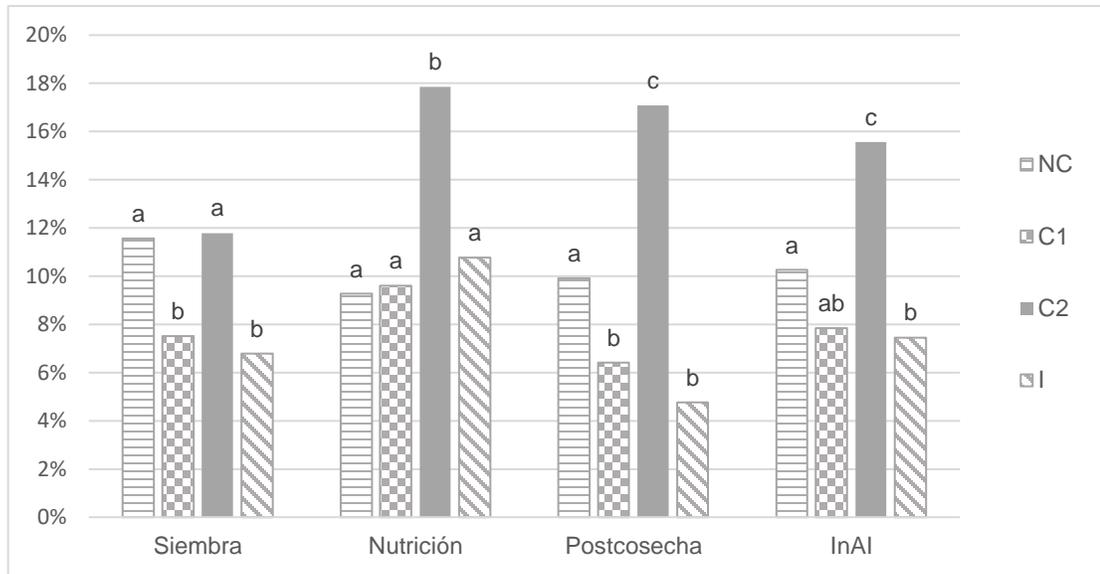


Figura 5 Adopción de innovaciones en los diferentes tipos de productores

Fuente: Elaboración propia con datos encuestas realizadas en 2017 y 2018

Se puede observar que el cambio más significativo en la adopción de innovaciones (InAI) se da en los productores de continuidad, esto es debido a que los productores se han convencido de los benéficos de las innovaciones adoptadas lo que ha permitido experimentar con otras, sobre todas en aquellas de mayor complejidad, presentando un incremento en la LF, y así aumentando su InAI. Tura et al., (2010), indican que la adopción de un componente del paquete tecnológico aumenta la probabilidad de que los agricultores utilicen otros componentes esenciales del mismo por más tiempo.

Se puede observar que los productores que no continuaron (NC) presentaron un nivel más alto del InAI en la Línea Base en comparación con los de Continuidad1 y también realizan prácticas de mayor complejidad como las de postcosecha, estos también presentan una mayor superficie sembrada (Cuadro 4). Este grupo (NC), se encuentra en una búsqueda de información orientada a la mejora de sus condiciones en su sistema de producción adoptando innovaciones que les puede generar resultados favorables y las prácticas promovidas por este programa no eran más de su utilidad, buscando otras

fuentes de información. En un estudio realizado por Aguilar et al., (2013) mencionan que el incremento en el tamaño de la superficie sembrada conlleva más riesgo en la producción y rentabilidad de la misma, por lo cual la adopción de innovaciones, y por ende la necesidad de conocimiento, se hacen indispensables para los productores, además de que deben ser de mayor nivel y calidad. En otro estudio sobre la adopción de semillas mejoras realizado por Lunduka et al., (2012), señalan que la superficie total que refleja la riqueza del hogar, es un indicador de la capacidad de los agricultores para asumir mayores riesgos y estar dispuestos a adoptar innovaciones.

Sin embargo a pesar del aumento en el InAI este sigue siendo aún bajo en la región. Según Teklewold et al., (2013) a pesar de los beneficios ampliamente citados y los esfuerzos realizados para alentar a los agricultores a invertir en innovaciones agrícolas, las tasas de adopción siguen siendo bajas en las zonas rurales de los países en desarrollo, atribuido a diferentes factores a nivel del sistema, como el acceso a servicios de extensión y los costos de transacción, como las principales limitaciones para adoptar innovaciones agrícolas.

5.5.2 La difusión de innovaciones

Van den Broeck et al., (2013) mencionan que el acceso a la información es fundamental para comprender una tecnología y la adopción exitosa de innovaciones, por ello, se comparó la diversidad de fuentes de información (Cuadro 6), y la cobertura de los actores como fuentes y colectores de información.

Cuadro 6 Características de acceso a la información

Variable	NC		C1		C2		I	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Fuentes de información (%)	30a	0.40	27a	0.41	26a	0.26	36b	0.44

Fuente	0.05a	0.04	0.06a	0.04	2.7b	2.1	0.04a	0.02
Colectores	0.04a	0.03	0.05a	0.04	0.09b	0.06	0.03a	0.02

Medias con distinta letra en una hilera son estadísticamente diferentes (Pearson, $p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo 2017-2018

Se observaron diferencias significativas en la diversidad de fuentes de información en productores que ingresaron en la LF (I), los cuales han tenido interacción con diferentes actores obteniendo conocimientos que permite la adopción de innovaciones principalmente en la categoría de nutrición (Figura 5). Su ingreso al Programa se puede relacionar con la búsqueda de nuevas fuentes de información.

Los productores de continuidad (C1 y C2) no mostraron cambios significativos en la diversidad de fuentes de información, lo que implica que su acceso a nuevos conocimientos continúa por medio de la interacción con diversos actores.

Rendón et al., (2007) señalan que mediante el análisis de redes es posible analizar el papel de los actores y entender sus roles e influencia de los mismos. Por ello, se analizó la capacidad que tienen los productores como actores colectores y fuentes de información (Cuadro 62). Se puede apreciar que los productores de continuidad presentan cambios estadísticamente significativos en la red de la LB a la LF, principalmente como fuentes de información, ya que otros productores los refieren como fuente de información; lo que nos indica que empiezan ser parte del proceso de difusión de innovaciones al compartir su experiencia en la adopción con otros productores. Como lo señalan Engel y Salomon (1999) la interacción con otros actores favorece que una innovación sea adoptada.

Las redes de innovación a diferencia de las sociales se distinguen por ciertos elementos o actores que contienen su estructura relacional (nodo financiador, proveedor, facilitador, investigador, productor y orquestador) en torno a un

sistema de producción con el fin de generar valor (Radjou, 2004). En este enfoque Koschatzky (2002) indica que la innovación, producción y comercialización de un producto no pueden ser llevadas a cabo por una única empresa, si no en colaboración con otros agentes y como resultado de la interacción de los mismos.

En la Figura 6 se muestran los principales actores encargados de la transmitir conocimiento a los productores.

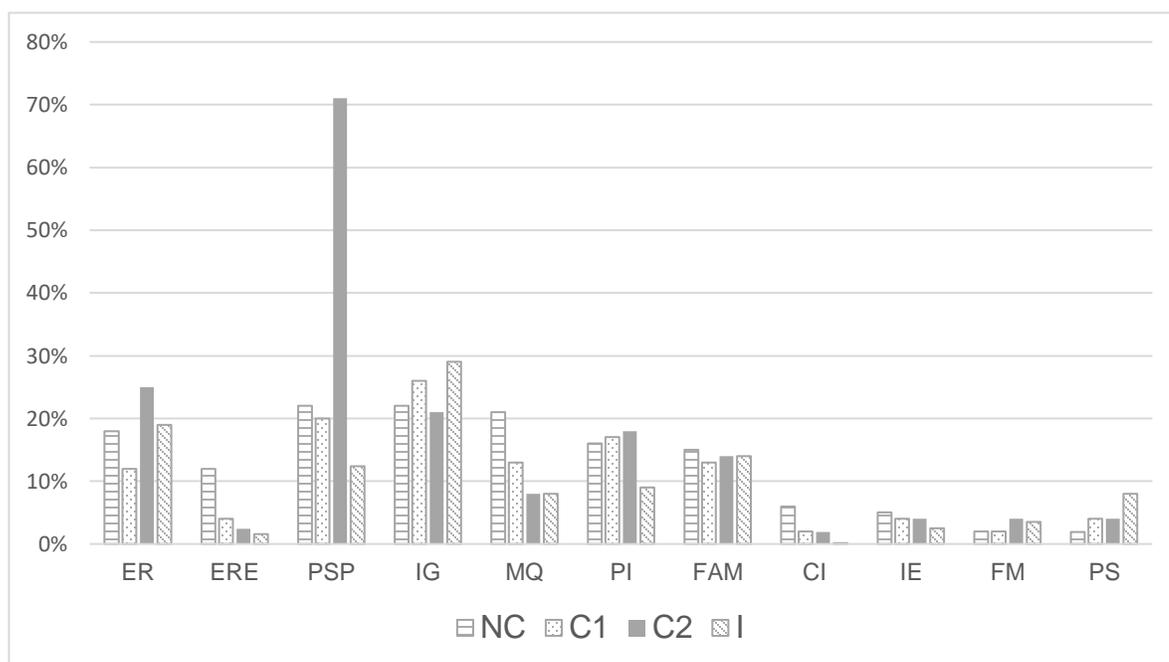


Figura 6. Actores mencionados como fuentes de información

ER: Productores; ERE: Productor referido; PSP: Extensionista; IG: Institución de Gobierno; MQ: Servicios de maquinaria; PI: Proveedor de insumos; FAM: Familiares; CI: Cliente intermedio; IE: Institución de enseñanza e investigación; FM: Realiza varias funciones; PS: Proveedor de semillas

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo 2017-2018

Las instituciones de gobierno son las que se presentan con mayor frecuencia en todos los tipos de productores. Sin embargo se puede apreciar que los extensionistas (PSP) empiezan a desempeñar un papel importante en la difusión de la LB a la LF en los productores de continuidad, su presencia

empieza a ser significativa aumentando al complementar la adopción de nuevas prácticas no adoptadas en la LB.

El acompañamiento técnico se relaciona con la adopción de innovaciones al permitir que el productor resuelva sus dudas acerca de la innovación y se convenza de los beneficios que puede obtener adoptando nuevas tecnologías en su parcela. Rahm y Huffman, (1984) y Westra y Olson, (1997) señalan entre las fuentes de información que influyen positivamente en la adopción a otros agricultores, medios de comunicación, reuniones y a los profesionales de extensión.

En los productores de Continuidad en la Línea Final (C2) se observan una mayor consulta a otros productores y a extensionistas, lo cual se relaciona con su incremento en sus coberturas como fuentes y colectores de información. En trabajos similares se ha destacado que la interacción entre productores es considerada como un factor que favorece la adopción de una innovación (Parra-López et al., 2007 y Calatrava y Franco-Martínez, 2011).

5.6 Conclusiones

En el proceso de extensión analizado, si bien se incrementa en nivel de innovación en productores con dos años de participación, los rendimientos no presentan diferencias estadísticamente significativas. El proceso de integración de innovaciones a los sistemas de producción requiere periodos mayores para expresarse en mejoras en el rendimiento.

Los productores que permanecen al menos dos años en un proceso de extensión incrementan significativamente su cobertura como fuentes de información y como colectores de información. A este tipo de productores se le pregunta más y preguntan más buscando nueva información. El proceso de extensión encuentra, entonces, en los productores de continuidad a actores relevantes para el proceso de difusión de innovaciones.

Los extensionistas incrementan su participación como fuentes de información durante al segundo año de su presencia en el Programa. Un programa de extensión deberá considerar que el mayor efecto de los extensionistas se presenta después de un año de interacción con productores.

5.7 Referencias

Aguilar Gallegos, N., Muñoz Rodríguez, M., Santoyo Cortés, V. H., and Aguilar Avila, J. (2013). Influencia del perfil de los productores en la adopción de innovaciones en tres cultivos tropicales. *Teuken-bidikay*, (4), 208-228.

Disponible en:

<https://biblat.unam.mx/hevila/Teukenbidikay/2013/no4/10.pdf>

Borgatti, S. P., and Everett, M. G. (2006). A Graph-theoretic perspective on centrality. *Social Networks*, 28, 466–484.

<http://doi.org/10.1016/j.socnet.2005.11.005>

Bozoğlu, M., and Ceyhan, V. (2007). Measuring the technical efficiency and exploring the inefficiency determinants of vegetable farms in Samsun province, Turkey. *Agricultural Systems*, 94(3), 649–656.

<http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2007.01.007>

Damián-Huato, M. A., Ramírez-Valverde, B., Parra-Inzunza, F., Paredes-Sánchez, J. A., Gil-Muñoz, A., Cruz-León, A., and López-Olguín, J. F. (2007). Apropiación de tecnología por productores de maíz en el estado de Tlaxcala, México. *Agricultura Técnica En México*, 33, 163–173.

Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v33n2/v33n2a6.pdf>.

Del Toro, M. J. A. (2012). Memoria documental del programa modernización sustentable de la agricultura tradicional 2010-2012. Dirección General de Producción y Desarrollo Tecnológico de SAGARPA. México, D. F.

[http://www.sagarpa.gob.mx/\(irc/memorias%20documentales/](http://www.sagarpa.gob.mx/(irc/memorias%20documentales/) .[Última

consulta: 20 de octubre de 2019].

- INEGI. (2012). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario estadístico del estado de Tlaxcala. Disponible en: https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/TLAX_ANUARIO_PDF.pdf . [Última consulta: 18 de septiembre de 2019].
- Klerkx, L., Mierlo, B. van, and Leeuwis, C. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In: Darnhofer I., Gibbon D., Dedieu B. (eds) *In Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic* (pp. 457–483). Springer Netherlands. <http://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2>
- Koschatzky, K. (2002). Fundamentos de la economía de redes. Especial enfoque a la innovación. *Economía Industrial*, 346, 15-26. Disponible en: <https://eco.mdp.edu.ar/cendocu/repositorio/01095.pdf>
- Lunduka, R., Fisher, M., and Snapp, S. (2012). Could farmer interest in a diversity of seed attributes explain adoption plateaus for modern maize varieties in Malawi? *Food Policy*, 37(5), 504–510. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.05.001>
- Mostacedo, B., and Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Disponible en https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/41288408/Mostacedo2000EcologiaVegetal.pdf?1453047055=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMANUAL_DE_METODOS_BASICOS_DE_MUESTREO_Y.pdf&Expires=1592634566&Signature=bzUeWHm-n6DxcWFPBmf21wdyY0P1kjWQ0CQYvZBDtIQxXbWxmJEHPff8bsmtM7zAitvYyEnX9CB253Yi7VDvwCTpRUwU1V-RUtawmQGY1qmRKi-WwxRfDz5vD8uEZvPnyBxF1Zesh~Of~-S~o0-MhdsBcV3PKVA-MHoqkMKu7bhWFIRotf9cJVTYdsC5Ly9j8DwcDzISxl3p-Wx9rXjflLnfvTVK7UzlerpkTWlwXBfFbWnmNK1atQ4IWI4Mobmo5nReNtgNNweMTmBsaTshvf0mbhLkGq8o8FHPIf6o5Ktv14J0pTy8ljmKzX-

[Ha5EwxEiTo9qb7q7SVNGMg~w1nA &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://doi.org/10.1300/J064v30n01). [Última consulta: 21 de abril de 2019].

- Muñoz Rodríguez, M., Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., y Altamirano Cárdenas, J. R. (2007). Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. Materiales de formación para las Agencias de Gestión de la Innovación. Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM/PIIAI. Disponible en: http://ciestaam.edu.mx/material_de_divulgacion/analisis-la-dinamica-innovacion-en-cadenas-agroalimentarias/
- Parra-Lopez, C., De-Haro-Giménez, T., and Calavatra-Requema, J. (2007). Diffusion and adoption of organic farming in the southern spanish olive groves. *Journal of Sustainable Agriculture*, 30(1), 105–151. <http://doi.org/10.1300/J064v30n01>
- Radjou, N., Cameron, B., Kinikin, E., and Herbert, L. (2004). Innovation networks. A new market structure will revitalize invention-to-innovation cycles. *Forrester Research*. Disponible en: <http://www.urenio.org/el/wp-content/uploads/2015/10/Radjou-N.-2004.-Innovation-Networks.-Forester-Research..pdf>
- Rahm, M.R., Huffman, W.E. 1984. The adoption of reduced tillage: the role of human capital and other variables. *American Journal of Agricultural Economics*, 66 (4), 405–413. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2307/1240918>
- 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. Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM. Disponible en: http://ciestaam.edu.mx/material_de_divulgacion/identificacion-actores-clave-la-gestion-la-innovacion-uso-redes-sociales/

- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations* (2nd ed.). New York, N. Y.: The Free Press A Division of Macmillan Publishing Co., Inc.
- SAGARPA. (2018). Componente de PROAGRO Productivo 2015. <https://www.gob.mx/sagarpa/acciones-y-programas/del-componente-de-proagro-productivo-2015>. [última consulta: 17 de septiembre de 2018].
- Salomón, M., y Engel, P. (1999). Facilitando la innovación para el desarrollo. Una caja de recursos para la ERSICA. Traducción provisional, RIMISP, Chile. Disponible en: https://www.academia.edu/1275911/Innovaci%C3%B3n_y_Desarrollo_Rural
- Somda, J., Nianogo, A. J., Nassa, S., and Sanou, S. (2002). Soil fertility management and socio-economic factors in crop-livestock systems in Burkina Faso: a case study of composting technology. *Ecological economics*, 43(2-3), 175-183. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00208-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00208-2)
- Teklewold, H., Kassie, M., and Shiferaw, B. (2013). Adoption of multiple sustainable agricultural practices in rural Ethiopia. *Journal of agricultural economics*, 64(3), 597-623. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12011>
- Tura, M., Aredo, D., Tsegaye, W., La Rovere, R., Tesfahun, G., Mwangi, W., and Mwabu, G. (2010). Adoption and continued use of improved maize seeds: Case study of Central Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 5(17), 2350–2358. Disponible en: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/2186/94068.pdf>
- Valente, T. W. (1996). Social network thresholds in the diffusion of innovations. *Social Networks*, 18(1), 69–89. [http://doi.org/10.1016/0378-8733\(95\)00256-1](http://doi.org/10.1016/0378-8733(95)00256-1)

Van den Broeck, G., Grovas, R. R. P., Maertens, M., Deckers, J., Verhulst, N., and Govaerts, B. (2013). Adoption of conservation agriculture in the Mexican Bajio. *Outlook on Agriculture*, 42(3), 171–178. <http://doi.org/10.5367/oa.2013.0136>

Westra, J. V., & Olson, K. D. (1997). Farmers' Decision Processes And Adoption Of Conservation Tillage. Department of Applied Economics, University of Minnesota, (June), 37. Disponible en: <https://ageconsearch.umn.edu/record/13380/>

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES GENERALES

En este último capítulo de la tesis se discuten los resultados obtenidos de la presente investigación. Los resultados del Capítulo 4 y 5, se discuten de manera general con los objetivos y preguntas de investigación planteados en el primer capítulo. Posteriormente se hacen algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

6.1. Conclusiones con respecto a objetivos y preguntas de investigación.

En esta investigación se han estudiado las características en la difusión de innovaciones y los factores que han determinado su adopción y en algunos casos el abandono, obteniéndose las siguientes conclusiones:

1. Según los resultados obtenidos, los productores mostraron diferentes niveles de adopción y se catalogaron en bajo, medio y alto; donde el nivel bajo en los análisis realizados es el estrato más grande en comparación a los otros dos grupos, se identifica por ser productores que realizan prácticas convencionales, algunos realizan innovaciones de acuerdo a sus recursos y apoyos proporcionados principalmente por técnicos.

El nivel medio se caracteriza por ser un productor en transición, sus prácticas siguen siendo convencionales y la adopción se da en prácticas de menor complejidad y realizan dos principios de agricultura de conservación, la rotación de cultivos e incorporación de rastrojo.

Los productores de nivel alto es un grupo pequeño, se presenta la mayor adopción, realizan en su mayoría los tres principios de AC y prácticas complementarias que han mejorado su sistema de producción.

2. El incremento de rendimientos fue un factor de permanencia y adopción de prácticas de AC. Los beneficios percibidos por la incorporación de prácticas de AC fue otro factor que ha impulsado la adopción de AC, sin embargo de acuerdo con elementos que describe Rogers, podremos indicar que la AC es una innovación con complejidad y se adopta más lentamente. El acceso a la información que proviene de diversas fuentes resulto ser de un factor de gran importancia para la difusión y posterior adopción. La edad y experiencia, no resultaron ser variables significativas en la adopción de innovaciones, en cambio, el acceso a la maquinaria siendo un factor esperado, no fue significativo, debido a que la necesidad de maquinaria se satisface principalmente en la renta de servicios que empiezan a ser más especializados en la región.
3. La difusión de innovaciones se da a través de diversos actores que permiten ser fuentes de conocimiento que benefician al productor, los actores presentes en los analisis realizados fueron principalmente por instituciones de gobierno y prestadores de servicios profesionales, estos últimos son más referenciados en un segundo momento y por lo cual sus canales de comunicación han mejorado compartiendo información entre sí con el fin de llegar a un entendimiento mutuo como lo menciona Rogers (1983). Otros actores presentes son los productores mismos

donde estos aprenden y adoptan la práctica siendo en un siguiente año un productor difusor de innovaciones con sus pares.

4. Las investigaciones realizadas muestran diversos aspectos que permiten comprender la naturaleza de la innovación las cuales son:

Las innovaciones analizadas son tecnológicas según la clasificación de COTEC (2001) y de proceso según el manual Oslo (2005), relacionadas con los medios de producción y se logra mediante cambios significativos en las técnicas y los materiales, que tengan por objetivo la disminución de los costos unitarios de producción o distribución, la mejorar la calidad, producción o distribución de productos nuevos o sensiblemente mejorados y en este caso de producción agrícola con interés en el cultivo de maíz, pero no solo es utilizar la tecnología para introducir un cambio, se debe analizar los aspectos comercial y organizativa que sugiere COTEC (2001) y para tener mejores resultados deben estar interrelacionados entre sí,

Estos aspectos se han promovido y no adoptados según los análisis realizados en este trabajo, por lo que se sugiere deben ser promovidas paulatinamente con un mayor énfasis después de que la tecnología ha sido aprobada por el productor. Los resultados obtenidos en los productores de esta zona, se encuentra que adoptan de manera más lenta debido a la incertidumbre que genera la misma innovación.

Aumentar la fuentes de información ha sido una variable que ha permitido difundir la adopción de innovaciones, por lo tanto se sugiere que los actores que difunden información y conocimientos promuevan a

sus pares y otros actores para incrementar la difusión de innovaciones con otros productores. Se sugiere fomentar la vinculación de los productores con sus pares que son fuentes de información y que pueden transmitir dos tipos de conocimientos *know how* y *know who* a los que se refiere Lundvall (1994) y que se han observado en los productores. Estos conocimientos se refieren a las habilidades aprendidas a través de la experiencia directa en la adopción de innovaciones y las que involucran información para establecer relaciones con los difusores de información y cooperar con distintos grupos especializados para mejorar la comunicación entre los productores y entender su estructura.

