



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

---

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

## FACTORES TERRITORIALES EN LA INNOVACIÓN: EL CASO DEL CULTIVO MAÍZ EN MÉXICO

TESIS

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

Presenta:

**JULIA SÁNCHEZ GÓMEZ**

Bajo la supervisión de:

**DR. ROBERTO RENDÓN MEDEL**

**DR. VENANCIO CUEVAS REYES**



Chapingo, Estado de México. Abril 2018

## FACTORES TERRITORIALES EN LA INNOVACIÓN: EL CASO DEL CULTIVO MAÍZ EN MÉXICO

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

### DOCTOR EN PROBLEMAS ECONÓMICO AGROINDUSTRIALES

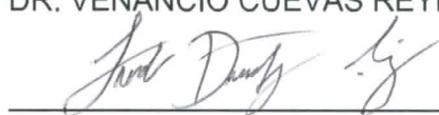
DIRECTOR:

  
\_\_\_\_\_  
DR. ROBERTO RENDÓN MEDEL

CO-DIRECTOR:

  
\_\_\_\_\_  
DR. VENANCIO CUEVAS REYES

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
DR. JULIO DÍAZ JOSÉ

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
DR. J REYES ALTAMIRANO CÁRDENAS

LECTOR EXTERNO:

  
\_\_\_\_\_  
DR. EDUARDO SANTELLANO ESTRADA

## CONTENIDO

Índice de cuadros .....	vi
Índice de figuras .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. Objetivo general.....	15
1.1.1. Objetivos específicos .....	15
1.2. Preguntas de investigación.....	16
1.3. Hipótesis .....	16
1.4. Justificación .....	17
1.5. Descripción del contenido de la tesis.....	19
II. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL .....	22
2.1. El concepto de innovación y los factores relacionados con el proceso innovador.....	22
2.1.1. Los factores relacionados con el proceso de innovación .....	24
2.2. El desarrollo de la innovación en los territorios.....	25
2.3. El territorio y sus enfoques de desarrollo.....	28
2.4. La dimensión social del territorio como factor de innovación.....	30
2.4.1. Teoría de Redes sociales (ARS) en el estudio de la innovación.....	32
III. LA DINÁMICA DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ GRANO EN MÉXICO .....	35
3.1. Antecedentes.....	35
3.2. Análisis de la información .....	37
3.3. Resultados y discusión .....	38
3.4. Conclusiones .....	41
IV. ESCENARIOS PRODUCTIVOS DEL CULTIVO MAÍZ Y LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES POR EL AGRICULTOR EN MÉXICO .....	42
4.1. Resumen .....	42
4.2. Introducción .....	43

4.3. Metodología .....	45
4.3.1. Área y universo de estudio.....	45
4.3.2. Fuentes de información e indicadores utilizados.....	46
4.3.3. Análisis de la información.....	49
4.4 Resultados y discusión .....	50
4.4.1. Identificación de los escenarios productivos del cultivo maíz en México .....	50
4.4.2. Características del agricultor y la adopción de innovaciones en los escenarios productivos.....	54
4.4.3. Factores asociados a la innovación en cada escenario productivo del cultivo maíz .....	60
4.5 Conclusiones .....	62
4.6 Literatura citada .....	64
V. FUENTES DE INNOVACIÓN Y EL PAPEL DE LOS ACTORES DE SOPORTE INSTITUCIONAL EN EL CULTIVO MAÍZ EN MÉXICO.....	68
5a. Las instituciones en la innovación agrícola: el caso de los productores de maíz en México.....	68
5.1 Resumen .....	68
5.2 Introducción .....	69
5.3 Metodología.....	71
5.3.1. Área y universo de estudio.....	71
5.3.2. Instrumento de colecta de información.....	72
5.3.3. Análisis de la información.....	77
5.4 Resultados y discusión .....	78
5.4.1. Análisis de innovaciones adoptadas por los productores de maíz ...	78
5.4.2. Actores relevantes en la adopción de innovaciones en la producción de maíz .....	79

5.4.3. La contribución de las instituciones a la adopción de las innovaciones en el cultivo maíz .....	83
5.4.4. La cobertura de difusión de las instituciones entre los agricultores..	86
5.4.5. El actor institucional en la difusión y adopción de innovaciones en el cultivo maíz .....	88
5.5 Conclusiones .....	92
5.6 Literatura citada .....	93
5b. El soporte institucional en la adopción de innovaciones del productor de maíz: Región Centro, México .....	99
5.1 Resumen .....	99
5.2 Introducción .....	100
5.3 Materiales y métodos.....	102
5.3.1. Área y universo de estudio.....	102
5.3.2. Instrumento de colecta de información.....	102
5.3.3. Indicadores utilizados.....	103
5.3.4. Análisis de la información.....	104
5.4 Resultados.....	104
5.4.1. Características del productor y de la unidad de producción.....	104
5. 4.2. Grado de adopción de innovaciones por las agroempresas .....	107
5.4.3. Conectividad agroempresarial.....	110
5.4.4 Los actores de soporte institucional en el sistema de innovación ...	113
5.5 Conclusiones .....	119
5.6 Literatura citada .....	121
VI. CONCLUSIONES GENERALES .....	124
VII. LITERATURA CITADA.....	127

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Crecimiento extensivo e intensivo de la producción de maíz durante el periodo 2000-2014. ....	39
Cuadro 2. Catálogo de innovaciones en el cultivo maíz por categoría.....	48
Cuadro 3. Cambios en las variables productivas de los municipios en los años 2003 y 2012.....	51
Cuadro 4. Características y nivel de innovación del productor de maíz en México. ....	54
Cuadro 5. Las características del agricultor y nivel de innovación en los cuatro escenarios productivos. ....	57
Cuadro 6. Variables correlacionadas con la adopción de innovaciones por el productor en cada escenario productivo del cultivo maíz.....	60
Cuadro 7. Conjunto de innovaciones por categoría utilizadas en la producción de maíz.....	73
Cuadro 8. Clasificación de los actores difusores de las innovaciones en el cultivo maíz.....	75
Cuadro 9. Diferencias en el nivel de innovación de los productores asociadas a los tipos de actores. ....	84
Cuadro 10. Cobertura de difusión de los diferentes actores involucrados en la enseñanza de innovación entre los agricultores.....	87
Cuadro 11. Características del productor y unidad de producción por estado.	106
Cuadro 12. Adopción de innovaciones entre los productores de maíz de la Región Centro de México. ....	109
Cuadro 13. Diversidad de vínculos en el sistema de innovación del productor de maíz.....	115
Cuadro 14. Asociación entre los vínculos de aprendizaje para la innovación del productor de maíz. ....	116

Cuadro 15. Influencia de cada tipo de vinculo en la adopción de innovaciones del productor de maíz. ....	119
--	-----

## Índice de figuras

Figura 1. Estructura de la investigación.....	20
Figura 2. Innovación y territorio: principales teorías. ....	27
Figura 3. Las dimensiones del territorio .....	29
Figura 4. Evolución de la producción de maíz y la cantidad importada en México. .....	36
Figura 5. Localización del área de estudio en México y productores encuestados por estado.....	46
Figura 6. Clasificación de los municipios analizados en escenarios productivos. .....	53
Figura 7. Adopción de las innovaciones por categoría en los escenarios productivos.....	59
Figura 8. Localización del área de estudio en México y porcentaje de productores encuestados por estado.....	72
Figura 9. Grado de adopción de las categorías de innovación por los agricultores en los estados. ....	79
Figura 10. Actores relevantes relacionados con el aprendizaje de innovaciones entre los productores de maíz. ....	80
Figura 11. Innovaciones promovidas por las instituciones entre los agricultores .....	90
Figura 12. El sistema de fuentes de aprendizaje para la innovación de los productores de maíz en la Región Centro .....	113

## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis a todas aquellas personas que me han apoyado en todo el proceso de elaboración de esta tesis, gracias por su ánimo, fuerza, consejos y su paciencia.*

*A mi familia, por su amor, apoyo incondicional y ser parte importante en mis logros obtenidos.*

*A mis padres, quienes siempre me han impulsado a seguir adelante, por su cariño y apoyo brindado en cada proyecto de mi vida.*

*A Luis, por su apoyo, paciencia, comprensión y motivación durante el desarrollo de mis estudios.*

*A mis amigas(os), por su cariño y amistad durante el proceso de formación del doctorado.*

*A mis profesores, por su orientación, aprendizaje y motivación para la elaboración de la presente investigación.*

## **AGRADECIMIENTOS**

- Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento recibido para la realización del Doctorado en Problemas Económico-Agroindustriales.
- A la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), especialmente al Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) y su personal docente, por su calidad académica, y haberme facilitado realizar esta investigación.
- A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) en Sede Central, Bogotá - Colombia, por el apoyo brindado y la experiencia de compartir y adquirir nuevos conocimientos.
- Al Dr. Roberto Rendón Medel, profesor investigador del CIESTAAM, reconocido por su desarrollo del “Análisis de Redes de Innovación” y ser miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT, por su dirección y su apoyo para concluir el doctorado.
- Al Dr. Venancio Cuevas Reyes, un notable investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, por su colaboración en la redacción, revisión y la disposición mostrada en orientar esta tesis.
- Al Dr. Julio Díaz José, profesor investigador del Instituto Tecnológico Superior de Zongolica; y becario Investigador de la Plataforma Intergubernamental para la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (IPBES), por sus comentarios y colaboración en el presente documento.
- Al Dr. J Reyes Altamirano Cárdenas, profesor investigador del CIESTAAM por su disposición en participar como parte de comité asesor, así como sus acertados comentarios a la investigación.
- Finalmente, este trabajo se desarrolló en el marco de los convenios de colaboración en la “investigación TTF-2016-054” y el “Análisis de redes de innovación en PIMAF, 2016” celebrado entre el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

## DATOS BIOGRÁFICOS

Julia Sánchez Gómez nació el 20 diciembre 1986 en Tlaxcalantongo, Xicoteppec de Juárez, Puebla. En el año 2002 ingresó a la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Durante el periodo 2005-2009, cursó sus estudios de la Licenciatura en Economía Agrícola en la División de Ciencias Económico Administrativas. Posteriormente, en el año 2010- 2012 realizó la Maestría en Ciencias en Estrategia Agroempresarial en el Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Recibió un reconocimiento en la XVI Entrega del Premio Arturo Fregoso Urbina 2012 por la mejor tesis de posgrado “La adopción de innovaciones en agroempresas ovinas”.

En enero de 2014, inició sus estudios de doctorado y participó como ponente en congresos nacionales e internacionales, entre los que sobresale: II Congreso de Economía Agrícola y Agronegocios realizado por la Universidad de Costa Rica/Facultad de Ciencias Agroalimentarias. En el periodo agosto a octubre de 2017 realizó una estancia académica en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) en Sede Central, Bogotá - Colombia.

En el desempeño profesional ha participado en proyectos de vinculación con MasAgro-Cimmyt e INCA Rural como formadora metodológica a nivel nacional en México sobre “El Análisis de Redes de Innovación (ARI) en el sector rural”. Se ha especializado en el tema de investigación “La difusión de innovaciones bajo el enfoque del análisis de redes sociales”. Entre sus publicaciones destacan el artículo científico “El agente de cambio en la adopción de innovaciones en agroempresas ovinas” y su coautoría en el capítulo “Análisis de redes sociales en el Estado de Chiapas” del libro “Gestión de redes de innovación en zonas rurales marginadas” coordinado por Rendón M., R. & Aguilar Á. J. y editado por Porrúa. Entre sus áreas de interés se encuentran: el cambio tecnológico en la agricultura, desarrollo territorial, el análisis de sistemas agroalimentarios, análisis de redes de innovación e identificación de territorios con potencial innovador.

# FACTORES TERRITORIALES EN LA INNOVACIÓN: EL CASO DEL CULTIVO MAÍZ EN MÉXICO

## TERRITORIAL FACTORS IN INNOVATION: THE CASE OF CORN CROP IN MEXICO

Julia Sánchez Gómez<sup>1</sup>, Dr. Roberto Rendón Medel<sup>2</sup>, Dr. Venancio Cuevas Reyes<sup>3</sup>

### RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto que tienen ciertos factores territoriales en la innovación agrícola, a partir de su análisis en diferentes territorios productores de maíz en México, con el fin de proporcionar alternativas para el diseño e implementación de estrategias de gestión de la innovación. Esto se realizó integrando tres estudios: el primero aborda la dinámica de innovación de los agricultores bajo diferentes escenarios productivos; el segundo y tercero, sobre el análisis de adopción de prácticas y el rol de los actores institucionales en la innovación. Se utilizó información de encuestas aplicadas a productores de maíz beneficiarios del programa PIMAF; y bases de datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Los resultados indican que los agricultores implementan innovaciones de acuerdo con el contexto productivo en el que se desarrolla el cultivo y aprenden principalmente de otros productores, familiares y organizaciones de productores; no obstante, la vinculación con los actores institucionales contribuye en mayor medida a elevar su nivel de innovación y muestran una mayor cobertura para la difusión. La principal conclusión es que el proceso innovador en la producción de maíz es influenciado por factores territoriales como la interacción social y escenario productivo del cultivo, de esta forma, si el cultivo en el territorio presenta un escenario favorable y los agricultores mantienen una mayor vinculación técnica con actores institucionales, tendrán mayor posibilidad de adoptar nuevas prácticas en sus unidades de producción.

**Palabras Clave:** escenario productivo, actor institucional, análisis de redes sociales.

### ABSTRACT

The objective of this research was to study the effect that certain territorial factors have on agricultural innovation, from its analysis in different maize producing territories in Mexico, in order to provide alternatives for the design and implementation of management strategies of the innovation. This was done by integrating three studies: the first addresses the innovation dynamics of farmers under different production scenarios; the second and third, on the analysis of adoption of practices and the role of institutional actors in innovation. Information from surveys applied to corn producer's beneficiaries of the PIMAF program was used; and databases of the Agri-Food and Fisheries Information System (SIAP). The results indicate that farmers implement innovations according to the productive context in which the crop is grown and learn mainly from other producers, family members and producer organizations; nevertheless, the link with institutional actors contributes to a greater extent to raise their level of innovation and show greater coverage for dissemination. The main conclusion is that the innovative process in the production of corn is influenced by territorial factors such as the social interaction and productive scenario of the crop, in this way, if the crop in the territory presents a favorable scenario and the farmers maintain a greater technical link with institutional actors, they will have greater possibility of adopting new practices in their production units.

**Keywords:** productive scenario, institutional actor, social network analysis

---

<sup>1</sup> Doctoranda

<sup>2</sup> Director de Tesis

<sup>3</sup> Co-director Tesis

## I. INTRODUCCIÓN

En México, de acuerdo con la FAO-SAGARPA (2012) las principales causas que explican el bajo crecimiento del sector agrícola (con una tasa de crecimiento anual menor al 2% en los últimos 20 años) se relacionan con el escaso desarrollo de capacidades técnicas, productivas y empresariales de los productores, así como a la insuficiente innovación tecnológica y los bajos niveles de productividad. En el país solo 3.0% de las 4,069,938 unidades de producción con actividad agropecuaria tienen acceso a servicios de capacitación y asistencia técnica; y sólo 11.7% perciben como problema la falta de asistencia técnica y capacitación (Cuevas et al., 2012). Lo cual, se asocia con la baja incorporación de tecnologías y poca valoración del conocimiento por los agricultores en el sector.

La solución a la problemática anterior en países como México, dependerá del éxito en la generación, difusión y adopción de innovaciones y conocimientos útiles para los productores rurales. Así como, de mejoras en los procesos de innovación de los sistemas socio-productivos para aumentar la productividad del sector (Banco Mundial, 2008). En este sentido, el nuevo conocimiento, la tecnología e innovación cobran relevancia en las empresas, las regiones o países como fuentes de desarrollo y crecimiento económico (Albuquerque, 2008; Hidalgo et al., 2008; Santa-Catalina, 2010).

La innovación en las empresas se puede entender como la introducción de un elemento nuevo o significativamente mejorado, bien puede ser; un producto (bien o servicio), un nuevo proceso, un método de comercialización o método

organizativo en las prácticas internas de la empresa, alguna modificación en la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores (OCDE & EUROSTAT, 2005). Con introducción se refiere, en el caso de los productos a que estos sean comercializados, y en el caso de los métodos, procesos e innovaciones organizativas a su desarrollo en las operaciones de la empresa (Morales et al., 2013).

La innovación es un proceso complejo y no solo depende de factores internos relacionados con aspectos de la organización, como las estrategias empresariales diseñadas e implementadas, sino también de aspectos externos referentes al entorno en que se desenvuelven (Restrepo, 2010). En los territorios, la innovación no se produce de igual forma, existen algunos territorios que tienen un entorno favorable para el desarrollo de la innovación y las inversiones tienen un mayor rendimiento; principalmente en los sistemas territoriales que reúnen determinadas capacidades para generar, asimilar y emplear el conocimiento (BID, 2011). Es decir, existen territorios con atributos y condiciones ideales para la innovación, en los cuales actúan elementos que se consideran fuente de creación, desarrollo económico y cambio, que se benefician de la proximidad geográfica, de las homogeneidades económicas, sociales y culturales que permiten definir el entorno. De esta manera, el territorio deja de ser un sujeto pasivo, en el que la empresa solo desarrolla su actividad productiva (Méndez, 2006), y juega un papel estratégico en el proceso de creación y difusión de las innovaciones (Vázquez, 2007).

La idea de relacionar innovación y territorio no es nueva, diferentes teóricos ya situaban a la innovación y sus relaciones con el territorio como centro de

atención. Desde la teoría de distrito industrial, los sistemas productivos locales o las propuestas sobre el desarrollo local, ya apuntaban en esa dirección. Asimismo, las teorías recientes como las ventajas competitivas de naciones y regiones o la del medio innovador y las redes de innovación (Méndez, 2002). No obstante, la literatura existente sobre la relación entre los aspectos territoriales y la innovación es limitada (Bianchi & Miller, 1999; Méndez, 2002; Jardón, 2011), debido a que la mayoría de los estudios se centran en analizar la innovación en la empresa y los factores internos que la afectan, de los cuales se ha proporcionado una amplia evidencia empírica (COTEC, 2001; Jiménez & Sanz, 2006; Talukder, 2012). Sin embargo, para que una estrategia de gestión de la innovación sea exitosa en un territorio determinado se requiere identificar no solo los factores internos relacionados con la empresa, sino también, aspectos externos referentes al entorno en que se desenvuelve (Restrepo, 2010).

Bajo el contexto anterior, en el presente trabajo se aborda el efecto de dos factores territoriales (entorno productivo e interacción social) en la innovación, a partir de su análisis en diferentes territorios productores de maíz en México, con el fin de proporcionar alternativas para el diseño e implementación de estrategias de gestión de la innovación en el cultivo. El cultivo maíz fue elegido por su importancia económica y social en México. Además, este cultivo representa una fuente importante de alimento e ingresos para una gran cantidad de productores y familias rurales en el ámbito nacional.

## **1.1. Objetivo general**

Analizar el efecto de dos factores territoriales (situación productiva e interacción social) en la innovación en el cultivo maíz, a partir de su análisis en diferentes territorios productores en México, con el fin de proponer alternativas que contribuyan a mejorar el diseño e implementación de estrategias de gestión de la innovación en el cultivo.

### **1.1.1. Objetivos específicos**

- Identificar los diferentes escenarios productivos del cultivo maíz, para el análisis de la dinámica de innovación y los factores asociados a la conducta innovadora de los productores de maíz en cada uno ellos.
- Analizar los vínculos aprendizaje de las innovaciones agrícolas implementadas por los productores de maíz en sus unidades de producción e identificar el papel que juegan los actores institucionales en su adopción y difusión en el cultivo maíz en México.
- Proporcionar lineamientos para mejorar las estrategias de fomento a la innovación orientadas a estimular el crecimiento y desarrollo del cultivo maíz en México.

## 1.2. Preguntas de investigación

Con respecto a los objetivos planteados en esta tesis, las preguntas específicas de investigación a contestar son las siguientes:

- ¿Cuáles son los escenarios productivos del cultivo maíz? ¿En cada escenario productivo, cuál es la dinámica de innovación y los factores asociados a la conducta innovadora de productores que se deben de considerar en las estrategias intervención?
- ¿Quiénes son las principales fuentes de aprendizaje de la innovación de los agricultores y como contribuyen a su nivel de innovación? ¿Qué papel juegan los actores institucionales en la innovación en el cultivo maíz?
- ¿Qué aspectos de la situación productiva del cultivo y vinculación técnica del agricultor en el territorio se deben de considerar en las estrategias de gestión de la innovación en el cultivo de maíz en México?

## 1.3. Hipótesis

**H0:** La dinámica innovadora de los productores de maíz es afectada por factores territoriales como: la situación productiva del cultivo de maíz y los vínculos de aprendizaje técnico del agricultor en el territorio. Un entorno productivo donde la actividad está en crecimiento, al igual que una mayor vinculación técnica de los agricultores en el territorio (principalmente con los actores soporte institucional); favorecerá a una mayor adopción de innovaciones en las unidades de producción.

**H 1:** Los municipios productores de maíz en México presentan diferentes dinámicas de producción e innovación. El nivel y el tipo adopción de tecnologías que adoptan los productores estarán en función del escenario productivo en el que se encuentra el cultivo.

**H 2:** Los vínculos de aprendizaje técnico que mantiene el productor de maíz contribuyen a su nivel de adopción de innovaciones en los territorios. Sin embargo, la vinculación con actores como los de soporte institucional marca una mayor diferencia en la adopción de innovaciones, en comparación con los actores del entorno local.

#### **1.4. Justificación**

El cultivo de maíz, constituyó el caso de estudio para realizar esta investigación debido a las siguientes razones: (i) El maíz es uno de los productos agrícolas con mayor importancia económica y social en México, forma parte de la dieta alimenticia de los mexicanos, es una notable fuente de ingresos para los productores rurales (2.1 millones de unidades de producción siembran el cultivo) y representa parte de la cultura del país; (ii) Según datos de SIAP (2017) ocupa el 35% de la superficie agrícola sembrada total (21,938,183.83 hectáreas) en México y aporta el 19% del total del valor de la producción agrícola del país (\$513,936 millones de pesos); (iii) Se produce en los 32 estados que integran el país, los estados de Sinaloa, Jalisco, Estado México y Michoacán aportan el 50%

de la producción; (iv) México es el séptimo productor de maíz en el mundo (aporta 2.2% de la producción mundial) y tiene la tercera posición como importador del grano (importa 7.2 millones de toneladas), es decir, existe una balanza deficitaria entre la producción y consumo, que requiere la creciente importación de maíz para satisfacer la demanda interna; y (v) el factor principal para estudiar el cultivo de maíz grano en la región fueron los grandes contrastes detectados entre estados y municipios, en rendimientos, superficie y producción obtenida por los productores.

En adición a lo anterior, el maíz en México se ha estudiado desde diferentes perspectivas: social, cultural, política, económica y productiva, incluyendo el análisis de la producción (Rivetti, 2006; Lardizabal, 2012; Ramírez et al., 2014), costos de producción (Ramírez & Loza, 1983), análisis de rentabilidad (Ayala-Garay et al., 2013), comercialización y consumo (Maximiliano-Martínez et al., 2011; Baoua et al., 2016), productividad de los agricultores (Grassini et al., 2009; Damián-Huato et al., 2013), tecnología e innovación (Damián et al., 2007; Moctezuma-López et al., 2010), efectos del TLCAN (González & Ávila, 2014; Moreno, 2014), la evaluación de programas (Martínez, 2010), perspectivas y tendencias de la producción (Hibon et al., 1993; SAGARPA, 2003; SAGARPA, 2007). En estos estudios, las recomendaciones principales se han centrado en la búsqueda de oportunidades de mercado, aplicación de tecnología, capacitación, políticas adecuadas, entre otros. No obstante, señalan la necesidad de diseñar estrategias efectivas para el incremento de la productividad y competitividad en el cultivo. Es decir, se requiere de diseñar estrategias que permitan la difusión y

gestión de la información pertinente entre los agricultores, según las condiciones de cada territorio o escenario en que se encuentran, que ayuden a consolidar la producción de maíz como una actividad económicamente rentable para el agricultor y competitiva para las regiones.

Por esa razón, en este estudio es de interés analizar la relación entre la innovación en el cultivo maíz y algunos factores del territorio, para dinamizar la difusión y adopción de innovaciones en el cultivo. El interés general por impulsar la productividad y competitividad del sector agropecuario se debe a que éste puede ser un pilar importante para el crecimiento económico del país (PND, 2013).

### **1.5. Descripción del contenido de la tesis**

La presente investigación se desarrolla en formato de artículos científicos y está integrada por seis capítulos: dos capítulos de la tesis se desarrollaron en formato de artículo científico. La organización y estructura de la tesis se muestra en la Figura 1 y a continuación se describen brevemente cada uno de ellos:

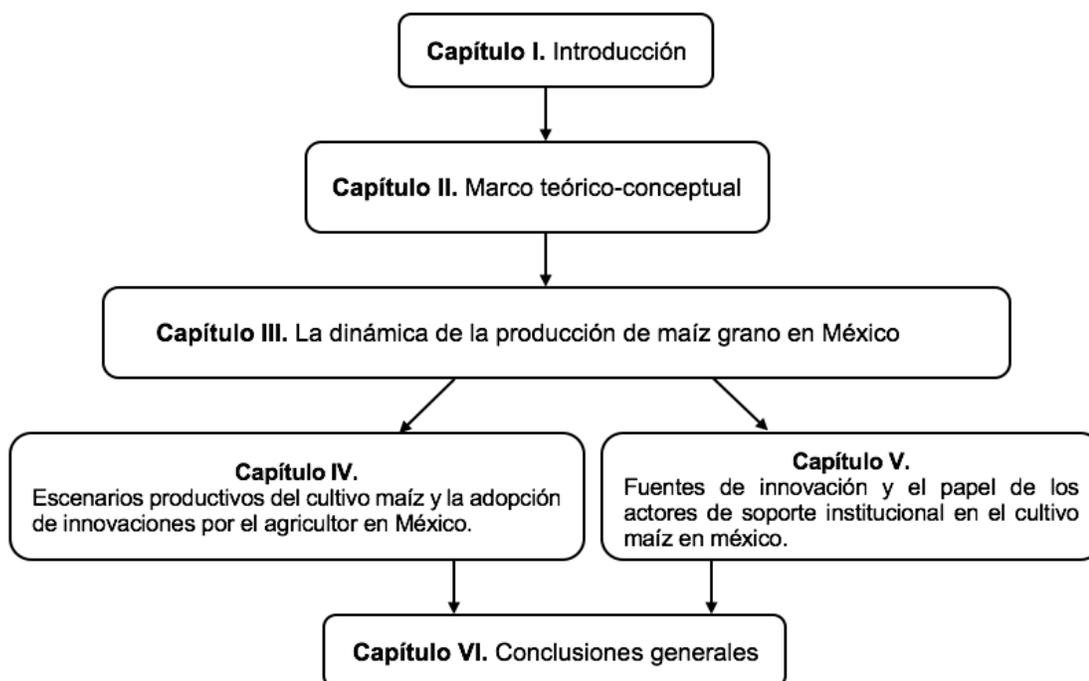


Figura 1. Estructura de la investigación

En el capítulo 1 se precisa el problema de la investigación y se establece la importancia de considerar los factores territoriales para realizar una gestión exitosa de la innovación. En el capítulo 2 se describe los conceptos de innovación y territorio, se hace énfasis en la importancia de los factores del territorio en el proceso innovador. En el capítulo 3 se analizan las tendencias productivas del cultivo maíz en México y factores que explican el crecimiento de la producción en comparación con los principales países productores de maíz.

Los dos capítulos siguientes (cuarto y quinto) se estructuraron en forma de artículo, y cada uno de ellos se relaciona con los objetivos de la investigación. En el capítulo 4 se determina como los diferentes entornos productivos influyen en los procesos de innovación, se hace un análisis de los atributos de los

productores de maíz en México y los tipos de prácticas agrícolas utilizadas bajo distintos escenarios productivos del cultivo. En el capítulo 5 se divide en dos artículos, y ambos describen la importancia de la interacción social en la innovación, se analiza el sistema de fuentes de aprendizaje de las innovaciones utilizadas por los productores de maíz, y en particular, el papel de los actores institucionales.

Por último, en el capítulo 6 se presentan algunas conclusiones respecto a los escenarios productivos del cultivo, y las fuentes de aprendizaje de las innovaciones implementadas por los agricultores, y se proporcionan alternativas para el diseño e implementación de estrategias que fomentan un mayor uso de innovaciones en el cultivo bajo un contexto territorial determinado.

## **II. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL**

En este apartado se discuten principalmente los conceptos de innovación y territorio, puesto que la investigación aborda la adopción de innovaciones en el cultivo maíz en distintos territorios de México. Se inicia exponiendo una concepción amplia de la innovación y los factores que afectan el proceso innovador. Posteriormente, se examina la relación entre territorio y la innovación y, por último, se hace un análisis del territorio y sus enfoques de desarrollo. Así también, algunos factores territoriales que afectan el proceso de innovación en las empresas.

### **2.1. El concepto de innovación y los factores relacionados con el proceso innovador.**

La innovación es fundamental para el crecimiento de las empresas, regiones e incluso países (Hidalgo et al., 2008). Bajo un entorno cada vez más competitivo, innovar genera para las empresas ventajas competitivas que les permiten sobrevivir, consolidarse y crecer (Úbeda & Moslares, 2008). El concepto de innovación en una definición amplia refiere a la introducción de productos (bien o servicio), proceso, método de comercialización u organizativo, ya sea nuevo o significativamente mejorado, a las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o sus relaciones exteriores (OCDE & EUROSTAT, 2005).

La concepción de innovación posee dos características principales: novedad y aplicación, hecho por el cual una invención o idea creativa se convierte en innovación hasta que es introducida al mercado para cubrir una necesidad concreta (Cotec, 2006). En el caso de los productos, introducir una innovación significa que estos sean comercializados y en el caso de los métodos, procesos e innovaciones organizativas, a su desarrollo en las operaciones de la empresa (Morales et al., 2013). El criterio mínimo que se requiere para que un cambio en los productos o en las funciones de una empresa sea considerado como una innovación es que sea “nuevo para la empresa” (OCDE & EUROSTAT, 2005), es decir, la innovación puede o no ser objetivamente nueva, pero es suficiente que lo sea para quien lo adopta (Rogers, 2003).

Las innovaciones según su origen pueden ser: incrementales, aquellas suponen mejoras sucesivas o pequeños cambios en productos, procedimientos y servicios; o radicales, que implican rupturas con las anteriores formas de producción de bienes y servicios (Albuquerque, 2008). Al igual, de acuerdo a su área de aplicación se distinguen cuatro tipos de innovaciones: a) producto, corresponde a un bien o un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o uso al que se destina; b) proceso, refiere a la forma de producción o distribución; c) mercadotecnia, la aplicación de un método de comercialización que implica cambios en el diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, promoción o precio; y d) organización, la introducción de un método organizativo, organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa (OCDE & EUROSTAT, 2005).

La innovación en el sector agropecuario se considera como una estrategia que busca una mayor productividad y competitividad de los agricultores. Las innovaciones que generalmente se utilizan en este ámbito son incrementales, y se relacionan con la introducción de procesos y métodos de organización significativamente mejorados en las unidades de producción. La adopción de una innovación en la unidad de producción implica tomar decisiones en el proceso de producción (Kaliba et al., 1997). En este proceso el agricultor pasa de tener un primer conocimiento de la innovación, a la formación de una actitud hacia ella, a la decisión de aprobarla o rechazarla, a su aplicación, y la confirmación de esta nueva idea (Rogers, 2003).

### **2.1.1. Los factores relacionados con el proceso de innovación**

En el proceso innovador de las empresas intervienen una multitud de funciones, individuos, recursos, unidades y disciplinas, para hacer una gestión exitosa del proceso es necesario identificar los factores de éxito que lo caracterizan (Hidalgo et al., 2008). La Teoría de la Difusión de Innovaciones de Rogers (2003) propone por lo menos cuatro elementos principales: la innovación en sí misma, los canales de comunicación, el tiempo y el sistema social. Las características de la innovación como su ventaja relativa, compatibilidad, complejidad, experimentación y observabilidad; los canales de comunicación son los medios por los cuales los mensajes llegan de un individuo a otro; el tiempo relativo en el que se adopta la innovación y el sistema social, el grupo de unidades interrelacionadas que están comprometidas en la solución de problemas para lograr metas comunes.

Otros autores como Frambach & Schillewaert (2002); Wejnert (2002); Robertson et al., (2008); Zhang et al., (2010) señalan entre los factores relacionados con la innovación incluyen: a) las *características del emprendedor*: socioeconómicas y personales; b) *facilitadores del cambio* y apoyo para la gestión; c) interacción social entre los actores; y d) *el contexto territorial o entorno* en que la organización desarrolla su actividad.

En ese sentido, el proceso de innovación no solo depende de aspectos internos de las empresas, sino también de aspectos externos relacionados con el entorno en que se desenvuelven (Restrepo, 2010). Sin embargo, las visiones económicas neoschumpeterianas centraron solo la atención —desde sus inicios en los años setenta— en la empresa innovadora, tanto porque ese era su objeto de atención específico, porque consideraban que la innovación (en procesos, productos o gestión) debía interpretarse a partir de factores internos a la propia empresa y relacionados con su organización (Méndez, 2006).

De esta manera, el proceso de innovación en las empresas normalmente se ha abordado bajo una perspectiva interna (Batz et al., 1999; Talukder, 2012). Sin embargo, en esta perspectiva, el territorio se considera como un sujeto pasivo donde se produce cierta tasa de innovación, pero se desconocen otros factores adicionales que impulsan la innovación, como los factores relacionados con el territorio (Nieto & González, 2011).

## **2.2. El desarrollo de la innovación en los territorios**

El territorio donde la empresa desarrolla su actividad innovadora se concibe como un espacio geográfico, cuya cohesión deriva de un tejido social específico, con

una base de recursos naturales particular, de unas instituciones y formas de organización propias, y de determinadas formas de producción, intercambio y distribución del ingreso (IICA, 2003). Este juega un papel estratégico en el proceso de creación y difusión de las innovaciones y del conocimiento entre las empresas (Vázquez, 2007). El territorio es un factor capaz de desencadenar ventajas competitivas dinámicas, las cuales se generan a través del uso y explotación de los recursos materiales e inmateriales presentes en cada uno de ellos (Diez, 2008).

Algunos estudios, afirman que la relación entre territorio e innovación se deriva del hecho de que hay espacios que generan procesos que facilitan el aprendizaje tecnológico (Tkachuk, 2004; Méndez, 2006; Cristo, 2011). Específicamente, Chaparro (2003) al analizar la relación innovación y territorio, menciona que un medio innovador es el lugar donde se gesta la innovación, produce o influencia cambios que van desde el mercado ofrece las condiciones necesarias o adecuadas para que se desarrolle o sostenga; y requiere de ciertas características que incluyen la cooperación entre actores, infraestructuras, capital humano y económico, entre otros. De esta manera, el territorio junto a la innovación, se convierte así en un importante recurso y en elemento activo que contribuye a la generación de ventajas, comparativas y competitivas para las regiones y los países (Vega & Rojo, 2010).

La idea de relacionar innovación y territorio no es nueva, diferentes teóricos ya situaban a la innovación y sus relaciones con el territorio como centro de atención. Según (Méndez, 2002) desde el año 1985, las teorías de distrito industrial, los sistemas productivos locales, las propuestas sobre el desarrollo

local, ya apuntaban en esa dirección. En el mismo sentido, en el año 1995, otras teorías como la de las ventajas competitivas de naciones y regiones o la del medio innovador y las redes de innovación centraron también su atención en esos objetivos (Figura 2).

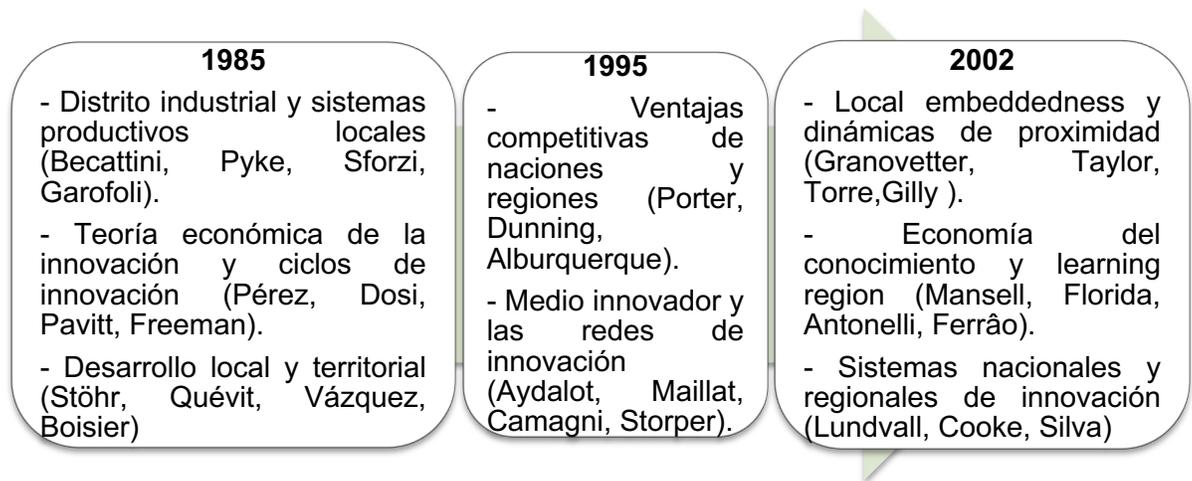


Figura 2. Innovación y territorio: principales teorías.

Fuente: Elaborado con datos de (Méndez, 2002).

En años recientes, la aparición de nuevos referentes de carácter teórico entre innovación y territorio avanzó por delante de la aparición de estudios empíricos, los cuales son insuficientes y realizados con metodologías que hacen difícil su contrastación. Los enfoques institucionalistas asociados a la idea del local embeddedness y dinámicas de proximidad, junto a la propuesta de la economía del conocimiento, trasladan la innovación al plano territorial. Finalmente, los estudios sobre sistemas regionales de innovación proponen una visión integrada de los procesos innovadores, en los cuales participan actores diversos en cada territorio (Méndez, 2002).

De hecho, en las últimas cuatro décadas, la consideración del territorio se ha ido imponiendo progresivamente dentro de la planeación económica. Igualmente, en la recuperación de regiones en declive industrial, los problemas urbanos y medioambientales, entre otros, han exigido cada vez más atención por parte de las autoridades, de los académicos y de la sociedad en general, dando lugar a múltiples experiencias de política regional para la ordenación del territorio, la protección del medioambiente y desarrollo de la innovación (Arias & Fortich, 2010).

### **2.3. El territorio y sus enfoques de desarrollo**

En los años recientes, se ha incrementado el interés por la dimensión espacial de los fenómenos económicos y sociales. Este interés surge sobre todo por tratar de explicar el desarrollo (social y económico) positivo de algunas regiones rurales y el declive de otras, a través de la comprensión de su configuración espacial (Schneider & Peyré, 2006). De esta manera, ésta variable pasó a destacarse como fundamental para comprender el dinamismo de determinadas regiones.

El enfoque territorial busca innovar en la forma tradicional de enfrentar el desarrollo rural y es de interés para iniciar procesos de gestión de conocimiento, sistematización e intercambio de experiencias (Echeverri & Sotomayor, 2010). El enfoque considera que el desarrollo territorial es multidimensional como multisectorial (Filippo, 2008). A partir del mismo se busca integrar las dimensiones territoriales: económico-productiva, socio-cultural, ambiental y político-institucional, y proveer una mirada integral del territorio (Figura 3).

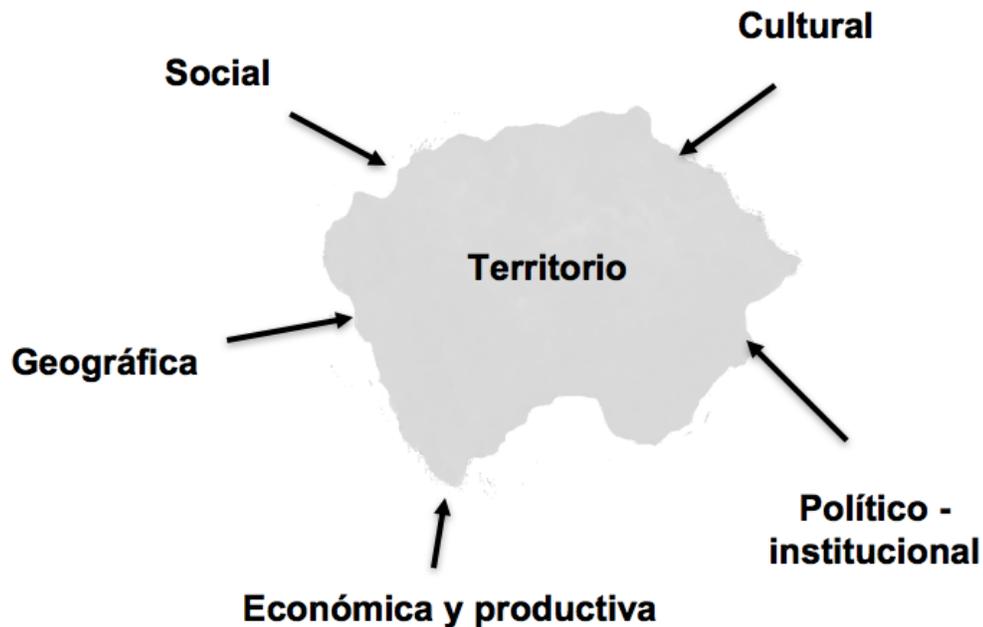


Figura 3. Las dimensiones del territorio

Fuente: Elaborada con información de (Méndez, 2002; Filippo, 2008).

Una perspectiva territorial otorgará mayor efectividad a las políticas de innovación al ser situadas en su espacio de implementación y ejecución. Además, la innovación se convierte cada vez más en un proceso complejo, que precisa de un sólido contexto social, geográfico, cultural, político-institucional y productivo para generar dinámicas de crecimiento económico (Méndez, 2006). En la medida que se den estos contextos favorables, mayores serán las posibilidades de generar procesos de innovación.

De manera específica, en años recientes dos factores que corresponden a la dimensión social y productiva del territorio han cobrado relevancia: la interacción social y el entorno productivo del territorio de la actividad innovadora de la empresa, la vinculación de las empresas con otros agentes coadyuva a catalizar

el proceso de innovación, al igual que un entorno productivo favorable para la actividad económica. El aspecto social, ha sido el factor territorial mayormente analizado en la innovación; y se ha proporcionado una amplia evidencia teórica y empírica, desde la Teoría de la Difusión de Innovaciones propuesta por Rogers (2003), que propone a la interacción social entre los actores del territorio como un elemento importante en el proceso de innovación, hasta otros estudios que lo relacionan con la difusión y adopción de innovaciones ( Wejnert, 2002; Frambach & Schillewaert, 2002; González & Gálvez, 2008; Robertson et al., 2008; Arteaga & Lasio, 2009). En el caso del segundo factor, éste ha sido explorado en menor medida, pero también lo relacionan con la adopción de tecnologías (Hernández, 2007).

#### **2.4. La dimensión social del territorio como factor de innovación**

El territorio es el punto de encuentro de los actores del desarrollo, el lugar donde se organizan formas de cooperación entre empresas (Schneider & Peyré, 2006). Este representa una agrupación de relaciones sociales, de mercado y las formas de regulación social, que determinan la organización de la producción, habilidad en los procesos innovadores y pautas de cambio técnico que conducen a una diversificación de la producción (Tkachuk, 2004).

Desde el aspecto social, el territorio se puede concebir como el espacio en el que se define y reproduce una red, o un conjunto de ellas, constituida por nodos o actores –instituciones, empresas, organizaciones- entre los que se registran flujos de información y existen variadas posiciones ocupadas por diferentes actores empresariales o no empresariales (Semitiel & Noguera, 2004). En este

sentido, el territorio es resultado de estrategias de organización de los actores y de los fenómenos de aprendizaje colectivo, lo cual genera un determinado espíritu empresarial, trabajo especializado, cultura industrial, conocimientos, saber-hacer, formando una red de interrelaciones influyentes en la producción, y articulando las relaciones entre economía y sociedad (Tkachuk, 2004).

Un hecho que pone de manifiesto la importancia de las relaciones que pueda mantener una empresa con otras empresas y con el resto de agentes, es la cooperación para la innovación que permite compartir costes y conocimiento, lo que resulta útil en entornos complejos y cambiantes (Coque et al., 2014).

Las redes que conforman un territorio, en el cual se propone la innovación como un elemento necesario para el desarrollo endógeno, deben observar una alta densidad y conectividad inter-territorio, transfiriendo conocimiento entre los vínculos de la red, lo que permitirá la conversión de conocimiento tácito en explícito y la socialización del mismo a través de la red territorial (Vega & Rojo, 2010). Esta circulación de conocimiento e información entre las firmas locales presenta su mayor importancia en cuanto al conocimiento no codificable y no fácilmente transferible que se da a nivel de territorio (Tkachuk, 2004).

El desarrollo económico tomará lugar en aquellos territorios donde los actores públicos y privados priorizan acciones colectivas sobre las individuales, promoviendo redes horizontales entre agentes que favorezcan la interrelación de activos y destrezas, facilitando la circulación de la información y reduciendo la incertidumbre y los costos de transacción (Diez, 2008). En particular, en el sector agrícola se ha encontrado evidencia que la interacción de las empresas con otros

agentes coadyuva a catalizar el proceso innovador (Zarazúa et al., 2007; Díaz-José et al., 2013; Reyes, 2013) .

La empresa agrícola para allegarse información del comportamiento de su sector y de las novedades que se ofrecen en beneficio de su productividad, utiliza diferentes fuentes de información que van desde el uso de internet hasta la difusión de tecnología a través de los extensionistas del gobierno o empresas privadas que promueven el uso de sistemas de información en el medio rural (Herrera, 2006). Las actividades las decisiones de producción, la innovación y de consumo de las empresas no son actos individuales e independientes de las decisiones que otros agentes toman, los agentes económicos son actores sociales que toman sus decisiones condicionados por la 'red' en la que se encuentran inmersos (Semitiel & Noguera, 2004).

En este sentido, el profesional de la intervención junto a los distintos actores e instancias implicadas tienen que adoptar un enfoque estratégico en su relación con las redes sociales, considerar que las redes con las que interactúa el sujeto no se encuentran suspendidas en el vacío social sino que se encuentran ubicadas en un territorio donde operan distintas redes sobre las que se puede intervenir (Martí, 2006).

#### **2.4.1. Teoría de Redes sociales (ARS) en el estudio de la innovación**

La teoría de redes sociales surge como una herramienta innovadora para el análisis relacional, la cual centra su análisis en las relaciones de las unidades que actúan en la teoría, modelos, métodos y aplicaciones (Henaó, 2012). Este

tipo de análisis de las redes se realizan con el objetivo de incidir sobre la estructura de la red o apuntar posibles pautas de mejora del sistema social (Machín, 2010; Martí, 2006).

La perspectiva de redes, surgió en el ámbito de la antropología y de la psicología social con Moreno en 1934 y Barnes en 1954, y ha encontrado aplicaciones en diversos campos como la sociología, la política, la medicina y, recientemente en la economía (Semitiel & Noguera, 2004). El estudio de redes sociales cuenta con dos enfoques principales: la egocéntrica (individuo) y sociocéntrica (grupo) (Elorie, 2009). Tanto el análisis de redes sociales (sociocéntrica) como de redes personales (egocéntrica) puede ser útil en el diseño y evaluación de programas, y permiten generar pautas de intervención que rompen con una concepción orientada solo al individuo (Martí, 2006).

Las redes sociales pueden definirse como un conjunto delimitado de actores (individuos, grupos, organizaciones, etc.) vinculados unos a otros a través de una relación o un conjunto de relaciones sociales (Lozares, 1996). La unidad de análisis no solo es el individuo sino el conjunto formado por los individuos y los lazos entre ellos (Henaó, 2012). En la red, los actores de forma agrupada o individual se relacionan con otros con un fin específico, y se caracteriza por la existencia de flujos de información (Becerra, 2008).

Una red se compone de dos elementos básicos: los actores y las relaciones que los vinculan; los primeros se representan en la red por nodos y los segundos por líneas (Sanz, 2003). Los actores sociales son entidades sociales y pueden ser individuos, empresas o unidades sociales colectivas, y el uso del término actor no necesariamente implica que esas entidades tienen la capacidad de actuar

(Wasserman & Faust, 1994). Por otro lado, los lazos relacionales son los vínculos entre pares de actores y son de diversos tipos como personales, amistad, respeto, consejo, etc. (Lozares, 1996).

El propósito del Análisis de Redes Sociales (ARS) es analizar las formas en que individuos u organizaciones se conectan o están vinculados, con el objetivo de determinar la estructura general de la red, sus grupos y la posición de los individuos u organizaciones singulares en la misma, de modo que se profundice en las estructuras sociales que subyacen a los flujos de conocimiento o información, a los intercambios o al poder (Sanz, 2003). Este análisis implica la aceptación de un enfoque metodológico basado en el estudio de las relaciones mantenidas entre los actores, las relaciones entre los agentes (empresas, instituciones, individuos) y constituyen la base de los intercambios, mercantiles o información, conocimiento (Semitiel & Noguera, 2004).

En el enfoque interactivo, la introducción de innovaciones es un proceso complejo con múltiples retroalimentaciones, que requiere adecuadas vinculaciones entre los actores productivos y los poseedores de conocimiento en los distintos territorios (Albuquerque, 2008). En el ámbito rural la participación de empresas, el gobierno, y recientemente las asociaciones civiles, instituciones de asistencia privada y organizaciones no gubernamentales para el desarrollo rural, ha cambiado el panorama de los procesos de innovación. La intervención de una diversidad de actores sociales puede integrar un cúmulo de conocimientos y de bienes materiales que ayudarán a mejorar la producción, en cuanto a calidad y cantidad, de los productos agroalimentarios (Herrera, 2006).

### III. LA DINÁMICA DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ GRANO EN MÉXICO

#### 3.1. Antecedentes

De acuerdo con datos de FAOSTAT (2017) la producción mundial de maíz grano para el año 2015 ascendió a 1,010.61 millones de toneladas, de las cuales, el 51.6% se produjeron en el continente Americano, el 30.8 % en Asia, el 10.3% en Europa, el 7.2% África y 0.1% en Oceanía. El maíz grano se produce en 212 países, los principales productores son: Estados Unidos (34.2%), China (22.2%), Brasil (8.4%) y Argentina (3.3%). México ocupa el sexto lugar como productor de maíz grano con una participación del 2.3% y con una producción de 23.3 millones de toneladas en una superficie de 7.1 millones hectáreas, una tercera parte de su superficie sembrada total en el país (SIACON, 2017).

Al igual, México figura entre los principales países importadores de maíz con una participación del 7.4%, ocupa el tercer lugar después de Japón (11.7%) y China (7.5%), en su conjunto representan el 22.7% de las importaciones mundiales. Así también, exportación del grano se concentra en pocos países: Estados Unidos de América (24.7%), Brasil (15.5%), Argentina (14.0%) y Ucrania (12.3%), los cuales aportan el 66.5% de las 127.5 millones de toneladas exportadas.

La producción mundial de maíz grano durante los últimos diecisiete años (2000-2015) ha registrado una Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) del 3.6%, impulsada tanto por el crecimiento de la superficie cosechada como por los rendimientos, con una TCMA del 1.7% y 1.9%, respectivamente. A diferencia, en México el crecimiento de la producción ha sido poco dinámico con una TCMA del

2.2%, que en comparación con la mundial es dos veces menor debido a que se ha tenido una reducción de la superficie cosechada -0.1% y un aumento de los rendimientos obtenidos del 2.1% (SIACON, 2017). Aunque la producción nacional ha presentado un crecimiento sostenido, éste no ha sido suficiente para satisfacer la demanda interna del país, por lo que ha sido necesario importar maíz de otros países.

El consumo nacional aparente entre los años 2000–2013 se ubicó en promedio alrededor de 26.3 millones de toneladas, de las cuales las importaciones representaron el 25.2%. La cantidad importada presenta un crecimiento mayor con una TMCA del 2.3%, que la cantidad producida, lo que pone en riesgo la soberanía alimentaria del país (Figura 4).

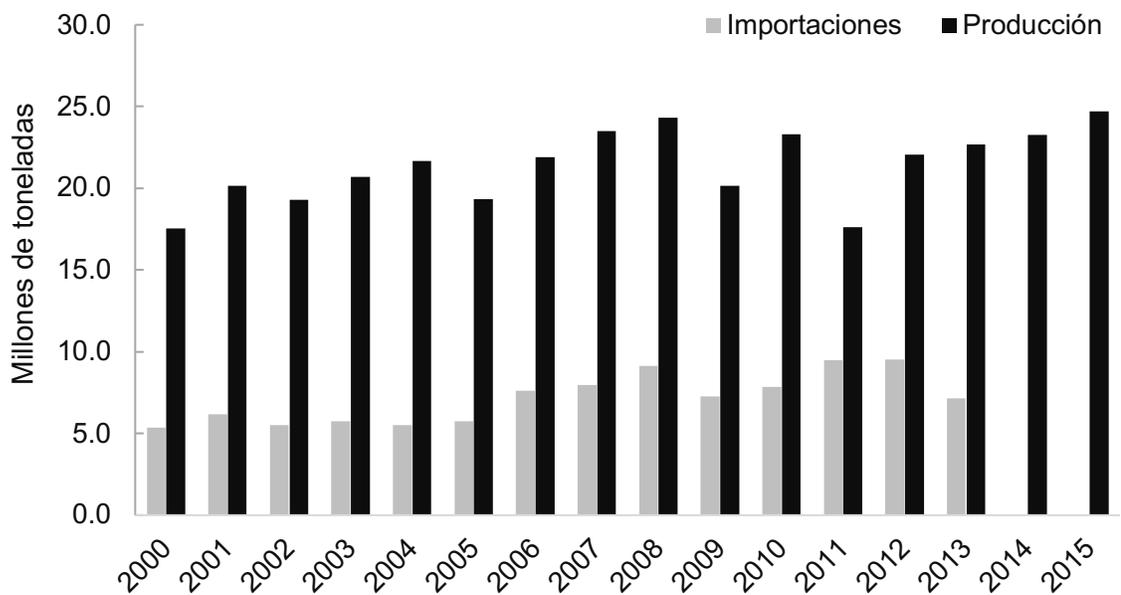


Figura 4. Evolución de la producción de maíz y la cantidad importada en México.

Fuente: Elaborada con datos de SIAP (2017).

En México no se cuenta con información suficiente sobre la dinámica productiva del cultivo en los últimos años, características principales de la producción y las propuestas para reactivar la actividad en el largo y mediano plazo son limitadas. Por ello, el objetivo del presente estudio en primera instancia fue analizar las tendencias productivas del país y factores que explican el crecimiento de la producción en comparación con los principales países productores.

### **3.2. Análisis de la información**

Para el análisis de las tendencias productivas de México con respecto a las principales naciones productoras en los últimos años se aplicó el Modelo de Descomposición de la Producción (Zarazúa-Escobar et al., 2011; Díaz-José et al., 2013). Se utilizaron datos de producción, superficie y rendimientos de maíz grano en el periodo de 2000-2015 obtenidas del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), para encontrar los factores que explican (superficie, rendimiento y/o interacción entre ambos) el incremento o decremento y los porcentajes de cambio de la producción de maíz.

El cambio en la producción se podría explicar por un aumento de la superficie cosechada, un aumento en los rendimientos o una interacción entre ambos efectos. El análisis de las dinámicas productivas se hizo en los últimos quince años (2000-2015) y se utilizó la siguiente igualdad:

$$P_t = A_0 * Y_0 + Y_0 (A_t - A_0) + A_0 (Y_t - Y_0) + (A_t - A_0) (Y_t - Y_0)$$

Donde:

$P_t$  = Incremento de la producción para el período de análisis.

$A_0 * Y_0$  = Producción en el periodo base.

$Y_0 (A_t - A_0)$  = Cuantifica la contribución por superficie.

$A_0 (Y_t - Y_0)$  = Cuantifica la contribución por rendimiento.

$(A_t - A_0) (Y_t - Y_0)$  = Cuantifica el efecto combinado de superficie y rendimiento.

$A$  = Superficie promedio cosechada al inicio del periodo analizado (2000), en hectáreas.

$A_t$  = Superficie promedio cosechada al final del periodo analizado (2015), en hectáreas.

$Y_0$  = Rendimiento promedio al inicio del periodo analizado (2000), en toneladas por hectárea.

$Y_t$  = Rendimiento promedio al final del periodo analizado (2015), en toneladas por hectárea.

El crecimiento de la producción nacional será intensivo si se relaciona con el incremento en los rendimientos, lo que puede denotar un mayor nivel tecnológico e intensificación de prácticas de cultivo, y será extensivo si se debe a un incremento de la superficie cosechada.

### **3.3. Resultados y discusión**

El incremento en la producción de maíz obtenido para México durante el periodo 2000-2015 fue positivo, con un valor de 19.3%. Sin embargo, existe una disminución en la superficie cosechada, que por el incremento en los

rendimientos no se ha reflejado en el comportamiento de la producción. Esta tendencia es diferente respecto al crecimiento de Estados Unidos y China, los principales productores de maíz muestran un crecimiento de tipo extensivo, mientras que Brasil presenta un crecimiento de tipo intensivo. En México al igual que Brasil en un contexto Latinoamericano, muestran incrementos productivos que se atribuyen en mayor proporción al aumento en los rendimientos obtenidos (Cuadro 1). Es decir, un crecimiento de la producción intensivo, relacionado con el aumento de los rendimientos, lo que podría apuntar a un mayor desarrollo tecnológico e intensificación del cultivo del maíz grano en estos países en los últimos años.

Cuadro 1. Crecimiento extensivo e intensivo de la producción de maíz durante el periodo 2000-2015.

Estado	Incremento (Pt)	Superficie Cosechada Yo*(At-Ao)	Rendimiento Ao*(Yt-Yo)	Interacción (At-Ao)(Yt-Yo)
Estados Unidos de América	36.8	22.5	11.9	2.7
China	87.9	50.5	24.9	12.6
Brasil	110.7	25.8	67.5	17.4
México	19.3	-4.5	24.9	-1.1
Mundial	61.5	33.2	21.1	7.0

Fuente: Elaborada con información obtenida de (FAOSTAT, 2017).

El crecimiento en la producción de maíz en México se debe a las mejoras en los rendimientos, ya que no se observa un aumento en las áreas cultivadas con maíz, e incluso han disminuido (Venegas, 2010). Desde la revolución verde los aumentos de la productividad de los agricultores se asociaban al uso de variedades mejoradas, mayor utilización de insumos como fertilizantes y plaguicidas, sistemas de riego y de drenaje (FAO, 2000). La reducción de la superficie sembrada con maíz posiblemente muestre la tendencia generalizada del sector agrícola en México, un estudio menciona que a pesar de que la producción de granos básicos no disminuyó entre los años 1980-1982 y 2007-2009, la superficie sembrada tiende a reducirse. Al igual que en el caso del maíz, el crecimiento de la producción se explica por el incremento de los rendimientos, a diferencia de otros productos como los forrajes, frutales y hortalizas, los cuales crecieron tanto en superficie como en producción (Cruz et al., 2012).

En el sentido anterior, las acciones encaminadas a mejorar la producción de maíz en México deben de considerar la participación del gobierno, organismos no gubernamentales, instituciones de investigación y productores, con el propósito de lograr diseñar e implementar una estrategia integral y apostar a la introducción de tecnologías e innovaciones, asegurando con ello una mayor cantidad de ingresos a los productores y logrando que las buenas prácticas agrícolas sean sostenibles.

### **3.4. Conclusiones**

La producción de maíz en México presentó una tendencia de crecimiento positiva, debido al aumento de los rendimientos obtenidos en el cultivo; sin embargo, presenta una reducción de la superficie cosechada en los últimos quince años. Esta tendencia es diferente respecto al crecimiento de Estados Unidos y China, los principales países productores de maíz, que muestran un crecimiento de tipo extensivo relacionado con el crecimiento de la superficie cosechada.

Debido a la baja rentabilidad del cultivo y con el fin de asegurar el ingreso familiar, muchas unidades de producción están cambiando su actividad principal hacia la producción de otros cultivos y producción de ganado. En el sentido anterior, se prevé que la forma más viable de satisfacer la demanda nacional en años futuros seguirá siendo aumentar los rendimientos en la producción de maíz, a través del desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías e innovación, principalmente en la superficie de temporal. Sin embargo, para la difusión y adopción de tecnologías entre los agricultores, se requiere de la participación conjunta de los investigadores, el gobierno, organizaciones no gubernamentales y los productores en cada territorio.

## **IV. ESCENARIOS PRODUCTIVOS DEL CULTIVO MAÍZ Y LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES POR EL AGRICULTOR EN MÉXICO**

### **4.1. Resumen**

La innovación es asociada a diversos factores internos y externos que afectan su adopción o no en las empresas. El objetivo de este trabajo fue analizar la dinámica de innovación y los factores asociados a la conducta innovadora de los productores de maíz en México, bajo diferentes escenarios productivos regionales durante el periodo 2003-2012. Para ello, se realizó una encuesta a 1,002 productores de doce estados del país, beneficiarios de un programa de extensión agrícola; y se analizaron bases de datos de producción, superficie y rendimientos de maíz grano obtenidas del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Se identificaron cuatro escenarios productivos de los productores de maíz: I) se está incrementando el rendimiento y la superficie sembrada con maíz; II) disminuyen la superficie, pero aumentan sus rendimientos; III) aumentan en superficie, pero disminuyen en rendimiento; y IV) disminuyen en ambos, superficie y rendimientos. El Índice de Adopción de la Innovación (IAI) en los escenarios estuvo entre 23.4% y 27.7%, con las mayores tasas de adopción de prácticas relacionadas con sanidad, así como el manejo del cultivo y la nutrición. Se concluye que un sistema productivo se enmarca en un contexto determinado por factores internos y externos al agricultor, por lo que aplicar un único paquete tecnológico para todos los agricultores, sólo será posible

cuando existen condiciones contextuales comparables. Esto se debe considerar en las estrategias de gestión de innovación para promover la adopción de nuevas prácticas orientadas a incrementar la productividad en la actividad agrícola.

**Palabras clave:** gestión de la innovación, maíz, escenario productivo.

## **4.2. Introducción**

En México la dependencia hacia el cultivo de maíz grano como base económica y alimentaria es significativa; sin embargo, existe una balanza deficitaria entre la producción y consumo de este grano, lo cual requiere importar de maíz para satisfacer la demanda interna. Según estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), tan solo en el año 2012 la producción de maíz grano alcanzó más de 22 millones de toneladas, las cuales, en su mayoría, provienen de cultivos temporal y variedades de maíz blanco. Sin embargo, en ese mismo año se importaron cerca de 9.5 millones de toneladas de maíz grano, representando alrededor del 30% del consumo nacional aparente (SIAP, 2014). A pesar del desarrollo de políticas y la implementación de programas por el gobierno federal enfocados al desarrollo del sector agropecuario, especialmente en apoyo al aumento de la producción de maíz a nivel nacional, no se ha tenido el impacto deseado (Cano, 2014; Martínez, 2010). Tan solo entre los años 2003-2012, el crecimiento anual de la producción interna fue del 0.7%, que en comparación con el crecimiento de la producción mundial (3.4%) fue cinco veces menor, el cual fue impulsado por el incremento de la superficie sembrada y los rendimientos, con el 2.4% y 1.0%, respectivamente (FAOSTAT, 2014). A diferencia, en México los rendimientos han mantenido un incremento constante

con una tasa del 1.6% anual, mientras que la superficie sembrada ha ido en declive con un decremento del -0.9% (SIAP, 2014). No obstante, esta situación no es generalizada en todo el territorio nacional, existen áreas que presentan un crecimiento de superficie sembrada con el cultivo y rendimientos y otras donde la producción de maíz está en declive por el decrecimiento de ambas variables o una de ellas.

Ante las circunstancias anteriores, los agricultores de distintos territorios implementan diferentes prácticas o innovaciones como respuestas al escenario productivo al que se enfrentan. Para gestionar de manera exitosa una innovación entre los agricultores se requiere identificar los factores que se relacionan con su adopción o no adopción, entre los que se incluyen: las características de los individuos, apoyo institucional, el contexto ambiental, influencias sociales, entre otros (Frambach & Schillewaert, 2002; Robertson et al., 2008; Rogers, 2003; Wejnert, 2002). Normalmente, por un lado se analizan los factores internos relacionados a las empresas, de los cuales se ha proporcionado una amplia evidencia empírica (Batz et al., 1999; Talukder, 2012); y por el otro, los factores del entorno, de los cuales la literatura es relativamente limitada, sin embargo, el territorio en el que la empresa desarrolla su actividad, también juega un papel estratégico en el proceso de innovación (Vázquez, 2007). Para el diseño de estrategias efectivas de innovación se debe considerar tanto los factores de la empresa como del territorio para el incremento sostenible de la productividad y competitividad de los agricultores.

En el cultivo maíz, diversos estudios han abordado el uso de tecnologías e innovación (Damián-Huato et al., 2013; Damián et al., 2007; Moctezuma-López

et al., 2010; Osorio-García et al., 2012; Salvagiotti, 2009), desde una perspectiva de la empresa sin considerar los elementos externos que podrían limitar la innovación. Sin embargo, es relevante identificar la situación del cultivo en cada territorio, junto con los factores que asociados a la innovación para gestionar información pertinente entre los agricultores y consolidar la producción agrícola como una actividad económicamente rentable y competitiva para las regiones. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue analizar la dinámica de innovación y los factores asociados a la conducta innovadora de los productores de maíz en México, bajo diferentes escenarios productivos regionales durante el periodo 2003-2012.

### **4.3. Metodología**

#### **4.3.1. Área y universo de estudio**

El estudio se llevó a cabo en doce estados productores de maíz de la República Mexicana: Chiapas, Colima, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Tlaxcala (Figura 5). En el año 2012, asesores técnicos del Programa de Incentivos para Productores de Maíz y Frijol (PIMAF) aplicaron una encuesta estructurada, en 100 municipios a 1,002 productores de maíz (89.3% temporal, 8.5% riego y 2.2% mixto), la distribución de las encuestas aplicadas fue influida por el número de técnicos que se encontraban en cada estado y los municipios atendidos por el programa. El mayor número de encuestas se realizó en los estados de Chiapas con el 17.2 % de los productores encuestados en 16 municipios y Guerrero con el 14.8% en 13 municipios.



Figura 5. Localización del área de estudio en México y productores encuestados por estado.

Fuente: Información obtenida de las encuestas a productores de maíz PIMAF 2012.

#### 4.3.2. Fuentes de información e indicadores utilizados

Para identificar el escenario productivo y factores asociados a la adopción de innovaciones por los agricultores, se utilizó información de dos fuentes: bases de datos de producción, superficie y rendimiento de maíz grano (bajo riego y temporal) de los años 2003 y 2012 obtenidas del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP); y una encuesta aplicada a los productores. De la primera fuente, se extrajeron datos productivos (producción, rendimiento y superficie) de cada municipio para los años 2003 y 2012. Con esta información se calculó la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de los rendimientos y de

la superficie sembrada con el cultivo maíz, para identificar los diferentes escenarios productivos en los cuales se encuentran los productores encuestados. Debido a que es un cultivo que fácilmente se podría rotar por otra actividad se analiza un periodo de diez años. Para el cálculo de la TMCA se utilizó la siguiente fórmula:

$$TMCA = [(V_f / V_i)^{(1/n)}] - 1$$

Donde:

TMCA = Tasa Media de Crecimiento Anual

V<sub>f</sub> = Valor de la superficie o rendimiento del año 2012

V<sub>i</sub> = Valor de la superficie o rendimiento del año 2003

n = Número de años

Para la caracterización del productor, su nivel de tecnológico y los vínculos que mantenía con otros actores relacionados a la innovación, en cada escenario productivo, se colectó información mediante una encuesta en los meses de junio a noviembre de 2012. La encuesta aplicada contenía datos del agricultor y unidad de producción, como nombre, edad y escolaridad, y respecto al predio, superficie, rendimientos, entre otros.

La encuesta también incluyó un listado de 29 buenas prácticas que podrían ser implementadas en la producción de maíz, su inclusión se realizó para indagar si eran realizadas o no en el cultivo y de que personas u organizaciones habían sido aprendidas, lo cual fue útil para identificar la vinculación con el productor con otros actores, ya sea a nivel local o actores externos. Las innovaciones fueron clasificadas en siete categorías: manejo del cultivo, maquinaria y equipo,

nutrición, sanidad, financiamiento, organización y administración y tecnología poscosecha, las cuales se describen a continuación (Cuadro 2):

Cuadro 2. Catálogo de innovaciones en el cultivo maíz por categoría.

Categoría	Innovación / buena práctica
Manejo del cultivo	Labranza mínima, uso cobertura de cultivos anteriores, uso de cultivos de cobertura, asociación de cultivos, uso de semilla mejorada, uso de semilleros nacionales y rotación de cultivos.
Sanidad	Control de malezas, control de plagas y control de enfermedades.
Nutrición	Uso de abonos orgánicos, análisis de suelo, fertilización balanceada (n,p,k), fertilización fraccionada, uso de biofertilizantes, uso de micronutrientes y uso de mejoradores del suelo.
Maquinaria y Equipo	Camas permanentes, uso de maquinaria especializada, uso de riego tecnificado, nivelación de suelos, uso de sensores infrarrojos.
Tecnologías poscosecha	Uso de silos y/o bolsas herméticas.
Financiamiento	Ventas por contrato, uso de seguro agrícola y uso de crédito.

---

Organización y administración	Compras y/o ventas en común, consolidación organizativa y registro técnico-productivos y administrativos.
-------------------------------	---

---

Fuente: Elaboración propia

Con la información anterior, se elaboró un Índice de Adopción de Innovaciones (IAI), el cual se construyó para cada productor y escenario productivo, para su estimación se utilizó la siguiente fórmula:

$$IAI = [\sum IA/n]*100$$

Donde:

IAI = Índice de Adopción de Innovaciones.

IA= Número de Innovaciones Adoptadas por el agricultor en la unidad de producción.

n = Número total de innovaciones que debería implementar en el cultivo.

El índice se encuentra entre 0 y 100 unidades; el 0 correspondió a los productores que no implementan ninguna innovación de las categorías del catálogo y el 100 a quienes aplicaban el total de las innovaciones para la producción de maíz.

#### **4.3.3. Análisis de la información**

Para medir diferencias estadísticas entre el incremento o decremento promedio de la superficie sembrada con maíz, rendimientos obtenidos y la producción en los 100 municipios, entre los años 2003 y 2012, se utilizó la prueba de “t” en

muestras relacionadas. Posteriormente, los municipios se clasificaron en cuadrantes o escenarios productivos según el incremento o disminución de la TMCA de los rendimientos y de la superficie sembrada, durante los últimos diez años. La división de cuadrantes se realizó utilizando la mediana de la superficie en el eje de las “x” y la mediana de los rendimientos en el eje de las “y”, de esta forma se establecieron cuatro posibles escenarios productivos: I) Crecen en superficie y rendimientos, II) Aumenta rendimientos y disminuye superficie, III) Aumenta superficie y disminuye rendimientos y IV) Decrecen en superficie y rendimientos.

Para el análisis estadístico de la información, se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis Software (SAS) v.15. A través de una comparación de medias (análisis ANOVA) se observaron las diferencias o similitudes en las características del productor y las innovaciones adoptadas por los productores en los distintos escenarios productivos. Finalmente, las variables asociadas a la adopción de innovaciones por el productor de maíz en cada escenario se analizaron mediante la correlación de Pearson.

#### **4.4 Resultados y discusión**

##### ***4.4.1. Identificación de los escenarios productivos del cultivo maíz en México***

El maíz es el cultivo de mayor importancia en la actividad agrícola de México, tanto por la superficie sembrada como por el volumen de producción que se obtiene y está presente en todos los estados (González & Ávila, 2014). Sin embargo, en los últimos años en el país se ha dado una reducción de la superficie

sembrada con el cultivo, por ejemplo, en los municipios estudiados, la diferencia en las medias de la superficie sembrada con maíz entre los años 2003 y 2012, mostró un valor negativo y fue estadísticamente significativo ( $p \leq 0.05$ ). Por otro lado, el cambio en los rendimientos fue positivo con 0.3 t/ha, lo que podría significar un mayor desarrollo tecnológico de los productores. En ese sentido, la reducción de la superficie sembrada de cierta manera se ha compensado con el incremento en los rendimientos, por lo que el volumen de producción no presentó una reducción (-2,670.2) estadísticamente significativa entre los años de análisis (Cuadro 3).

Cuadro 3. Cambios en las variables productivas de los municipios en los años 2003 y 2012.

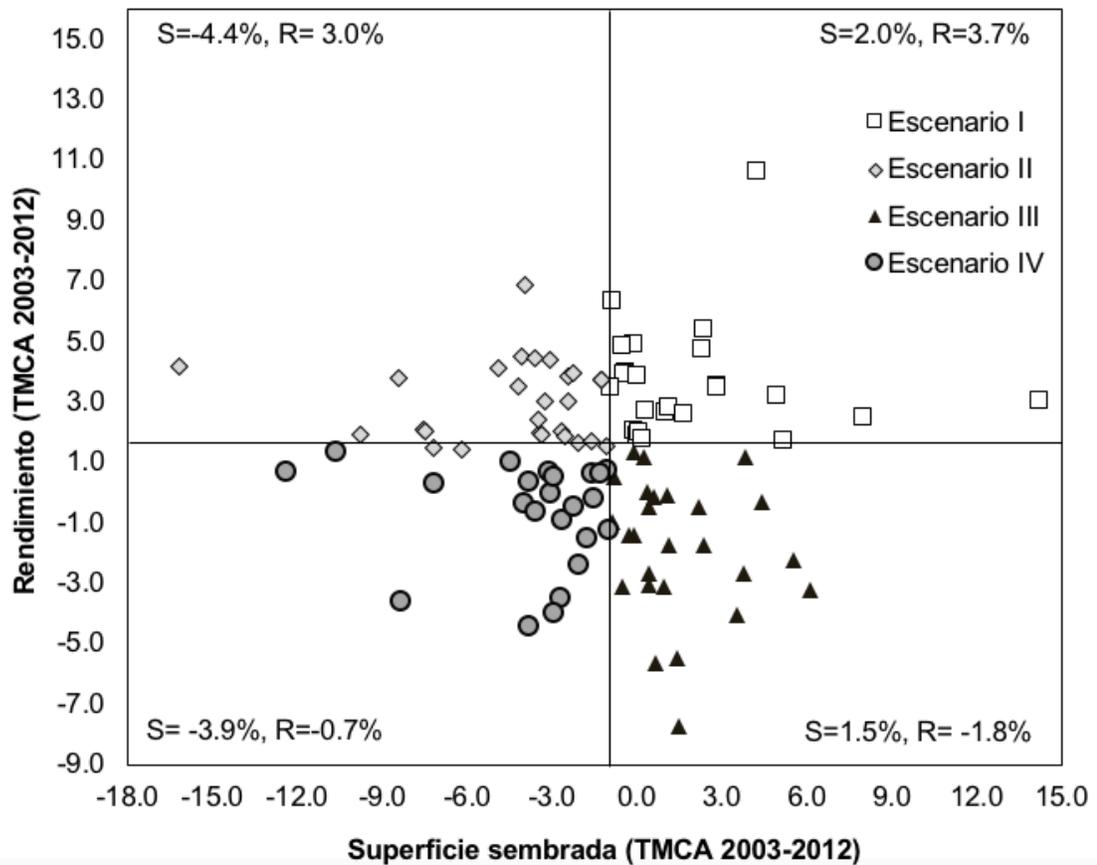
Variable	N	Media 2003	Media 2012	Diferencia	Significancia (* $P \leq 0.05$ )
Superficie sembrada (ha)	100	9,540.7	7,885.5	-1,655.2	0.01*
Rendimiento (t/ha)	100	3.0	3.3	0.3	0.00*
Producción (t)	100	29,458.3	26,788.1	- 2,670.2	0.15

Fuente: Elaborada con información obtenida de SIAP (2014).

El comportamiento de las variables productivas del cultivo maíz analizadas en el Cuadro 3, no fue generalizada en los 100 municipios de los doce estados (Figura 6). Según la TMCA de su superficie sembrada con el cultivo y el rendimiento en

los años 2003-2012, los municipios se ubicaron en cuatro cuadrantes o escenarios del cultivo de maíz. Por orden de aparición, en el I) se encontraron 24 municipios (24.0%), en el II) 27 municipios (27.0%), el III) 26 municipios (26.0%) y el IV) 23 municipios (23.0%).

En el Escenario I se ubicaron los municipios que están aumentando su superficie sembrada con maíz, en promedio con el 2.0% anual, y sus rendimientos en 3.7%, cabe destacar que solo este grupo se observó un crecimiento de la producción con una TMCA del 5.6%. Por el contrario, en el Escenario IV) se encuentran los municipios que presentaron una situación en declive del cultivo tanto por la superficie sembrada con maíz (-3.9%) como por los rendimientos obtenidos (-0.7%), y la cantidad producida está decreciendo a una tasa del -4.4% anual. En el Escenario II) se aglomeraron los municipios que por un lado tienen un decrecimiento considerable de su superficie sembrada con un valor del -4.4%, pero por el otro están creciendo sus rendimientos en 3.0%, aunque es menor la cantidad los municipios también presentaron un decrecimiento de la producción de maíz con el -1.6% anual; y en III) los municipios están disminuyendo sus rendimientos anualmente en -1.8% pero aumentando su superficie sembrada con el 1.5%; aunque la cantidad (el -0.1% anual) es mínima en comparación con el Escenario IV y III, igual se encuentran disminuyendo su producción.



\*S=TMCA promedio de la superficie sembrada con maíz, R= TMCA del rendimiento

Figura 6. Clasificación de los municipios analizados en escenarios productivos.

Fuente: Elaborada con información obtenida de SIAP (2014).

En general, el 76.0% de los municipios (ya sea en grandes o pequeñas cantidades) presentan una disminución en la producción del cultivo maíz. Sin embargo, en México algunos territorios dedican casi de forma exclusiva su suelo agrícola al cultivo a pesar de la baja rentabilidad del grano, debido a las restricciones ambientales, financieras y tecnológicas que enfrentan los agricultores para emprender otros cultivos (Maximiliano-Martínez et al., 2011). Además, es un cultivo que se siembra por tradición y con una gran importancia

biocultural, alimentaria y económica, ya que es el sustento de miles de familias en zonas rurales (Suárez et al., 2013), por ello es relevante incrementar su productividad.

#### **4.4.2. Características del agricultor y la adopción de innovaciones en los escenarios productivos**

Los productores de maíz de los municipios en su mayoría se caracterizan por ser de edad avanzada, con nivel básico de escolaridad, por tener pequeñas superficies sembradas con el cultivo y un rendimiento obtenido por hectárea similar a la media nacional de 3.3 t/ha (Cuadro 4). El análisis de estas variables es importante porque algunos autores señalan que pueden ser determinantes para la adopción de nuevas prácticas o tecnologías entre los agricultores (Ayala-Garay et al., 2013; Damián-Huato et al., 2013; Jaramillo-Villanueva et al., 2012; Zarazúa et al., 2012).

Cuadro 4. Características y nivel de innovación del productor de maíz en México.

Variables	N	Mínimo	Máximo	Media	D.E	CV (%)
Edad (años)	963.0	19.0	97.0	51.2	15.5	30.3
Escolaridad (años)	994.0	0.0	20.0	5.7	3.9	69.1
Superficie 2011 (ha)	992.0	0.2	35.0	4.2	4.3	102.0
Rendimiento 2011 (t/ha)	969.0	0.0	14.0	3.3	2.6	79.4
Número de vínculos	1,002.0	0.0	12.0	3.3	2.0	59.1

Índice de Adopción de las Innovaciones (%)	1,002.0	3.4	69.0	25.2	12.5	49.7
--	---------	-----	------	------	------	------

Fuente: Información obtenida de las encuestas a productores de maíz PIMAF 2012.

Las variables superficie sembrada con maíz y los rendimientos obtenidos por los agricultores presentaron una mayor heterogeneidad en los datos, existiendo productores con 0.2 ha hasta los que llegan a contar con 35 ha; y algunos que no cosecharon en el año 2011 y otros con un rendimiento obtenido hasta de 14 t/ha. Por otro lado, en la variable edad, a pesar de que algunos productores son jóvenes con apenas 19 años y otros de edad muy avanzada, se tuvo una menor variación en los valores. Al igual, que en escolaridad habiendo productores que no tienen escolaridad y otros que llegan hasta un nivel de posgrado.

Otra variable relevante es la vinculación social con otros actores, ya que permite a los productores tener acceso a la información y/o conocimiento relacionado con su actividad (Galán et al., 2010; Monge & Hartwich, 2008). En este caso los productores mencionaron tener relación en promedio con tres actores con fines de la innovación, algunos de ellos llegaron a referir hasta 12 actores. Los agricultores tuvieron una adopción cerca de una cuarta parte de las prácticas registradas en el catálogo, aunque la brecha encontrada entre ellos fue amplia, ya que el IAI entre ellos se encontró entre 3.4% y 69.0%.

Con relación a las características que tienen los productores que se localizaron en cada escenario productivo (Cuadro 5), se puede mencionar los siguiente: en el Escenario I, los agricultores resultaron tener una edad menor y un mayor grado

de escolaridad, con una media estadísticamente diferente a los otros escenarios, y una mayor superficie sembrada con maíz, sin embargo, la diferencia no fue significativa. Además, los rendimientos obtenidos en el ciclo 2011 (3.0 t/ha) y su grado de vinculación fue muy similar a los productores del Escenario IV. Lo anterior se podría explicar por la poca experiencia en el cultivo de los productores debido a su menor edad. En adición otros de los factores que podrían estar disminuyendo los rendimientos obtenidos en maíz, son la falta de agua, presencia de plagas y enfermedades, malezas y deficiencias en la cosecha (Barrales, 2009), de esta manera habría que poner especial atención en estos aspectos.

Escenario II) los agricultores destacan por su vinculación con otros actores del sistema productivo principalmente con actores externos y su nivel de adopción de innovaciones, posiblemente debido a que se encuentran en un entorno donde se busca incrementar los rendimientos. Por otra parte, en su edad, escolaridad y superficie sembrada no presentaron diferencias estadísticamente significativas con el Escenario III y IV.

Escenario III) los productores mostraron una mayor edad y un menor IAI con el 23.9%, similar al del Escenario IV, una vinculación con otros actores (un promedio de 2.7 vínculos) significativamente menor a los otros tres escenarios, pero está se dirigía tanto actores locales como externos. Además, los rendimientos obtenidos indicaron poca variación respecto a los productores del Escenario II; y el Escenario IV) se encuentran los municipios donde la superficie sembrada con maíz y los rendimientos obtenidos están en declive, y los productores presentaron un menor grado de escolaridad con 5 años al igual que el Escenario III. Cabe mencionar que esta característica es relevante para tener una conducta

innovadora o en la toma de decisiones para innovar (Jaramillo-Villanueva et al., 2012). Los agricultores que se ubicaron en este escenario productivo mostraron el menor IAI con el 23.4%, contrario a los del Escenario II, que tuvieron un IAI de 27.7%.

Cuadro 5. Las características del agricultor y nivel de innovación en los cuatro escenarios productivos.

<b>Variabes/ Escenario</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
Edad (años)	47.2 <sup>a</sup> ± 13.9	51.3 <sup>b</sup> ± 16.5	54.0 <sup>b</sup> ± 16.3	51.4 <sup>b</sup> ± 15.5
Escolaridad (años)	6.4 <sup>a</sup> ± 3.8	5.9 <sup>ab</sup> ± 4.0	5.3 <sup>b</sup> ± 4.1	5.2 <sup>b</sup> ± 3.7
Superficie 2011 (ha)	4.8 <sup>a</sup> ± 5.3	3.8 <sup>a</sup> ± 3.7	4.1 <sup>a</sup> ± 4.0	4.2 <sup>a</sup> ± 4.3
Rendimiento 2011 (t/ha)	3.0 <sup>b</sup> ± 2.5	3.6 <sup>a</sup> ± 2.5	3.5 <sup>a</sup> ± 3.1	2.9 <sup>b</sup> ± 2.1
Número de vínculos	3.4 <sup>b</sup> ± 1.5	3.9 <sup>a</sup> ± 2.2	2.7 <sup>c</sup> ± 2.0	3.4 <sup>b</sup> ± 1.8
Índice de Adopción de las Innovaciones (%)	25.7 <sup>ab</sup> ± 10.5	27.7 <sup>a</sup> ± 12.2	23.9 <sup>b</sup> ± 14.8	23.4 <sup>b</sup> ± 10.8

\* Medias con diferente literal en el superíndice en la fila indican diferencias estadísticamente significativas (P≤0.05).

Fuente: Información obtenida de las encuestas a productores de maíz PIMAF 2012.

Asimismo, en cada escenario productivo los agricultores presentaron diferentes dinámicas de innovación (Figura 7). En el Escenario I, sobresale la adopción de las prácticas agronómicas de nutrición y tecnologías poscosecha con una tasa de adopción arriba del 33% y 7%, respectivamente.

En el Escenario II, entre los agricultores destacó la adopción de las innovaciones financieras, como uso de seguro y crédito agrícola. Estas prácticas son importantes debido a que el sector agrícola es muy vulnerable a las variaciones del tiempo y del clima, la ocurrencia de un fenómeno atmosférico determinado representa un alto riesgo para su estabilidad o productividad (SAGARPA, 2007). Al igual, fue mayor el porcentaje de innovaciones adoptadas de las categorías de sanidad y organización/administración, pero su diferencia no fue estadísticamente diferente a los otros tres escenarios. En cambio, en la categoría de tecnología poscosecha fue una cantidad mínima de productores que realizaban esta práctica.

En Escenario III, los agricultores adoptaron en menor medida las innovaciones de sanidad 33.2% en comparación con los otros escenarios. Considerando que estos productores se encuentran en un entorno, donde se está aumentando la superficie sembrada con el cultivo, es relevante fomentar estas prácticas agronómicas porque permiten mejorar la productividad obtenida en el cultivo en mediano y largo plazo.

En el Escenario IV, la dinámica de innovación de los agricultores fue congruente con la situación a la que se enfrentan, pocos productores realizaban las prácticas de las categorías nutrición, maquinaria y equipo, posiblemente debido a que requieren mayor inversión y podría resultarles no conveniente invertir en una actividad que están por abandonar. Además, se observó que solo el 15% de los productores han adoptado las prácticas de financiamiento, al respecto Jaramillo-Villanueva et al., (2012) mencionan que el reducido acceso a recursos financieros también puede limitar a los pequeños productores del medio rural para incorporar

innovaciones intensivas en capital, a pesar de mostrar una alta disposición a correr riesgos.

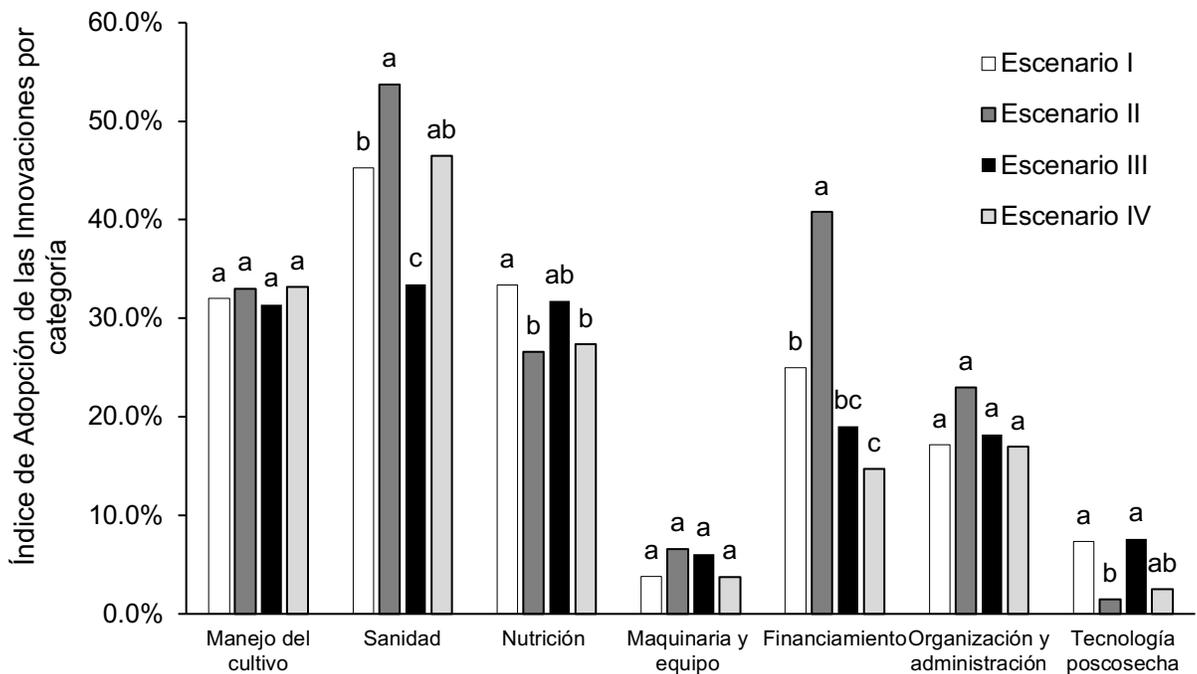


Figura 7. Adopción de las innovaciones por categoría en los escenarios productivos.

Fuente: Información obtenida de las encuestas a productores de maíz PIMAF 2012.

En general, en los cuatro escenarios se observó una mayor adopción de las prácticas de sanidad con una tasa arriba del 30.0%, en orden de importancia siguió manejo de cultivo y nutrición. En cambio, con un menor porcentaje de adopción (una cantidad igual o menor al 8%), se encontraron las innovaciones de las categorías de maquinaria y equipo; y tecnologías poscosecha. Algunos de los factores que podrían estar limitando la aplicación de estas tecnologías por agricultores se encuentran: acceso a los factores de la producción, desempeño

de otras actividades complementarias y falta de asesoría técnica (Damián et al., 2007).

#### **4.4.3. Factores asociados a la innovación en cada escenario productivo del cultivo maíz**

Las características del productor y la unidad de producción relacionadas su nivel de innovación en cada escenario fueron distintas (Cuadro 6). En el Escenario I y Escenario II, resultó significativa la variable escolaridad, mostró una correlación positiva y estadísticamente significativa ( $p \leq 0.01$ ) con el nivel de adopción de innovaciones por los productores. Es decir, que a medida que incrementan los años de escolaridad del agricultor, también se observó en ellos una mayor adopción de innovaciones para la producción de maíz. Lo anterior concuerda con el estudio de Ayala-Garay et al., (2013) en el cual, los productores que tenían menos edad y con algún grado de estudios, tenían la inquietud de conocer, innovar y adoptar nuevas tecnologías, además de buscar información agrícola en diferentes medios, mientras los que tenían una edad mayor, no mostraron el mismo interés.

Cuadro 6. Variables correlacionadas con la adopción de innovaciones por el productor en cada escenario productivo del cultivo maíz.

Variables	Escenario I	Escenario II	Escenario III	Escenario IV
N	204	273	289	236

Edad (años)	-0.01	-0.08	0.11	-0.10
Escolaridad (años)	0.22**	0.143*	0.06	0.06
Superficie 2011 (ha)	0.12	-0.03	0.10	0.13*
Rendimiento 2011 (t/ha)	0.30**	0.28**	0.38**	0.23**
Número de vínculos	0.41**	0.77**	0.55**	0.72**

\*\*P≤0.001, \*P≤0.05

Fuente: Información obtenida de las encuestas a productores de maíz PIMAF 2012.

En el Escenario IV, se notó una asociación entre la variable superficie sembrada con maíz y la adopción de innovaciones. Una menor superficie puede llegar a afectar negativamente la adopción de tecnología (Osorio-García et al., 2012), ya que podría ser un obstáculo para la experimentación de la innovación y observar resultados visibles (Rogers, 2003) reflejados en una mayor productividad para que el agricultor se motive a adoptar.

En todos los escenarios, las variables significativas en la adopción de innovaciones por los agricultores fueron el rendimiento obtenido en el cultivo y el número de vínculos que mantenía con otros actores (con mayor intensidad en el Escenario II y IV): los dos factores motivan o impulsan a seguir en actividad al agricultor, el primero, se traduce en una mayor cantidad de producto, y el segundo, en alternativas de ventas o información para mejorar el proceso productivo.

#### **4.5 Conclusiones**

En este estudio, se pone en evidencia la relevancia de considerar en las estrategias de innovación para incrementar la productividad en el cultivo maíz, el entorno productivo en la que se encuentra el cultivo de maíz grano, la dinámica de innovación que tiene el agricultor; y los factores asociados para la innovación por el productor. El cultivo de maíz grano en los municipios analizados se representó en cuatro escenarios productivos: I) Aumentan superficie y rendimientos, II) Disminuyen superficie y rendimientos, III) Aumentan rendimientos que superficie y IV) Aumentan más superficie que rendimientos. En los escenarios identificados los agricultores mostraron diferentes características y dinámicas de innovación. Así también, las variables asociadas de forma positiva y significativa a su conducta innovadora fueron escolaridad del productor, superficie sembrada con el cultivo, rendimiento obtenido y vinculación con otros actores. Por tal motivo, el diseño de estrategias de innovación por tipo de escenario identificado particularmente se debería considerar lo siguiente:

I) Las estrategias de intervención en un primer momento deben centrarse en el uso de prácticas financieras y de sanidad. Posteriormente, en el uso maquinaria, equipo y tecnología poscosecha; entre los productores que tienen una mayor escolaridad.

II) En este tipo de escenario las estrategias deben incluir la promoción de innovaciones que conlleven un conocimiento especializado, como es el uso de tecnologías poscosecha, maquinaria y equipo, principalmente entre los productores con una mayor escolaridad. Al igual, poner atención en la adopción de prácticas agronómicas como las de nutrición.

III) La asesoría y capacitación debería enfocarse diseñarse para productores de edad avanzada, baja escolaridad y se debe poner énfasis en impulsar las innovaciones de sanidad.

IV) En este escenario es importante iniciar con innovaciones de bajo costo y alto impacto en la producción de maíz, como lo son las financieras y organizativas, principalmente entre productores jóvenes y con mayor superficie sembrada con el cultivo.

En general, la canalización de subsidios y apoyos en los municipios de estudio debe orientarse incentivar el incremento de la superficie sembrada con el cultivo esencialmente entre productores jóvenes. Las estrategias de intervención deben poner un mayor énfasis en fortalecer la vinculación de los agricultores con otros actores locales y externos (instituciones, clientes, entre otros) del sistema productivo, y en gestionar las categorías de innovación en las cuales el escenario productivo presente la mayor deficiencia de adopción y con mayor impacto en los rendimientos

Para los involucrados en el diseño e implementación de estrategias de gestión de la innovación en maíz, esta investigación contribuye a focalizar el tipo de capacitación a brindar a los agricultores, las innovaciones a promover y los incentivos a proporcionar para la producción de maíz. En futuras investigaciones sería conveniente complementar el análisis con la perspectiva de costos e ingresos por hectárea que obtienen los agricultores por cada escenario productivo del cultivo, ya que este trabajo se enfocó en analizar variables de tipo productivo.

### *Agradecimientos*

Este estudio forma parte de la tesis doctoral del primer autor, quien agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) la beca otorgada. Este trabajo se enmarca en el Convenio de Colaboración en Investigación TTF-2016-054 celebrado entre el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

### **4.6 Literatura citada**

- Ayala-Garay, A., Schwentesius- Rindermann, R., de la O-Olán, M., Preciado-Rangel, P., Almaguer-Vargas, G., & Rivas- Valencia, P. (2013). Análisis de rentabilidad de la producción de maíz en la región de Tulancingo, Hidalgo, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10(4), 381–395.
- Barrales, D. J. S. (2009). *Plan Estratégico para la Producción de Granos en México*. México.
- Batz, F. J., Peters, K. J., & Janssen, W. (1999). The influence of technology characteristics on the rate and speed of adoption. *Agricultural Economics*, 21(2), 121–130. [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(99\)00026-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(99)00026-2)
- Cano, S. E. J. (2014). La Política Agrícola en México, Impactos y Retos. *Revista Mexicana de Agronegocios*, XVIII (35), 946–956. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14131676004>
- Damián-Huato, M. A., Cruz-León, A., Ramírez-Valverde, B., Romero-Arenas, O., Moreno-Limón, S., & Reyes-Muro, L. (2013). Maíz, alimentación y productividad: modelo tecnológico para productores de temporal de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10(2), 157–176.

- Damián, H. M. Á., Ramírez, V. B., Parra, I. F., Paredes, S. J. A., Gil, M. A., Cruz, L. A., & López, O. J. F. (2007). Apropiación de Tecnología por productores de Maíz en el estado de Tlaxcala, México. *Agricultura Técnica en México*, 33(2), 163–173.
- FAOSTAT. (2014). Base de datos estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, estadísticas (FAO).
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(00\)00152-1](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(00)00152-1)
- Galán, J. L., Casanueva, C., & Castro-Abancéns, I. (2010). Las relaciones empresariales: Una tipología de redes. *Inovar. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 20(38), 27–44. <https://doi.org/10.1344/105.000001547>
- González, M. A., & Ávila, C. J. F. (2014). El maíz en Estados Unidos y en México: Hegemonía en la producción de un cultivo. *Argumentos*, UAM-Xochimilco, 27(75), 215–237.
- Hidalgo, N. A., Vizán, I. A., & Torres, M. (2008). Los factores clave de la innovación tecnológica: claves de la competitividad empresarial. *Dirección y Organización*, (36), 5–22.
- Jaramillo-Villanueva, J. L., Escobedo-Garrido, J. S., Morales-Jiménez, J., & Ramos-Castro, J. G. (2012). Factores que explican la innovación en microempresarios agropecuarios en el estado de Puebla, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 9(4), 427–439.

- Martínez, M. M. R. (2010). Proyecto Especial de Producción de Maíz de Alto Rendimiento (PROEMAR 2009). Estado de México.
- Maximiliano-Martínez, G., Rivera-Herrejón, M. G., Franco-Malvaíz, A. L., & Soria-Ruiz, J. (2011). La comercialización de maíz después de Conasupo en dos comunidades del norte del Estado de México. *Economía, Sociedad y Territorio*, XI (5), 197–224.
- Moctezuma-López, G., Espinosa-García, J. A., Cuevas-Reyes, V., Jolalpa-Barrera, J. L., Romero-Santillán, F., Vélez-Izquierdo, A., & Bustos-Contreras, D. E. (2010). Innovación tecnológica de la cadena agroalimentaria de maíz para mejorar su competitividad: estudio de caso en el estado de Hidalgo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(1), 101–110.
- Monge, P. M., & Hartwich, F. (2008). Análisis de Redes Sociales aplicado al estudio de los procesos de innovación agrícola. *Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 14(2), 1–31.
- Nutley, S., Huw, D., & Walter, I. (2002). Learning from the Diffusion of Innovations. *Practice*, 1–29.
- Osorio-García, N., López-Sánchez, H., Gil-Muñoz, A., Ramírez-Valverde, B., Gutiérrez-Rangel, N., Crespo-Pichardo, G., & Montero-Pineda, Á. (2012). ¿Utilización, oferta y demanda de tecnología para producción de maíz en el valle de Puebla, México? *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 9(1), 55–69.
- Robertson, J., Sorbello, T., & Unsworth, K. (2008). Innovation Implementation: the Role of Technology Diffusion Agencies. *Journal of Technology Management & Innovation*, 3(3), 1–10.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. The Free Press (5ta ed.). New

York.

SAGARPA. (2007). Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012. México.

Salvagiotti, F. (2009). Rendimientos potenciales en maíz. Brechas de producción y prácticas de manejo para reducirlas. *Para mejorar la producción*, 41, 61-66.

SIAP. (2014). Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

Suárez, R. F., Morales, L. A., & Gálvez, A. (2013). Importance of Mexican Maize Landraces in the National Diet. An Essential Review. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36, 275–283.

Talukder, M. (2012). Factors affecting the adoption of technological innovation by individual employees: An Australian study. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, 40, 52–57. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.160>

Vázquez, B. A. (2007). Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. *Investigaciones Regionales*, (11), 183–210.

Wejnert, B. (2002). Integrating Models of Diffusion of Innovations: A Conceptual Framework. *Annual Review of Sociology*, 28(1), 297–326. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.28.110601.141051>

Zarazúa, J. A., Almaguer-Vargas, G., & Rendón-Medel, R. (2012). Capital social. Caso red de innovación de maíz en Zamora, Michoacán, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 9(68), 105–124.

## **V. FUENTES DE INNOVACIÓN Y EL PAPEL DE LOS ACTORES DE SOPORTE INSTITUCIONAL EN EL CULTIVO MAÍZ EN MÉXICO.**

### **5a. Las instituciones en la innovación agrícola: el caso de los productores de maíz en México.**

#### **5.1 Resumen**

El bajo nivel de innovación en las empresas rurales es uno de los factores que limita el crecimiento económico del sector primario en México. En ese contexto, el objetivo del presente estudio es analizar las fuentes de innovación de los productores de maíz e identificar el papel que juega el actor institucional en la innovación en el cultivo en México. Se analizó información de 2, 603 agricultores, en los estados: Estado de México, Puebla, Veracruz, Guanajuato, San Luis Potosí, Zacatecas, Chiapas, Guerrero y Oaxaca. Los productores presentaron un Índice de Adopción de las Innovaciones (InAI) del 22.2%, sus principales fuentes de aprendizaje fueron otros productores y familiares (76.6%) y con menor participación las instituciones (1.9%). Los productores vinculados con alguna institución mostraron un InAI 17.9% mayor. Así también, los actores institucionales en comparación con los otros actores obtuvieron una mayor cobertura de difusión de las innovaciones entre los agricultores. El papel de las instituciones en la innovación agrícola es relevante, difunden y favorecen la

adopción de prácticas, principalmente relacionadas con el financiamiento, organización y uso de maquinaria y equipo. Por lo cual, es necesario consolidar su participación como fuentes de aprendizaje entre los agricultores y promover innovaciones, atendiendo la problemática del sector.

**Palabras clave:** adopción de innovaciones, cobertura de difusión, maíz, vinculación.

## **5.2 Introducción**

En la actualidad, un reto para los países y sus regiones es el desarrollo de territorios o entornos que propicien la innovación (Méndez, 2002), ya que su competitividad depende de la capacidad de sus empresas para innovar y mejorar. La innovación puede entenderse como la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), proceso, método de comercialización u organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores (OCDE & EUROSTAT, 2005). Con introducción se refiere, en el caso de los productos, a que estos sean comercializados, y los métodos o procesos, a su desarrollo en las operaciones de la organización. El comportamiento innovador en las organizaciones es vital para su crecimiento y supervivencia (Albuquerque, 2008; Nieto & González, 2011), ya que les permite continuar y afianzar su participación en el mercado (COTEC, 2001; Restrepo, 2010) y además, es un elemento clave para explicar su éxito empresarial (Úbeda & Moslares, 2008).

En años recientes, ha crecido el reconocimiento de la influencia que ejercen las interacciones sociales en el comportamiento innovador de la empresa y el desarrollo rural (Díaz-José et al., 2013; Monge & Hartwich, 2008; Zarazúa et al., 2012). Bajo este enfoque interactivo, introducir innovaciones en las organizaciones es un proceso complejo con múltiples retroalimentaciones, que requiere adecuadas vinculaciones entre los actores en los distintos territorios (Albuquerque, 2008); y la innovación se considera como el resultado de un aprendizaje colectivo (Muñoz et al. 2007; Monge & Hartwich 2008; Rodríguez et al. 2009; Zarazúa-Escobar et al. 2011). Los canales a través de los cuales se fluyen los procesos y las tecnologías innovadoras son múltiples y tienen características diferentes según el territorio (Tola & Contini, 2015). La información puede provenir de diversos agentes institucionales, organismos de consultoría y asistencia tecnológica, agencias gubernamentales de información o de promoción, familiares, entre otros (Villavicencio & Casalet, 2005). De esta manera, es importante analizar la conectividad entre los actores empresariales y el papel de los agentes externos como las instituciones, en la dinámica innovadora de la empresa.

El interés específico en el papel de las instituciones en la innovación, se explica por su doble acepción, de reglas o normas de regulación social y organismos que las aplican (Morales, 2004). Las instituciones proveen incentivos para los diferentes tipos de actividades económicas, son estructuras públicas y privadas vinculadas a los sectores económicos que podrían incentivar u obstaculizar a la orientación emprendedora de las empresas en los territorios (Salmerón & Gómez, 2012). Estas son representadas por actores institucionales; ya que no se

conectan instituciones, sino las personas (Cadena- Iñiguez, 2012). Algunos estudios señalan la importancia de la vinculación de las instituciones con el sector productivo de la región, ya que dicha interacción promueve la generación y transmisión de conocimiento para desencadenar procesos de innovación en los territorios (Celaya & Barajas, 2012; Díaz, 2011).

Bajo el contexto anterior, el objetivo del presente estudio fue analizar las diferentes fuentes de innovación de los productores de maíz e identificar el papel que juega el actor institucional en la innovación de este sistema productivo en México.

### **5.3 Metodología**

#### **5.3.1. Área y universo de estudio**

El estudio se llevó a cabo en nueve estados de la República Mexicana: Estado de México, Puebla, Veracruz, Guanajuato, San Luis Potosí, Zacatecas, Chiapas, Guerrero y Oaxaca (Figura 8). En el año 2016, los técnicos del Programa de Incentivos para Productores de Maíz y Frijol (PIMAF) aplicaron una encuesta estructurada a 2,603 productores de maíz; seleccionados por un muestreo por conveniencia, que dependió del número total de técnicos y los productores atendidos en el programa en los estados. El mayor número de encuestas se realizó en los estados de Guerrero y Estado de México, cada uno con 23.1% de los agricultores encuestados, seguidos del estado de Chiapas con el 20.4%.



Figura 8. Localización del área de estudio en México y porcentaje de productores encuestados por estado.

Fuente: Información obtenida de las encuestas a productores de maíz PIMAF 2016.

### **5.3.2. Instrumento de colecta de información**

La encuesta aplicada a los productores de maíz permitió indagar acerca del uso o no de un conjunto de buenas prácticas o innovaciones por los agricultores, y sobre aquellas personas, empresas o instituciones fuentes de información. Las preguntas base fueron: ¿realiza la innovación? y ¿de quién la aprendió?, las cuales fueron útiles para identificar el nivel de innovación en las unidades de producción agrícola y analizar la vinculación del productor en torno a la innovación.

El catálogo de innovaciones que se investigó se constituyó de 31 innovaciones o buenas prácticas, que deberían de realizar los productores para tener un mejor desempeño en la producción de maíz. Las innovaciones fueron clasificadas en seis categorías: manejo del cultivo, maquinaria y equipo, nutrición, sanidad, financiamiento, organización y administración, las cuales se describen a continuación:

Cuadro 7. Conjunto de innovaciones por categoría utilizadas en la producción de maíz.

Categoría	Innovación / buena práctica
Manejo del Cultivo	1) labranza mínima, 2) uso cobertura de cultivos anteriores, 3) uso de cultivos de cobertura, 4) asociación de cultivos, 5) uso de semilla mejorada, 6) uso de semilla certificada, 7) uso de semilleros nacionales, 8) rotación de cultivos y 9) no quema de residuos
Maquinaria, Equipo y Tecnologías	10) camas permanentes, 11) uso de maquinaria especializada, 12) uso de riego tecnificado, 13) nivelación de suelos, 14) uso de sensores infrarrojos y 15) uso de silos y/o bolsas herméticas (tecnologías postcosecha)
Nutrición	16) uso de abonos orgánicos, 17) análisis de suelo para fertilización, 18) fertilización balanceada (n,p,k), 19) fertilización fraccionada, 20) uso de biofertilizantes, 21) uso de micronutrientes y 22) uso de mejoradores del suelo

Sanidad	23) control de malezas, 24) control de plagas y 25) control de enfermedades,
Financiamiento	26) ventas por contrato, 27) uso de seguro agrícola y 28) uso de crédito
Organización y administración	29) compras y/o ventas en común, 30) consolidación organizativa y 31) registro técnico-productivos y administrativos

Fuente: Elaboración propia

Con la información anterior, se calculó el Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) que representa el porcentaje de innovaciones que implementa el agricultor del total que debería realizar en el cultivo (Muñoz et al., 2007). El índice se encuentra entre 0 y 100%; donde un valor de 0 corresponde a productores que no implementan ninguna innovación de las categorías y un valor de 100 identifica productores que aplican el total de innovaciones sugeridas en el catálogo.

Por otro lado, para analizar los vínculos que establecieron los agricultores con otros actores con relación a la innovación, se utilizó la metodología del Análisis de Redes Sociales (ARS). Para ello, se clasificaron a los diferentes tipos de actores, de acuerdo con su función en el sistema productivo maíz (Cuadro 8).

Cuadro 8. Clasificación de los actores difusores de las innovaciones en el cultivo maíz.

Tipo de actor	Clave	Descripción de su función con relación a la producción de maíz
Productor o Empresa rural	ER	Cultivar productos agrícolas mediante la aplicación de buenas prácticas o innovaciones que hagan eficiente y competitivo el proceso de producción.
Familiar	FAM	Servir de apoyo al agricultor para la toma de decisiones en la unidad productiva y la adopción de nuevas tecnologías en la unidad de producción.
Organización de productores	OR	Agrupar productores con distinto nivel económico y tecnológico para obtener beneficios colectivos como acceso apoyos gubernamentales, difusión del conocimiento, menores costos y mayor participación comercial.
Proveedor de servicios profesionales	PSP	Proveer servicios de asistencia técnica, capacitación y asesoría al agricultor para la producción y comercialización de sus productos agrícolas. Además, fungir como intermediario del flujo de conocimiento entre los productores y las instituciones que generan el conocimiento, otorgan apoyos y financiamiento a la actividad.

Proveedor de servicios financieros	PF	Proveer servicios de seguro, crédito y ahorro para el financiamiento de los agricultores y el desarrollo de su actividad productiva.
Institución de enseñanza e investigación	IE	Formar profesionistas en el sector, realizar la investigación necesaria para generar tecnologías y conocimientos que contribuyan a un mejor desempeño en la producción y competitividad del sector.
Institución gubernamental	IG	Propiciar un entorno institucional adecuado para el desarrollo social, económico y productivo de la actividad.
Actores de funciones múltiples	FM	Realizar diferentes funciones durante la producción y comercialización de los productos agrícolas.
Proveedor de insumos	PI	Proveer los insumos requeridos para el cultivo y la producción agrícola.
Clientes	CL	Comprar, acopiar, transformar, almacenar y vender productos agrícolas para satisfacer sus necesidades económicas y de consumo.

Fuente: Adaptación propia con base a Rendón *et al.*, (2007).

En un archivo en el Bloc de Notas se capturaron los entrevistados y sus actores fuentes de aprendizaje de las innovaciones. En la primera columna se colocó el

identificador del encuestado y las siguientes correspondieron a las claves de los actores con los que se relacionó. Para el cálculo de la cobertura de difusión de las innovaciones de cada tipo de actor, se importó el archivo de Bloc de Notas al programa de Ucinet 6.211©, se graficó la red en NetDraw 2.083©, y se calculó el indicador de cobertura con el algoritmo de harvest en Keplayer2©.

La *cobertura de difusión* es el porcentaje de actores que puede alcanzar o influenciar un actor a través de sus vínculos, y se calcula empleando el siguiente

algoritmo (Borgatti, 2006):  $R = \frac{\sum_j d_{kj}}{N-1}$  La letra R se emplea como abreviatura de reach o alcance. Los actores difusores son aquellos que tienen potencial para transmitir información y son cercanos a un mayor número de actores.

### **5.3.3. Análisis de la información**

El análisis estadístico de los datos se realizó con el software Statistical Analysis System (SAS)®, se realizó una prueba de “t” en muestras independientes para observar las diferencias en el nivel de innovación de los productores, asociadas a sus fuentes de aprendizaje de las innovaciones. Se analizaron las medias del nivel de innovación de los productores que mantenían un vínculo con determinado tipo de actor y los que no. Las diferencias o similitudes en la cobertura de difusión de los tipos de actores se determinaron con una comparación de medias mediante el análisis ANOVA.

## **5.4 Resultados y discusión**

### ***5.4.1. Análisis de innovaciones adoptadas por los productores de maíz***

Los productores de maíz en los estados presentaron un Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) promedio por categoría de 22.2%. Las innovaciones de la categoría sanidad mostraron un mayor número de productores adoptantes con el 53.5% (Figura 9). Estas prácticas poseen las características o ventajas de ser de fácil experimentación, con resultados visibles en el corto plazo y requieren una baja inversión para su aplicación, atributos que según Rogers (2003) podrían ser determinantes en la decisión del agricultor para ser adoptadas o no. Por otra parte, las innovaciones de las categorías de organización/administración y financiamiento en la mayoría de los estados tuvieron tasas de adopción que resultaron ser menores al 10.0%, cabe mencionar que estas son transmitidas principalmente por instituciones proveedoras de servicios financieros.

El financiamiento permite al agricultor realizar las prácticas agrícolas a tiempo, utilizar los productos adecuados para el cultivo y adquirir insumos, que serían inaccesibles para un pequeño productor. En tanto que las innovaciones relacionadas con la organización/administración le permite realizar actividades de forma colectiva como compras y/o ventas en común y acceder algunos apoyos gubernamentales, además, tener registros productivos y administrativos de la unidad de producción ayuda a mejorar la toma de decisiones. Sin embargo, algunas de estas innovaciones y/o conocimientos son considerados por los productores como de difícil aplicación práctica (Allub, 2001). Además, a diferencia de las prácticas agronómicas, estas requieren de capacitación y conocimiento más especializado y sus resultados al implementarse no son muy

visibles o tangibles, por lo que esto podría estar dificultando su adopción por los agricultores.

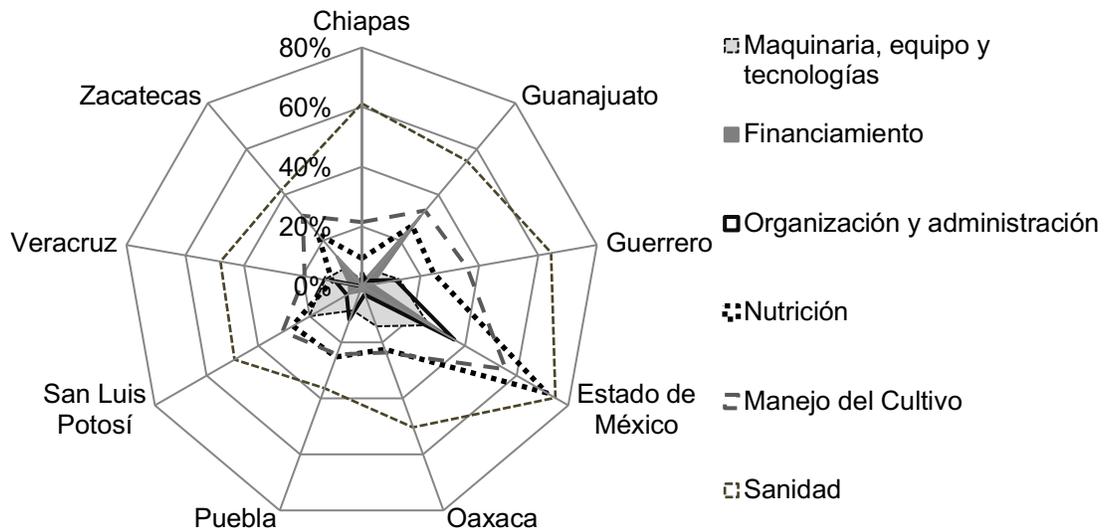


Figura 9. Grado de adopción de las categorías de innovación por los agricultores en los estados.

Fuente: Elaborada con datos de encuestas aplicadas a productores de maíz PIMAF 2016.

#### **5.4.2. Actores relevantes en la adopción de innovaciones en la producción de maíz**

De acuerdo con los resultados obtenidos, los agricultores principalmente aprenden las innovaciones de actores locales. De una diversidad de 3,923 actores identificados como fuentes de aprendizaje de las innovaciones entre los productores de maíz, el 76.6% de los productores señalaron aprender de otros productores, de familiares, y de miembros de alguna organización, en segundo lugar, 17.9% mencionaron aprender de prestadores de servicios profesionales, siguieron en orden de importancia los proveedores (de insumos y equipo),

clientes y otros actores de funciones múltiples con el 3.6%. Por otro lado, la menor participación la tuvieron los actores institucionales que significaron el 1.9% del total (Figura 10). Esto sugiere que en los estados existe principalmente una conectividad homofílica; es decir, tienden a consultar sobre la innovación entre sus pares.

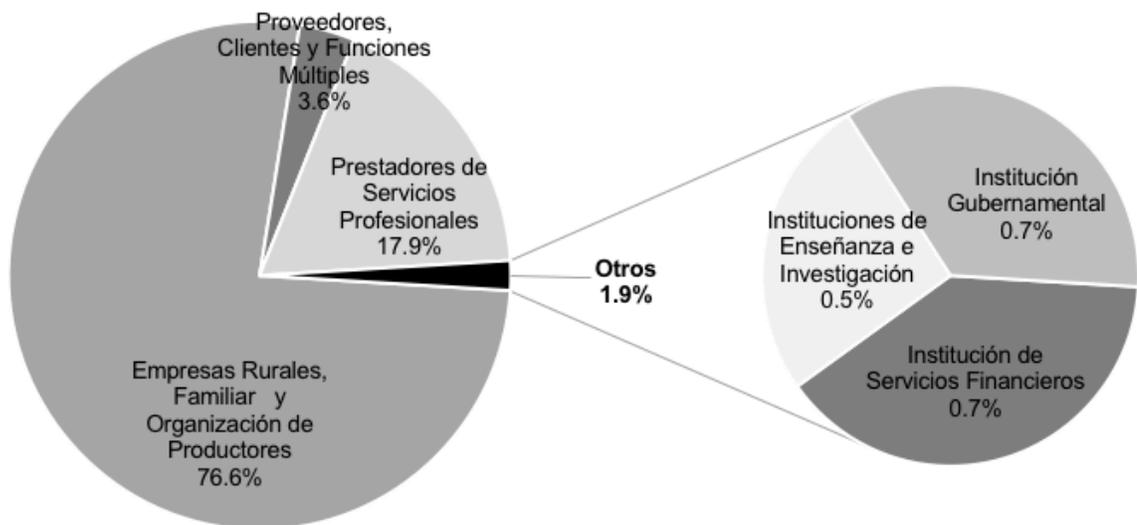


Figura 10. Actores relevantes como fuentes de información de las innovaciones entre los productores de maíz.

Fuente: Elaborada con datos de las encuestas aplicadas a los productores de maíz PIMAF 2016.

En los estados se identificaron a 74 actores institucionales (gubernamentales, de servicios financieros y de enseñanza e investigación), los agricultores encuestados mencionaron a 19 instituciones de enseñanza e investigación como fuentes de innovación, entre las que destacan dos centros de investigación: el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT); y siete

universidades, en el estado de Guerrero se mencionó al Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano; en el Estado de México se refirió a la Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad Autónoma Chapingo y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; en Puebla se encuentra el Colegio de Postgraduados, y en Zacatecas, la Universidad Autónoma de Zacatecas.

A pesar de que en los nueve estados se ubican 79 instituciones de enseñanza que ofrecen 174 programas educativos (104 de licenciatura y 70 de posgrado) orientados al sector agrícola según el catálogo de instituciones registradas en la SEP (2017), pocas de estas instituciones participan o gozan de prestigio entre los agricultores como fuentes de innovación. Es importante la vinculación de las instituciones de enseñanza con los agricultores debido a que gran parte de sus egresados serán los futuros extensionistas en el medio rural. El trabajo de extensión requiere de un conocimiento profundo de la comunidad, las personas, los problemas, los recursos, las costumbres y la estructura social; es decir, se requiere más que de solo conocimiento técnico para ejecutar de buena forma el servicio de extensión (Mayoral et al., 2015). Para que sus intervenciones sean exitosas su capacitación debería abarcar los temas que aquellas cuestiones que traten problemas en la práctica, como el trabajo colectivo o asociativo y temáticas vinculadas con participación, adopción de posicionamientos activos y procesos de cambio e innovación, aunque exceden su formación están dentro de su campo de acción (Landini, 2016). El reto de estas instituciones sigue siendo el construir y desarrollar la formación más acorde con las necesidades de las personas y de la sociedad (Rodríguez-Gómez & Gairín-Sallán, 2015).

Por otro lado, también se identificó a 26 instituciones gubernamentales referidas por los agricultores, entre las que destacó la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), referenciada por los agricultores de ocho de los nueve estados. Cabe mencionar, que esta institución cuenta con una amplia infraestructura en los estados y ofrece programas gubernamentales relacionados con el sector agrícola. Este actor cuenta con distintas oficinas secretarías de desarrollo rural, delegaciones, Distritos de Desarrollo Rural (DDRS), Centros de Apoyo al Desarrollo Rural (CADERS), ubicadas en distintos puntos para brindar atención a los agricultores. Este tipo de instituciones se dedican promover y facilitar el desarrollo de los sectores productivos, pero también podría coadyuvar a la integración de éste con los otros tipos de instituciones.

Respecto a las instituciones de servicios financieros se identificaron 29, de las cuales dos instituciones fueron recurrentemente mencionadas: Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) y Financiera Rural. En el primer caso, cuenta con 36 agencias instaladas en los estados con el fin de facilitar el acceso al crédito, así como el otorgamiento de garantías de crédito a proyectos relacionados con la agricultura, ganadería, avicultura, agroindustria, pesca y otras actividades conexas o afines que se realizan en el medio rural (FIRA, 2017). En el segundo, Financiera Rural tiene 34 agencias en los estados con el objetivo de contribuir a realizar la actividad prioritaria del Estado de impulsar el desarrollo de las actividades agropecuarias, forestales, pesqueras y todas las demás actividades económicas vinculadas al medio rural, con la finalidad de elevar la productividad, así como de mejorar el nivel de vida de su población (FR, 2017).

### ***5.4.3. La contribución de las instituciones a la adopción de las innovaciones en el cultivo maíz***

La innovación hoy día ya no es un proceso exclusivamente interno de la empresa. La vinculación con proveedores, centros tecnológicos, universidades, empresas especializadas, son posibilidades que la empresa debe explorar (Úbeda & Moslares, 2008). En los estados analizados, los agricultores mencionaron haber aprendido principalmente alguna innovación de otros productores, familiares u organizaciones. Sin embargo, también se identificó la vinculación de ciertos productores con actores institucionales, 17.7% de ellos, tenían un vínculo establecido con instituciones de enseñanza e investigación, gubernamentales y de servicios financieros; y los productores que mencionaron relacionarse con estos tipos de actores mostraron un InAI promedio del 40.5%, a diferencia de los que no tenían una vinculación con ellos, que fue del 22.6%. De esta forma, el vínculo que estableció el productor con los actores institucionales aportó o marcó con una diferencia estadísticamente significativa del 15.0% en su nivel de adopción de las innovaciones. En el mismo sentido, Becerra et al., (2013) encontraron que la vinculación de las empresas con instituciones para actividades de investigación, desarrollo, transferencia tecnológica y de conocimientos genera un impacto positivo en su nivel innovación. En el sector productivo, las universidades, centros de investigación, instituciones financieras e instituciones gubernamentales se complementan en el proceso de innovación y, en la medida en que se acrecientan sus interacciones, se incrementa el aprendizaje y se desarrollan más capacidades de los agentes involucrados

(Bualinain et al., 2014).

En el mismo sentido, 42.5% de los productores encuestados mencionaron vincularse con algún prestador de servicios profesionales (los cuales brindan asesoría técnica y capacitación a los agricultores), y su vínculo con el productor marcó una diferencia del 10.0% en su nivel de innovación. Igual, que el vínculo con proveedores de insumos, clientes y actores con funciones múltiples, los cuales desempeñan distintas actividades en el sistema productivo. Cabe señalar que la relevancia de los PSP no solo radica en el aspecto técnico del cultivo, sino también en su rol de intermediario entre el agricultor y las instituciones para transferir conocimientos e información actualizada en torno a la actividad.

En el caso de los productores que establecieron vínculos con sus pares o familiares, tuvieron una media de InAI 3.5%, mayor respecto a los que no mantenían un de vínculo con algún actor de este tipo (Cuadro 9). De esta forma, la interacción entre productores para intercambiar experiencias e información del cultivo también es importante.

Cuadro 9. Diferencias en el nivel de innovación de los productores asociadas a los tipos de actores.

Tipo de actor		Vínculo	Número de casos	Media de InAI	Diferencia	Significancia
Empresas rurales, organizaciones de productores y familiares	Si	2,195	28.3%	3.5%	0.000*	
	No	408	24.7%			

Instituciones de servicios financieros, gubernamentales, enseñanza e investigación	Si	391	40.5%		
	No	2,212	22.6%	17.9%	0.000
Prestadores de servicios profesionales	Si	1,107	31.0%		
	No	1,496	21.1%	10.0%	0.000
Proveedores de insumos, clientes y funciones múltiples	Si	364	33.9%		
	No	2,239	23.9%	10.0%	0.000

\* En las medias no se asumieron varianzas iguales

Fuente: Elaborada con datos de encuestas aplicadas a productores de maíz PIMAF 2016.

Cabe resaltar que todos vínculos que estableció el productor con los actores involucrados en la actividad agrícola aportaron o marcaron una diferencia estadísticamente significativa en su nivel de innovación, ya que la interacción tanto con actores internos y externos, le permiten el acceso a nuevos conocimientos e información de su campo de acción que le es útil para implementar nuevas prácticas o innovaciones y adaptarse a las condiciones que demanda el mercado (Zarazúa et al., 2012).

#### **5.4.4. La cobertura de difusión de las instituciones entre los agricultores**

Los actores involucrados en la producción de maíz tienen distinta cobertura de difusión de las innovaciones entre los agricultores, según su alcance geográfico y vinculación con los productores en los estados, municipios o localidades. En este sentido, la cobertura de difusión promedio de los cuatro tipos de actores presentaron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 10). Las instituciones por su prestigio y reconocimiento a nivel región o estado, mostraron una mayor cobertura de difusión de las innovaciones, tan solo entre los productores encuestados cada institución identificada (74 en total) alcanzó una cobertura promedio del 0.9% entre los agricultores, por lo que podrían tener una mayor influencia y contribución en el proceso de innovación. Al analizar en cada uno de los estados la cobertura de difusión de los diferentes actores institucionales, se observó que las instituciones gubernamentales mostraron una mayor cobertura de difusión en la mayoría de los estados, incluso algunas de ellas alcanzaron a tener hasta 6.0% y 7.0% de cobertura como en el caso de la SAGARPA. Estos resultados coinciden con lo encontrado por Galindo et al., (2000), quienes señalan que existe una mejor relación de los productores con instituciones gubernamentales que con otras instituciones del sector, y casi nula relación con instituciones que generan innovaciones para el medio rural.

De acuerdo con su nivel de cobertura de difusión, los proveedores de insumos, clientes y funciones múltiples ocuparon la segunda posición con el 0.6%, su cobertura fue mayor, incluso que la de los prestadores de servicios profesionales que tuvieron 0.4%. Lo anterior, podría explicarse porque en el sector agrícola generalmente los primeros actores tienen una influencia a nivel regional y buscan

conectarse a un amplio número de productores, y los segundos, enfocan su intervención a un número limitado de agricultores en un área determinada. Por otro lado, los productores, familiares y organizaciones por su acción de forma local y un gran número existente, mostraron una menor cobertura de difusión de las innovaciones con el 0.3%, aunque se podría dar el caso que algunos tengan un alcance a nivel regional o estatal.

Cuadro 10. Cobertura de difusión de los diferentes actores involucrados en la enseñanza de innovación entre los agricultores.

Tipos de actores	Número de actores	Cobertura de difusión entre los agricultores (%)
Empresas rurales, organizaciones de productores y familiares	3,006	0.3 <sup>d</sup> ± 0.3
Instituciones de servicios financieros, gubernamentales, enseñanza e investigación	74	0.9 <sup>a</sup> ± 1.4
Prestadores de servicios profesionales	703	0.4 <sup>c</sup> ± 0.7
Proveedores de insumos, clientes y funciones múltiples	140	0.6 <sup>b</sup> ± 0.7

\*Medias con diferente literal en el súper índice en la misma columna indica diferencias estadísticamente significativas (P≤0.05).

Fuente: Elaborada con datos de encuestas aplicadas a productores de maíz PIMAF 2016.

#### **5.4.5. El actor institucional en la difusión y adopción de innovaciones en el cultivo maíz**

El papel de los diferentes actores identificados en la difusión y adopción de innovaciones en el sistema de producción de maíz se presenta en la Figura 11. En general, todos los actores identificados como fuentes de innovación entre los productores se centran en la enseñanza y difusión de prácticas sobre el manejo de cultivo y sanidad. Las empresas rurales y familiares difunden innovaciones de todas las categorías excepto las de financiamiento. Además, se observa la presencia y participación de proveedores de insumos, clientes y funciones múltiples, estos actores tienen relevancia en la enseñanza de las innovaciones de casi todas las categorías, principalmente en las innovaciones de las categorías de sanidad y manejo del cultivo.

Los prestadores de servicios profesionales esencialmente fueron fuente de aprendizaje de las innovaciones de las categorías de sanidad y manejo del cultivo. Esto señala que los extensionistas se siguen enfocando al aspecto agronómico, además de la necesidad de fortalecer sus habilidades y capacidades de los mismos en otras áreas para mejorar su desempeño en su actividad laboral (Landini, 2013). Entre los actores institucionales, destacan las instituciones de servicios financieros, de las cuales los agricultores aprenden principalmente las innovaciones de financiamiento, como el acceso a crédito y seguro agrícola. Su acción es relevante porque brindan el conocimiento acerca de la gestión del capital económico necesario para que el agricultor lleve a cabo su actividad productiva, además de proveer seguros y créditos al agricultor, lo cual es vital para que continúe produciendo e innovando.

Las instituciones de enseñanza e investigación se concentran en la instrucción de prácticas relacionadas con el manejo del cultivo con el 58% y solo en 2% en las innovaciones de financiamiento y organización. Aunque las universidades tienen como función desarrollar capacidades en los profesionales del sector rural, y los centros de investigación el de generar conocimiento y aprendizaje a los agricultores, en el caso de los institutos de investigación; realizan una importante labor de promoción de la innovación. Por ejemplo, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha realizado un importante trabajo en la difusión del uso de maquinaria y equipo entre los agricultores.

Por otra parte, las instituciones gubernamentales imparten o facilitan cursos en diferentes rubros y ayudan a mejorar la eficiencia de las empresas (De Gortari & Santos, 2011). Estas instituciones difunden una diversidad de innovaciones, principalmente aquellas relacionadas con el aspecto técnico del cultivo como manejo del cultivo, nutrición y sanidad; y en menor medida las relacionadas con organización y financiamiento.

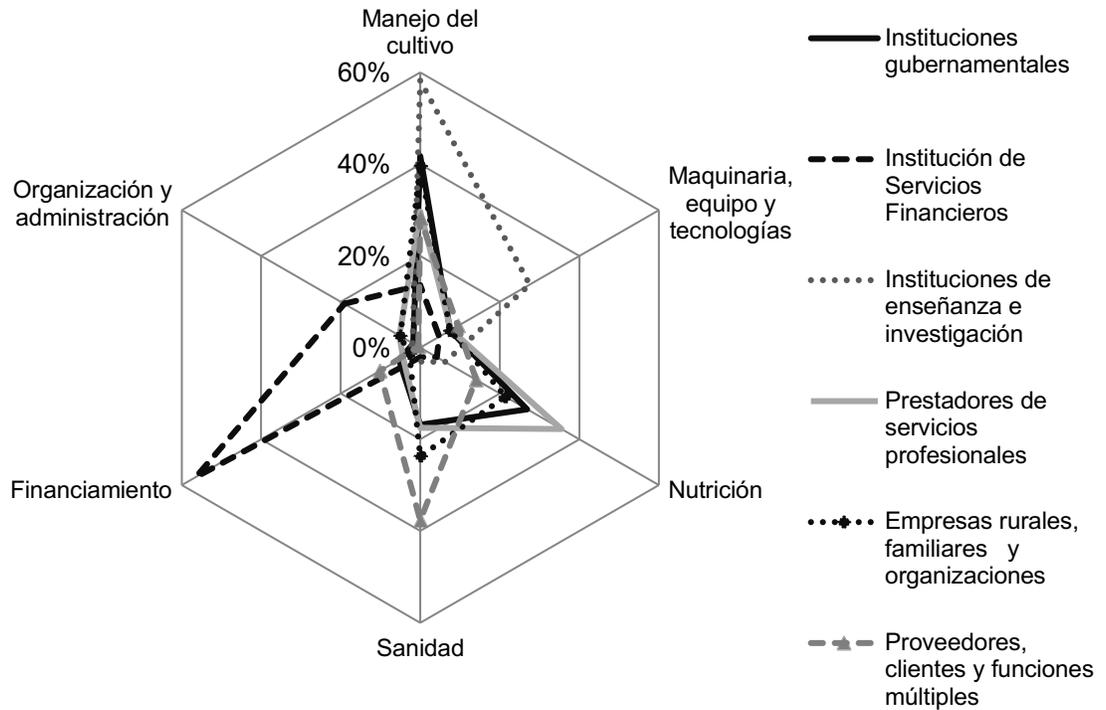


Figura 11. Innovaciones promovidas por las instituciones entre los agricultores.

Fuente: Elaborada con datos de encuestas aplicadas a productores de maíz PIMAF 2016.

Los resultados de este estudio muestran que las instituciones juegan un papel importante en la innovación en las empresas (en nuestro caso, los productores de maíz). Esto concuerda con otros estudios realizados sobre este tema (Jaramillo-Villanueva et al., 2012; Barasa et al., 2017). Por ello, de acuerdo con Galindo et al. (2000), es necesario incentivar en el medio rural la participación de las instituciones del sector, se deben destacar los servicios que ofrecen, sus objetivos, entre otros. Un entramado institucional adecuado, brindará la posibilidad de plasmar en la realidad las iniciativas de innovación; es así, que cobran relevancia los actores institucionales que logren impulsar una mayor

vinculación y sensibilizar al sector productivo sobre la innovación como herramienta fundamental para competir y cerrar brechas de productividad (Buainain et al., 2014).

De esta manera, los actores institucionales en su papel como gestores de innovación podrían facilitar la cooperación e interacción entre los actores involucrados y orientar expectativas de los diferentes grupos participantes en los procesos de innovación (Batterink et al., 2010; Klerkx et al., 2013). Por ejemplo, las instituciones financieras, las que aun cuando no han financiado a muchas de las empresas, sí en cambio proveen asesorías, cursos y apoyos a las unidades productivas. Al igual, las instituciones de educación a pesar de que esta fuera de sus funciones, brindan capacitación a las empresas para la mejora en los procesos productivos (De Gortari & Santos, 2011). En el caso de las universidades agropecuarias su función principal es la formación de profesionales para atender la problemática del sector. Así también, están las instituciones gubernamentales que además de movilizar recursos o apoyos económicos, conocimiento, el acceso a la información para que los agricultores adopten prácticas innovadoras.

En los territorios donde las instituciones funcionan de manera eficaz es más fácil encontrar un entorno que apoye la posible innovación (Méndez, 2006). Por tal motivo, la vinculación de los agricultores con las instituciones de apoyo a la innovación en el sector agropecuario es uno de los desafíos más grandes que, de alcanzarse, les permitirá tener acceso a mayor conocimiento y recursos para el uso de innovaciones que contribuyan a incrementar su productividad.

## **5.5 Conclusiones**

Este artículo evidencia que los agricultores están adoptando innovaciones que principalmente refieren al aspecto agronómico del cultivo y que sus principales fuentes de innovación son otros productores y familiares. No obstante, los actores institucionales que fueron poco mencionados por los productores de maíz como fuentes de aprendizaje de las innovaciones, desempeñan un papel relevante en la difusión y adopción de las mismas. Las instituciones mostraron la mayor cobertura de difusión de las innovaciones entre los agricultores y favorecieron a una mayor adopción de las prácticas en las unidades de producción; esencialmente las relacionadas con la gestión del capital económico, organización, y uso de maquinaria y equipo, las cuales presentaron un menor número de productores adoptadores.

Los actores institucionales (IE, PF e IG) para los productores de maíz podrían ser aliados estratégicos para solucionar problemas o procesos productivos, en la mejora de la competitividad del sector agrícola y del país en general. Sin embargo, se requiere que las instituciones incrementen su grado de vinculación, prestigio y consoliden su participación como fuentes de aprendizaje entre los agricultores. La sinergia entre agricultores e instituciones contribuiría a desarrollar capacidades en los futuros profesionales de acuerdo con necesidades de las unidades de producción agrícola, ofrecer cursos y difundir nuevos conocimientos a sus extensionistas, e incrementar la cobertura de atención de los servicios financieros en los estados.

De esta forma, la colaboración de las instituciones públicas o privadas con los agricultores resulta un reto para fortalecer difusión de conocimientos relativos a la innovación y lograr el desarrollo del sector agrícola en México. En el futuro, sería interesante identificar las condiciones y mecanismos que permiten la comunicación, cooperación y colaboración continua y formal entre las instituciones y agricultores para implementar proyectos encaminados a la integración de tecnología e innovación en la producción agrícola a introducirse con éxito al mercado.

### ***Agradecimientos***

Este artículo se desarrolló en el marco del Convenio de Colaboración "Análisis de redes de innovación en PIMAF, 2016", celebrado entre la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

### **5.6 Literatura citada**

- Albuquerque, L. F. (2008). Innovation, knowledge transfer and territorial economical development: a pending politics. *ARBOR*, CLXXXIV (732), 687–700. <https://doi.org/10.3989/arbor.2008.i732.215>
- Allub, L. (2001). Aversión al riesgo y adopción de innovaciones tecnológicas en pequeños productores rurales de zonas áridas: un enfoque causal. *Estudios Sociológicos*, XIX (2), 467–493.
- Barasa, L., Knoben, J., Vermeulen, P., Kimuyu, P., & Kinyanjui, B. (2017). Institutions, resources and innovation in East Africa : A firm level approach.

- Research Policy, 46(1), 280–291.
- Becerra, R. F., Serna, G. H. M., & Naranjo, V. C. J. (2013). Redes empresariales locales, investigación y desarrollo e innovación en la empresa. Cluster de herramientas de Caldas, Colombia. *Estudios Gerenciales*, 29 (127), 247–257.
- Borgatti, S. P. (2006). Identifying sets of key players in a social network. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 12(1), 21–34. <https://doi.org/10.1007/s10588-006-7084-x>
- Buainain, A. M., Corder, S., & Pacheco, C. A. (2014). Brasil: experiencias de transformación de la institucionalidad pública de apoyo a la innovación y el desarrollo tecnológico. In *Nuevas instituciones para la innovación. Prácticas y experiencias en América Latina* (pp. 85–192).
- Cadena- Iñiguez, P. (2012). El sistema agropecuario de información en la Frailesca para promover la innovación de tecnologías\* The farming information system in La Frailesca to promote innovation of technologies. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(5), 863–877.
- Celaya, M., & Barajas, M. del R. (2012). La academia y el sector productivo en Baja California: Los actores y su capacidad de vinculación para la producción, difusión y transferencia del conocimiento y la innovación. *Región y Sociedad*, 24(55), 41–80.
- COTEC. (2001). *Gestión de la innovación y la tecnología en la empresa*. Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica. Madrid, España.
- De Gortari, R. R., & Santos, C. M. J. (2011). *Aprendizaje e innovación en microempresas rurales* (Universidad). Veracruz. Retrieved from

- <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>
- Díaz-José, J., Rendón-Medel, R., Manrubbio, M. R., & Aguilar-Ávila, J. (2013). Análisis dinámico de redes en la difusión de innovaciones agrícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(7), 1095–1102.
- Díaz, L. G. A. (2011). Análisis de un sistema de innovación regional: una aproximación para el caso de la Región de Los Lagos, Chile. *Región y Sociedad*, XXIII (50), 249–278.
- FIRA. (2017). Servicios y número de agencias instaladas en los estados. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). [www.fira.gob.mx](http://www.fira.gob.mx).
- FR. (2017). Servicios y número de agencias instaladas en los estados. Financiera Rural. <http://www.sagarpa.gob.mx/ProgramasSAGARPA/2013/Documents/Ventanillas%20Finrural.pdf>.
- Galindo, G. G., Tabares, R. W. C., & Gómez, A. G. (2000). Caracterización de productores agrícolas de seis distritos de desarrollo rural de Zacatecas. *Terra*, 18(1), 83–92.
- Jaramillo-Villanueva, J. L., Escobedo-Garrido, J. S., Morales-Jiménez, J., & Ramos-Castro, J. G. (2012). Factores que explican la innovación en microempresarios agropecuarios en el estado de Puebla, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 9(4), 427–439.
- Klerkx, L., Hall, A., & Leeuwis, C. (2013). Fortalecimiento de la capacidad de innovación agrícola: ¿los gestores sistémicos de innovación son la respuesta? *Escalando Innovaciones Rurales*, 413 p.
- Landini, F. (2013). Necesidades formativas de los extensionistas rurales

paraguayos desde la perspectiva de su función, sus problemas y sus intereses. *Trabajo y Sociedad*, 149–160.

Landini, F. (2016). Problemas de la extensión rural en América Latina. *Perfiles Latinoamericanos*, 24(47), 47–68. <https://doi.org/10.18504/pl2447-005-2016>

Mayoral, G. M. B., Cruz, C. P. R., Duarte, O. J. D., & Juárez, M. J. (2015). El perfil del extensionista rural en Baja California Sur (BCS), México. *Revista Global de Negocios*, 3(3), 43–54.

Méndez, R. (2002). Innovación y desarrollo territorial: Algunos debates teóricos recientes. *EURE (Santiago)*, 28(84), 1–18.

Méndez, R. (2006). La construcción de redes locales y los procesos de innovación como estrategias de desarrollo rural. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 37(147), 217–240.

Monge, M., & Hartwich, F. (2008). Análisis de Redes Sociales aplicado al estudio de los procesos de innovación agrícola. *Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 14(2), 1–31.

Morales, B. F. (2004). Territorio, redes e instituciones: una experiencia en regiones marginadas de Chiapas. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 35(137), 59–76.

Muñoz, M., Aguilar, J., Rendón, R., & Altamirano, J. R. (2007). Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. UACH - CIESTAAM/PIIAI (Primera). Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo–CIESTAAM/PIIAI.

Muñoz, R. M., Altamirano, C. J. R., Aguilar, Á. J., Rendón, M. R., & Espejel, G. A. (2007). Innovación: motor de la competitividad agroalimentaria. *Políticas y*

- estrategias para que en México ocurra. UACH - CUESTAAM.
- Nieto, A. M., & González, A. N. (2011). Estructura de la industria, entorno Institucional y actividad innovadora en la empresa industrial española. *Información Comercial Española*, (860), 57–72.
- OCDE, & EUROSTAT. (2005). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación (Tercera)*. Comunidad Europea: Grupo Tragsa - Empresa de Transformación Agraria, S.A.
- Rendón, R., Aguilar, J., Muñoz, M., & Altamirano, J. R. (2007). Identificación de actores clave para la gestión de la innovación: el uso de redes sociales (Primera). Estado de México.
- Restrepo, R. C. A. (2010). Entorno y desarrollo de ventajas competitivas: esquema conceptual para analizar el entorno de las empresas. *Sotavento MBA*, (16), 42–53.
- Rodríguez-Gómez, D., & Gairín Sallán, J. (2015). Innovación, aprendizaje organizativo y gestión del conocimiento en las instituciones educativas. *Educación*, 24(46), 73–90.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. The Free Press (5ta ed.). New York.
- Salmerón, G. R., & Gómez, H. S. (2012). Relación entre los factores institucionales y el emprendimiento: Análisis mediante técnicas cuantitativas. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 13(1), 54–72.
- SEP. (2017). *Catálogo de programas de licenciatura y posgrado 2013-2014*.
- Tola, A., & Contini, M. V. (2015). From the diffusion of innovation to tech parks,

business incubators as a model of economic development: the case of  
“Sardegna Ricerche” 176, 494–503.

Úbeda, S. R., & Moslares, G. C. (2008). Innovando la innovación. Boletín  
Económico de Ice, (2942), 27–38.

Villavicencio, C. D. H., & Casalet, R. M. (2005). La construcción de un “Entorno”  
Institucional de apoyo a la industria maquiladora en la frontera norte. Revista  
Galega de Economía, 14(1–2), 1–20.

Zarazúa-Escobar, J. A., Almaguer-Vargas, G., & Márquez-Berber, S. R. (2011).  
Redes de innovación en el sistema productivo fresa en Zamora, Michoacán.  
Revista Chapingo Serie Horticultura, 17(1), 51–60.

Zarazúa, J. A., Almaguer-Vargas, G., & Rendón-Medel, R. (2012). Capital social.  
Caso red de innovación de maíz en Zamora, Michoacán, México. Cuadernos  
de Desarrollo Rural, 9(68), 105–124.

## **5b. El soporte institucional en la adopción de innovaciones del productor de maíz: Región Centro, México**

### **5.1 Resumen**

El objetivo de este trabajo fue identificar a los actores involucrados en sistema de innovación de los productores de maíz de la Región Centro de México, destacando el papel de los actores de soporte institucional en su adopción de innovaciones. Para ello, se entrevistaron 490 productores de maíz atendidos dentro del marco del programa MasAgro 2012, en los estados de Guerrero, Hidalgo, Puebla, Morelos, Estado de México y Tlaxcala. Se midió el grado de adopción de las innovaciones, y mediante la metodología de análisis de redes sociales se analizó la vinculación entre los actores. Entre los estados se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en escolaridad, superficie sembrada, rendimientos e índice de adopción de innovaciones (INAI). A pesar de todos los tipos de vínculo ser significativos ( $p < 0.05$ ) para la adopción de innovaciones del productor de maíz en la región. El vínculo con las instituciones gubernamentales tuvo un mayor peso en el nivel de innovación del agricultor. La diversidad de vínculos y la conexión con agentes externos (como los de soporte institucional) en el sistema de innovación del productor de maíz contribuye a su adopción de innovaciones.<sup>2</sup>

**Palabras clave:** Vinculación, sistema de innovación, redes sociales.

---

Artículo publicado en la Revista Mexicana de ciencias Agrícolas  
Autor: Julia Sánchez Gómez  
Director de Tesis: Roberto Rendón Medel.

## 5.2 Introducción

El cultivo maíz grano en México, ocupa el 34% del total de la superficie sembrada en México (SIAP, 2015) y el número de unidades de producción involucradas en la actividad son alrededor de 2.2 millones (INEGI, 2015). En el país, el cultivo se siembra principalmente bajo la modalidad temporal y en el ciclo productivo primavera/verano (SIAP, 2015). La producción de maíz grano en México se concentra en ocho estados: Sinaloa, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Chiapas, Guanajuato, Chihuahua y Veracruz; y se produce en dos variedades, la blanca y la amarilla, la primera se utiliza esencialmente para el consumo humano y se dice que se es autosuficiente en ese aspecto, y la segunda variedad, se destina para el consumo animal y a la industria, en la cual se registra un déficit. A pesar de que la producción de maíz en México ha crecido en 1% anual durante el periodo 2000-2013, no alcanza a cubrir la demanda nacional pues su crecimiento ha sido mayor (2%), por lo que se ha tenido que importar este producto (FAO, 2015; SIAP, 2015). La cantidad importada equivale a casi el 40% del volumen consumido, y es resultado de los bajos niveles de producción interna. Por ello, en el país se han hecho esfuerzos institucionales para incentivar la productividad de los maiceros mediante la innovación, la cual ha cobrado en la relevancia para generar ventajas competitivas en las empresas (Hidalgo et al., 2008). Es el caso del programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), impulsado por dos instituciones por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), tiene por objetivo incrementar la producción nacional de maíz mediante la identificación de

actores y establecer alianzas estratégicas potenciales que contribuyan a una mejor difusión de las tecnologías del programa para hacer más eficiente el proceso de extensión.

En este contexto, surgen los Sistemas Regionales Innovación (SIR) modelos de análisis territorial, que ponen énfasis en el impulso de la innovación y desarrollo tecnológico para aumentar la competitividad de las economías regionales (Díaz et al., 2012); y se define como “un conjunto de agentes, instituciones y prácticas sociales vinculadas a la actividad innovadora, y es importante para el desarrollo, adopción y adaptación de innovaciones” (Cruz & Aguilar, 2011). En la actualidad, se reconoce que la gestión de innovación requiere de la vinculación de las empresas con otros actores y es resultado de un aprendizaje interactivo (Muñoz et al., 2007). Su incorporación en los procesos productivos requiere de tres pilares principales: las empresas (organizadas y cohesionadas), soporte institucional (vinculación y transferencia tecnológica) y marco político (Mungaray et al., 2011). La presencia y vinculación de las instituciones con los agricultores en un determinado territorio podría fortalecer o potenciar el proceso innovativo en la actividad económica específica. No obstante, se carece de investigaciones sobre la identificación de los actores institucionales, así como el efecto de su vinculación con el productor para mejorar su nivel de innovación. Los estudios generalmente se enfocan en identificar las variables que inciden en el actuar de dicho sistema (Mejía, 2008), el papel de un determinado componente y la conectividad entre los sistemas (Alberdi et al., 2014).

El objetivo de la presente investigación fue identificar a los actores involucrados en sistema de innovación de los productores de maíz, y valorar el desempeño de

los actores de soporte institucional mediante la cuantificación del efecto de la vinculación en la adopción de innovaciones del agricultor en la Región Centro de México.

### **5.3 Materiales y métodos**

Para el análisis de los actores que integran el sistema de innovación en la Región Centro de México se utilizó la herramienta del Análisis de Redes Sociales (ARS), ya que permite analizar la conexión entre diferentes tipos de actores de una red y la estructura general del sistema que surge de las relaciones sociales que los mismos establecen (Sanz, 2003), así como el cálculo de indicadores de acceso de información que les permite innovar por parte de los productores.

#### ***5.3.1. Área y universo de estudio***

La zona de estudio lo constituyó la Región Centro de México, integrada por seis estados: Guerrero, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala; y aporta alrededor de una cuarta parte de la producción nacional de maíz. Se entrevistaron a 490 productores de maíz atendidos por los técnicos del programa MasAgro 2012, y distribuidos en 69 municipios de la región.

#### ***5.3.2. Instrumento de colecta de información***

La encuesta aplicada a los productores constó de tres apartados: características del productor y unidad de producción, tecnologías o innovaciones y las fuentes de aprendizaje de cada una de las innovaciones. En el primer apartado, se solicitaron los datos para la identificación del productor: nombre, edad, escolaridad, régimen hídrico, superficie, rendimientos, entre otros. El segundo,

se refiere al conjunto de 29 innovaciones para lograr un mejor desempeño o alto impacto en producción de maíz; clasificadas en seis categorías: manejo agronómico, nutrición, sanidad, maquinaria y equipo, financiamiento y organización. El tercer apartado, se centró en analizar los vínculos de aprendizaje o fuentes de información del productor con el resto de los actores del sistema, por ejemplo, compradores, prestadores de servicios profesionales, instituciones de gobierno.

Con la información obtenida de las encuestas a los productores, se construyó una base de datos en Excel® y un Bloc de Notas con los vínculos entre los actores. El archivo del Block de Notas se importó directamente en el de NetDraw 2.083© y Ucinet 6.211©, para realizar la identificación y análisis de actores del sistema innovación en la región.

### **5.3.3. Indicadores utilizados**

Para valorar el grado de adopción de los productores de las innovaciones, se calcularon los siguientes indicadores:

*Índice de adopción de innovaciones (INAI)*. Es el porcentaje promedio de prácticas realizadas por el productor, para cada uno de los productores resulta de promediar los valores del índice de adopción de innovaciones por categoría

$$InAI_i = \frac{\sum_{j=1}^n IAIC_k}{k}$$
 (IAIC), y se construye mediante la siguiente expresión (Muñoz

et al., 2007): Donde:  $InAI_i$  = Índice de adopción de innovaciones del i-ésimo productor,  $IAIC_{ik}$  = Índice de adopción del i-ésimo productor en la k-ésima categoría, y  $K$  = Número total de categorías

*Tasa de adopción de innovaciones (TAI)*. Porcentaje de productores adoptantes

de cada innovación (Rogers, 2003), se calcula con la fórmula: 
$$TAI = \frac{nPAI}{nTP} \cdot 100$$

Donde: nPA= número de productores adoptantes de la innovación, nTP= número total de productores.

#### **5.3.4. Análisis de la información**

El análisis estadístico de los datos se procesó en el software SAS v. 9.0. Para observar las diferencias o similitudes respecto a las características del productor y unidades de producción, así como de su nivel de innovación se realizó una comparación de medias mediante el análisis ANOVA. Para el análisis de los actores involucrados en el sistema de innovación de maíz se empleó el análisis gráfico mediante el software NetDraw 2.083. Con la correlación de Pearson se valoró la relación existente o no entre los vínculos de los diferentes actores fuentes de innovación que mantiene el productor de maíz. Finalmente, con un modelo de regresión lineal se midió el grado de influencia de cada tipo de vínculo en la adopción de innovaciones por el productor.

### **5.4 Resultados**

#### **5.4.1. Características del productor y de la unidad de producción**

Los productores de maíz en la Región Centro de México en su mayoría son de edad avanzada, siendo el estado de Hidalgo el que presenta el mayor promedio con 53 años, nueve años más que los productores de Puebla, los de menor edad con 44 años. Aunque los estados presentan diferencias en la edad de sus

productores no fueron estadísticamente significativas. Respecto al nivel de escolaridad, destaca el estado de Morelos con una media de 11 años de escolaridad que equivale a segundo año del nivel de preparatoria, un estatus de escolaridad muy arriba de los otros estados. Es seguido de Tlaxcala con 7.6 años de escolaridad, lo que es igual a primer año de educación secundaria, su media difiere de los otros estados excepto de Hidalgo, con el cual no presenta diferencias estadísticamente significativas. Los productores que presentan un menor nivel de escolaridad son de los estados de Puebla, Guerrero y Estado de México, en promedio su escolaridad es equivalente a primaria incompleta. Cabe mencionar que estas dos características de los usuarios son de importancia, ya que constituyen un factor condicionante que podría influir en su decisión de utilización de ciertas tecnologías (Pérez & Terrón, 2004).

Otra característica relevante es la superficie sembrada con el cultivo maíz, los productores de Tlaxcala tienen en promedio seis hectáreas sembradas con el cultivo maíz, media estadísticamente diferente al del estado de Puebla y Guerrero, quienes tienen una menor superficie con 2.8 y 2.3 hectáreas respectivamente. El tamaño del predio podría ser un obstáculo para la innovación (Didier & Brunson, 2004) debido a que si es pequeño podría ser no rentable introducir ciertas prácticas. En rendimiento promedio por hectárea los estados Puebla, Hidalgo y Tlaxcala, obtuvieron los menores rendimientos en el año 2011. El estado de Morelos tuvo una media de rendimientos en sus productores estadísticamente diferente a los demás. En el caso del Estado de México su media fue de 1.7 toneladas por hectárea, y esta no presentó diferencias

estadísticamente significativas con Guerrero y los tres estados con los promedios más bajos.

En general, los estados de Puebla, Hidalgo y Estado de México mostraron los menores promedios en escolaridad, superficie sembrada con maíz y rendimientos obtenidos por hectárea. En Guerrero a pesar de que los productores tienen bajo nivel de escolaridad y menor superficie sembrada, ocuparon el segundo lugar en rendimientos en el ciclo anterior con 2.54 t/h, lo cual podría señalar a un tipo de producción más intensiva. Los productores de Tlaxcala tienen una mayor superficie sembrada y un grado de escolaridad mayor, pero sus rendimientos son menores.

Cuadro 11. Características del productor y unidad de producción por estado

Estado	N	Edad	Escolaridad	Superficie Sembrada	Rendimiento del Ciclo Anterior
Guerrero	170	47.6 ± 14.5 <sup>a</sup>	4.7 ± 3.4 <sup>c</sup>	2.3 ± 2.1 <sup>c</sup>	2.5 ± 1.5 <sup>b</sup>
Hidalgo	25	53.1 ± 12.7 <sup>a</sup>	6.2 ± 3.9 <sup>bc</sup>	3.4 ± 2.0 <sup>abc</sup>	1.6 ± 1.6 <sup>c</sup>
Estado de México	93	49.3 ± 16.8 <sup>a</sup>	5.1 ± 4.3 <sup>c</sup>	4.8 ± 5.1 <sup>abc</sup>	1.7 ± 0.7 <sup>bc</sup>
Morelos	29	46.1 ± 13.4 <sup>a</sup>	11.0 ± 2.5 <sup>a</sup>	5.1 ± 8.3 <sup>ab</sup>	5.8 ± 1.0 <sup>a</sup>
Puebla	100	44.2 ± 20.6 <sup>a</sup>	5.8 ± 3.4 <sup>bc</sup>	2.8 ± 4.0 <sup>bc</sup>	1.6 ± 1.2 <sup>c</sup>
Tlaxcala	73	47.5 ± 20.3 <sup>a</sup>	7.6 ± 3.8 <sup>b</sup>	6.0 ± 6.0 <sup>a</sup>	1.4 ± 1.4 <sup>c</sup>

\*Medias con diferente literal en el súper índice en la misma columna indica diferencias estadísticamente significativas (P<0.05).

Fuente: Información obtenida con encuestas a productores de maíz, 2012.

#### **5. 4.2. Grado de adopción de innovaciones por las agroempresas**

En región las innovaciones con mayor tasa de adopción fueron: control de malezas con el 69%, uso de semilla mejorada con 49%, uso de abonos orgánicos con 44% y fertilización fraccionada con 43% de adoptantes. Estas innovaciones poseen las características de fácil experimentación, resultados visibles y baja inversión, atributos determinantes en la decisión de adoptar o no del productor (Rogers, 2003). A diferencia de otro tipo de innovaciones cuya tasa de adopción fue menor al 3% de adoptadores, como lo fue: camas permanentes tipo de riego tecnificado, uso de semilleros nacionales, nivelación de suelos y uso de sensores infrarrojos. El requerimiento de conocimiento especializado para su aplicación y la inversión requerida para su aplicación es lo que podría estar dificultando su adopción por el agricultor.

Con relación al índice de adopción por categoría de innovación (INAI) del productor, el promedio mayor lo obtuvo el estado de Morelos con el 53.6 %, en las seis categorías de innovación mostró diferencias estadísticamente significativas con los demás estados. Le siguió en orden de importancia el estado de Tlaxcala con INAI de 26.4%, cantidad favorecida por las categorías de financiamiento y organización. El Estado de México, Guerrero y Puebla tuvieron la menor adopción de innovaciones entre sus productores, principalmente en las categorías de maquinaria y equipo, organización y financiamiento. El estado de Hidalgo tuvo un INAI promedio del 20.0%, cantidad que no difirió estadísticamente de los tres estados con INAI más bajo y Tlaxcala.

Las innovaciones de la categoría sanidad en promedio tuvieron una mayor adopción por el productor en la región con el 43%, refiere a las prácticas control de malezas, enfermedades y plagas; y le siguió la categoría de manejo agronómico con 29% que incluye las innovaciones labranza mínima, uso de cultivos de cobertura, uso de semilla mejorada, asociación y rotación de cultivos.

Cuadro 12. Adopción de innovaciones entre los productores de maíz de la Región Centro de México.

Estado	N	Manejo agronómico	Sanidad	Maquinaria y equipo	Nutrición	Financiamiento	Organización	INAI promedio
Guerrero	170	21.9 ± 18.4 <sup>b</sup>	41.9 ± 28.3 <sup>bc</sup>	2.6 ± 7.71 <sup>c</sup>	26.0 ± 18.7 <sup>b</sup>	9.8 ± 16.0 <sup>c</sup>	8.0 ± 21.3 <sup>b</sup>	18.4 ± 10.7 <sup>c</sup>
Hidalgo	25	30.9 ± 20.0 <sup>ab</sup>	25.3 ± 33.7 <sup>c</sup>	12.0 ± 16.3 <sup>b</sup>	26.5 ± 22.9 <sup>b</sup>	17.3 ± 21.7 <sup>c</sup>	8.0 ± 17.4 <sup>b</sup>	20.0 ± 14.0 <sup>bc</sup>
Estado México	93	21.8 ± 17.1 <sup>b</sup>	34.0 ± 26.9 <sup>bc</sup>	2.2 ± 7.95 <sup>c</sup>	17.6 ± 12.5 <sup>b</sup>	3.6 ± 10.3 <sup>c</sup>	8.2 ± 15.2 <sup>b</sup>	14.6 ± 10.0 <sup>c</sup>
<b>Morelos</b>	<b>29</b>	<b>33.5 ± 14.4<sup>a</sup></b>	<b>77.0 ± 29.6<sup>a</sup></b>	<b>21.6 ± 12.8<sup>a</sup></b>	<b>62.1 ± 24.2<sup>a</sup></b>	<b>65.5 ± 38.3<sup>a</sup></b>	<b>62.1 ± 33.0<sup>a</sup></b>	<b>53.6 ± 17.5<sup>a</sup></b>
Puebla	100	19.9 ± 17.9 <sup>b</sup>	36.7 ± 34.0 <sup>bc</sup>	3.0 ± 8.9 <sup>c</sup>	18.5 ± 16.5 <sup>b</sup>	4.3 ± 13.9 <sup>c</sup>	15.3 ± 23.4 <sup>b</sup>	16.3 ± 11.0 <sup>c</sup>
<b>Tlaxcala</b>	<b>73</b>	<b>22.1 ± 12.1<sup>b</sup></b>	<b>45.2 ± 28.5<sup>b</sup></b>	<b>4.1 ± 14.4<sup>c</sup></b>	<b>24.8 ± 16.9<sup>b</sup></b>	<b>42.9 ± 43.9<sup>b</sup></b>	<b>19.2 ± 21.45<sup>b</sup></b>	<b>26.4 ± 10.5<sup>b</sup></b>

\*Medias con diferente literal en el súper índice en la misma columna indica diferencias estadísticamente significativas (P<0.05).

Fuente: Información obtenida con encuestas a productores de maíz, 2012.

### **5.4.3. Conectividad agroempresarial**

El análisis de la Región Centro incluye la información de seis estados (Puebla, Tlaxcala, Estado de México, Morelos, Hidalgo y Guerrero) y 69 municipios. Con el análisis del sistema de innovación de los productores de maíz se identificaron a 1,089 actores en total de Región, de los cuáles 58.1% corresponde a productores o Empresas Rurales (ER), el 17% a familiares (FAM) de esos productores (FAM) y 1.3% Organizaciones de productores (OR), lo que señala en la región una fuerte tendencia de los maiceros a consultarse entre ellos mismos sobre la innovación. Un aspecto importante que destacar es la presencia de actores de soporte institucional para la innovación, como lo es la identificación de 160 (14.7%) Prestadores de Servicios Profesionales (PS) en la zona, que proporcionan asistencia técnica y capacitación y son fuente de información de innovación para los maiceros. Así como, la participación de 26 (2.4%) Instituciones Gubernamentales (IG), ocho (0.7%) Proveedores de Servicios Financieros (PF) y siete (0.6%) Instituciones de Enseñanza e Investigación (IE). En adición, se nota la participación de los Proveedores de Insumos del 3.9%, y algunos actores de Funciones Múltiples (FM) con 0.9% y Clientes (CI) con 0.3%. En el estado de Guerrero se levantó información en 17 municipios, incluye 408 nodos o actores, entre ellos, existen 549 relaciones de aprendizaje técnico de diferentes innovaciones. El sistema de fuentes de aprendizaje para la innovación se encuentra en mayor parte en una estructura integrada, no obstante, existe un subgrupo de actores aislados y algunas empresas sin conexión. En el Estado de México la información corresponde a ocho municipios, con una cantidad de 180 relaciones existentes y 197 actores en su sistema. La estructura se encuentra

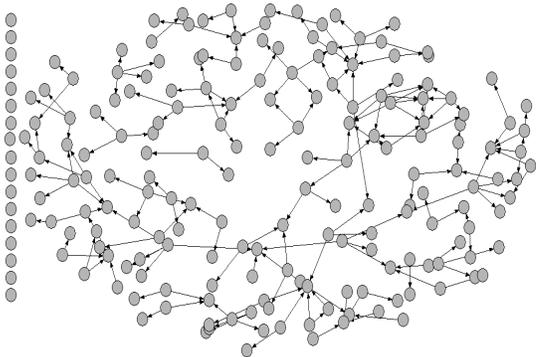
difusa, fraccionada y con un gran número de nodos sueltos, lo cual se podría explicar por dos razones, la primera es la dispersión geográfica y la segunda es la posible ausencia de actores articuladores al interior. El estado de Tlaxcala integra información de 12 municipios, el sistema se forma de 143 actores y 218 vínculos, se encuentra fraccionado en seis sub-grupos; un aspecto importante es que no existen nodos sueltos (nodos que no estén conectados con otros), lo que indica que productores reconocen la importancia de allegarse de información para el aprendizaje de innovaciones relacionadas con la producción de maíz.

En Puebla se obtuvo información de 21 municipios, tiene una cantidad de 257 relaciones existentes y 222 actores. La estructura del sistema es difusa, sin embargo, en su interior se distinguen más de diez pequeñas aglomeraciones de actores, lo cual se podría explicar por la distancia geográfica. En Morelos se analizó información de seis municipios, se identificaron 72 nodos con 199 relaciones (Figura 12). El sistema se encuentra en mayor parte cohesionado, y algo importante de resaltar es que se unen por el papel que juegan cinco actores articuladores, este tipo de actores son de importancia en la implementación de proyectos de difusión de tecnologías. En el estado de Hidalgo, se levantó el menor número de encuestas (25) en cinco municipios; y por tanto dio como resultado un número de 47 actores y 52 vínculos. Existen dos nodos aislados o que no se conectan al resto de los actores y cinco pequeños subgrupos lo que denota su alta fragmentación de la misma. Lo anterior podría atribuirse posiblemente a la falta de información.

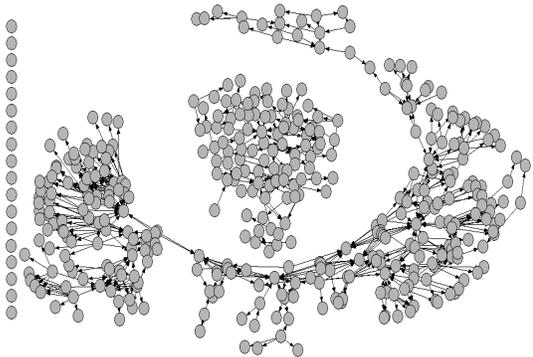
En general, cada estructura del sistema influye alcance de los productores para obtener información y conocimiento para la innovación; no obstante, se pueden

identificar actores con importancia local debido a su número de vínculos y posición en la red. Así mismo, el papel de articular de las estructuras bien podría corresponder a los diferentes actores de soporte institucional, los cuales son principalmente cuatro: Institución de Enseñanza e Investigación (IE), Institución Gubernamental (IG), Proveedor de Servicios Profesionales (PS) y Proveedor de Servicios Financieros(PF)

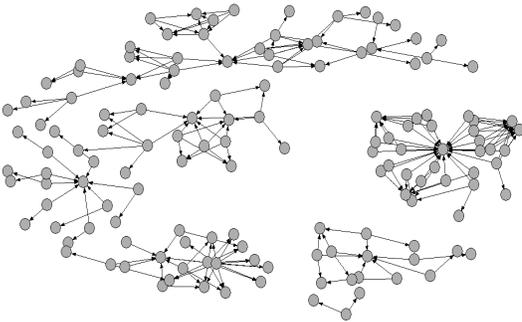
Estado de México



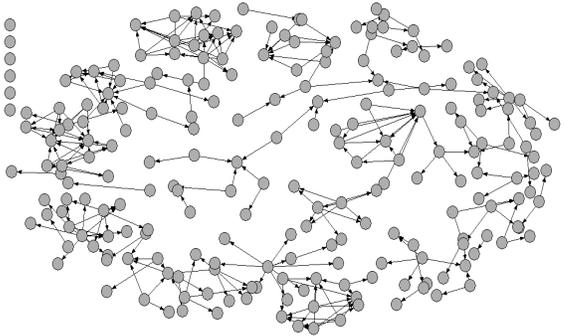
Guerrero



Tlaxcala



Puebla



Hidalgo



Morelos



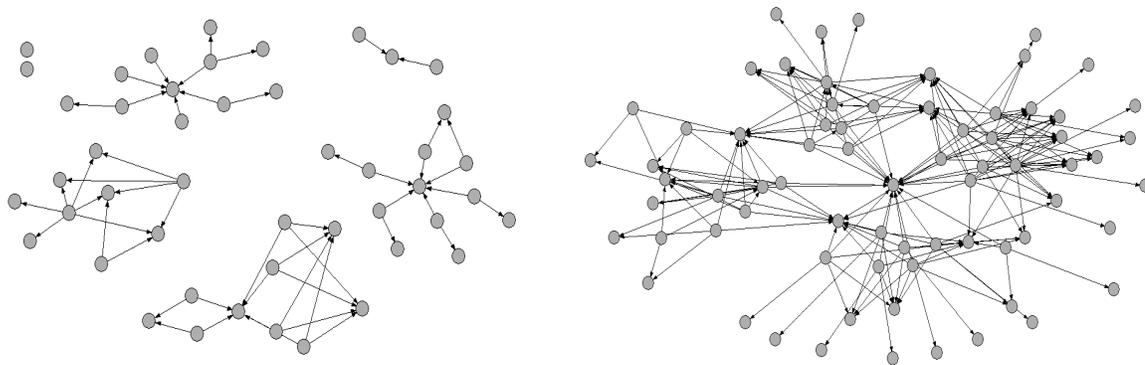


Figura 12. El sistema de fuentes de aprendizaje para la innovación de los productores de maíz en la Región Centro.

Fuente: Información obtenida con encuestas a productores de maíz, 2012.

#### **5.4.4 Los actores de soporte institucional en el sistema de innovación**

En la Región Centro, los actores que predominan en el sistema de innovación de los productores de maíz son otras agroempresas rurales con el 50%, y son fuente primordial de información para innovación, lo cual muestra la poca diversidad de fuentes de aprendizaje en algunos estados. Para el caso de los estados Puebla, Tlaxcala e Hidalgo, el segundo lugar lo ocupan los Prestadores de Servicios Profesionales (PSP) con el 17% en promedio. En el estado de Guerrero y Estado de México existe una fuerte influencia de los familiares sobre los productores en cuestión de la innovación, con el 23% y 18% respectivamente, y en tercer lugar se encuentran PSP con el 13%.

Respecto a la vinculación que mantiene el agricultor con cada tipo de actor, en los estados de Morelos e Hidalgo se destaca la vinculación con las Instituciones Gubernamentales (IG), ya que 36.9% y 25% de los actores mencionaron relacionarse con esta categoría; en los otros estados su participación se

encuentra entre 1 y 2%. Las instituciones de Enseñanza e Investigación (IE) solo participan en el Tlaxcala con 6.5% y Guerrero con el 1.1% y, lo que señala una baja vinculación con el sector, aunque su presencia debiera destacar por su papel en el desarrollo de conocimiento e información sobre nuevas tecnologías. Otros de los actores institucionales de suma importancia son los Proveedores de Servicios Financieros (PF), aquellos que proporcionan seguros y financiamiento a las empresas rurales para la producción de maíz. Sin embargo, solo en tres de los seis estados los productores están vinculados con este tipo de actor, en Tlaxcala con 8.3%, Guerrero 4.4% y Puebla con el 0.8%.

En forma general, se podría decir que el estado de Guerrero y Tlaxcala tienen la participación de los cuatro tipos de actores de soporte institucional, lo que hace más diverso su sistema para generar innovación. El Estado de México tiende a hacer un sistema más homogéneo debido a la poca participación de otros actores como fuente de conocimiento innovador para los productores de maíz.

En el caso de los estados Hidalgo y Tlaxcala presenta una baja vinculación entre sus productores, lo que hace que tengan un sistema desequilibrado en sus fuentes de innovación internas y externas. El estado de Guerrero posee el sistema de innovación más equilibrado pues casi la mitad de sus vínculos son internos o con otros productores y la otra mitad corresponde a agentes externos que incluye a las instituciones de soporte institucional y PI y FM.

Cuadro 13. Diversidad de vínculos en el sistema de innovación del productor de maíz

Estado	Número de vínculos	IG %	PS %	PF %	IE %	PI %	FM %	Vínculos PR (ER, FAM, OR)
Guerrero	548	5.8	33.9	4.4	1.1	5.1	5.1	44.6
Hidalgo	52	25.0	46.2	0.0	0.0	11.5	1.9	15.4
Edo México	181	3.9	43.1	0.0	0.0	1.7	0.0	51.4
Morelos	199	36.9	23.7	0.0	0.0	6.6	0.0	32.8
Puebla	257	0.4	41.2	0.8	0.8	8.9	1.6	46.3
Tlaxcala	216	2.8	44.9	8.3	6.5	19.4	3.2	14.8
Total	1453	9.1	37.0	3.0	1.5	7.9	2.8	38.7

Fuente: Información obtenida con encuestas a productores de maíz, 2012. IG=Instituciones de gobierno; PS=Prestador de servicios profesionales; PF=Proveedor de servicios financieros; IE=Instituciones de enseñanza e investigación; PI=Proveedor de insumos; FM=Funciones múltiples; PR=Productor; ER=Empresas rurales; FAM=Familiar; Org=Organización de productores.

#### 5.4.4.1. Asociación entre los tipos de vínculos de actores de soporte

Los vínculos del productor que presentaron asociación estadísticamente significativa fueron los de prestadores de servicios profesionales y las instituciones gubernamentales, de productores financieros y de enseñanza e investigación, lo anterior se podría atribuir al hecho a que estos fungen como intermediarios entre las instituciones y el agricultor. Lo cual, sugiere que a mayor vinculación con los PS mayor probabilidad tiene el productor de vincularse a este tipo de instituciones. Cabe mencionar que, aunque el grado de asociación es significativo ( $P < 0.05$ ) también es débil.

La vinculación del productor con las instituciones de Productos Financieros se asocia con los actores PI, PS e IE, es decir, a mayor vinculación con este tipo de actores mayor será la vinculación con alguna institución de crédito o seguros agrícolas. Esto podría ser por el flujo de información que ofrecen estos actores acerca de las opciones de financiamiento del productor. Al igual, se encontró una correlación negativa entre estas instituciones y los actores de funciones múltiples, no obstante, aunque es significativa es muy cercana a cero por lo cual no se considera de relevancia.

La vinculación del maicero con instituciones gubernamentales se relaciona con la vinculación con otros productores (familiares y organizaciones de productores) y PI. Lo que podría explicarse porque para acceder algunos de los apoyos que otorgan estas instituciones como lo es asistencia técnica y capacitación y proveeduría de insumos, los productores tienen que organizarse o vincularse entre sí para acceder a ellos, así también para buscar opciones para la adquisición de insumos.

Cuadro 14. Asociación entre los vínculos de aprendizaje para la innovación del productor de maíz.

	PR	PI	FM	PS	IE	IG
PR						
<i>P</i>						
PI	-0.14**					
<i>P</i>	0.00					

FM	0.14**	-0.01				
<i>P</i>	0.00	0.90				
PS	0.01	0.03	0.03			
<i>P</i>	0.77	0.52	0.50			
IE	-0.06	0.00	0.04	0.23**		
<i>P</i>	0.15	0.94	0.35	0.00		
IG	0.27**	0.11*	-0.05	0.10*	0.00	
<i>P</i>	0.00	0.01	0.24	0.03	0.98	
PF	0.05	0.15**	-0.09*	0.24**	0.10*	0.03
<i>P</i>	0.23	0.00	0.05	0.00	0.02	0.54

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Información obtenida con encuestas a productores de maíz, 2012.

#### ***5.4.4.2. Influencia de cada tipo de vínculo a la adopción de innovaciones del productor***

En el modelo de regresión lineal se observa la contribución que tiene el vínculo de cada tipo de actor de soporte institucional en la adopción de innovaciones del productor de maíz. Los actores de mayor relevancia resultaron ser las instituciones gubernamentales, ya que por cada vínculo adicional que se establezca con alguna de ellas, la adopción de innovaciones del maicero se incrementará en 8.50 puntos porcentuales. Las instituciones de enseñanza e investigación tienen gran potencial para convertirse en una de las principales fuentes de conocimiento y aprendizaje para los agricultores. Sin embargo, tienen

poca presencia en el sistema de innovación, hasta el momento son pocas las que realizan la labor de extensionismo, en especial las instituciones de educación superior que debieran desempeñar un papel central en este proceso (Mungaray et al., 2011). Las instituciones de productos financieros relacionadas con el uso de crédito y otorgamiento de seguros al productor ocupan la quinta posición según el valor de su coeficiente  $\beta$ . Por lo que se infiere que por cada vínculo adicional que el productor establezca con este tipo de actor su grado de adopción se incrementará en 5.19%, esencialmente en la categoría de innovación de financiamiento.

Los prestadores de servicios profesionales son los actores que brindan asesoría y capacitación a los agricultores, y se esperaba que tuvieran el mayor coeficiente o efecto en la adopción de innovaciones por el productor, debido a su papel de intermediario, a su cercanía con el productor y número existente en los estados. Sin embargo, por cada vínculo que incremente o establezca el agricultor con un PS, su adopción de innovaciones aumentara en 4.3 puntos porcentuales.

Existen otros actores como los proveedores de insumos y funciones múltiples que también tienen un rol importante en la adopción de innovaciones por el productor de maíz. No obstante, en el primer caso debido a la relación comercial con los primeros se tendría que poner atención en el tipo de recomendaciones brindadas, y en el segundo, se entiende que debido a sus diversas funciones estos actores desempeñan un rol estratégico en el sistema de innovación.

En el sentido anterior, se nota el papel importante que tienen los actores de soporte institucional, ya que si los productores mantienen sólo vínculos homofilicos o entre sus pares su nivel de innovación se verá poco favorecido. Por

ello, también es necesario que establezca vínculos con agentes externos que contribuyan a dinamizar la innovación en su unidad de producción.

Cuadro 15. Influencia de cada tipo de vínculo en la adopción de innovaciones del productor de maíz.

	B	E.T	P
Constante	7.14	0.83	.000
IG	8.50	0.59	.000
PS	4.28	0.47	.000
PF	5.19	1.55	.001
IE	5.61	2.15	.009
PR	3.16	0.42	.000
PI	6.79	0.93	.000
FM	6.53	1.57	.000
R2	0.57		
P	<0.001		

Fuente: Información obtenida con encuestas a productores de maíz, 2012.

## 5.5 Conclusiones

A pesar de todos los tipos de vínculos resultan ser significativos para la adopción de innovaciones del productor. La vinculación con agentes externos principalmente con instituciones gubernamentales favorece a un nivel mayor de innovación en la producción de maíz, contrario a sí sólo mantiene contacto con

agentes internos (productores, familiares y organizaciones de productores). No obstante, aunque el vínculo del productor de maíz con las instituciones gubernamentales contribuye en mayor medida a su adopción de innovaciones, es importante su vinculación tanto con otros productores como con actores externos. Los primeros servirán como apoyo social e impulso a la innovación dentro del sistema de innovación y; los segundos como es el caso de los actores de soporte institucional, su relevancia radica en que brindarán los incentivos, financiamiento y recursos necesarios al productor para la producción.

Para que el productor de maíz obtenga mejores resultados en rendimiento e innovación debe contar con un sistema de fuentes de aprendizaje para la innovación equilibrado, es decir, con vinculación interna y externa. En este sentido, el Estado de Guerrero tiene un gran potencial de incrementar su nivel de innovación en las categorías de financiamiento y organización mediante una mayor vinculación con los actores de soporte institucional que se encuentran en su sistema de innovación. En el caso del estado de Tlaxcala se requiere consolidar la vinculación interna entre sus productores, de esta manera se pensaría que al socializar y validar entre pares la forma adecuada de aplicar la innovación (que funciona o no) podría ayudar a elevar sus rendimientos. En los estados de Hidalgo, Estado México y Puebla una mayor intervención de las instituciones y vinculación fortalecerá su sistema de fuentes de innovación y contribuirá a una mayor adopción de innovación. Otra función de los actores de soporte institucional en los estados sería fungir como articuladores u orquestadores del sistema, gestionando e intermediando la vinculación entre los diferentes actores para la generación de innovación.

En futuro se podrían incluir en el modelo otras variables que contribuyan al nivel de innovación de los productores también sería necesario ponderar el valor de los vínculos desacuerdo a la calidad de información brindada por cada tipo de actor.

### *Agradecimientos*

Este artículo se desarrolló en el marco del Convenio de Colaboración Mapeo de Redes de Innovación MASAGRO 2013, TTF-2013-019, celebrado entre la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

### **5.6 Literatura citada**

- Alberdi, P. X., Gibaja, M. J. J., & Davide, P. M. (2014). Las tipologías en los sistemas regionales de innovación. El caso de España. *Investigaciones Regionales*, 28, 7–35.
- Cruz, D. D., & Aguilar, Á. J. (2011). Sistemas de Innovación Tecnológica: evolución del concepto y su aplicación en el sector agropecuario mexicano. *Análisis del Medio Rural Latinoamericano*, 95–108.
- Díaz, G., Lemarie, R., & Vallejos, A. (2012). Componentes y dinámicas internas de un Sistema de Innovación Regional: la Región de Los Lagos (Chile). *Ciencia, Docencia y Tecnología*, XXIII (44).
- Didier, E. A., & Brunson, M. W. (2004). Adoption of range management innovations by Utah ranchers. *Journal of Range Management*, 57(4), 330–336.

- FAO. (2015). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/statistics/es/>. Consultado 28 sep, 2015.
- Hidalgo, N. A., Vizán, I. A., & Torres, M. (2008). Los factores clave de la innovación tecnológica: claves de la competitividad empresarial. *Dirección Y Organización*, (36), 5–22.
- INEGI. (2015). VIII Censo Agrícola Ganadero y Forestal, 2007. [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados\\_Agricola/default.aspx/](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx/). Consultado 14 sep, 2015. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mejía, T. J. (2008). Propuesta de Modelo Conceptual del Sistema Regional de Innovación para el estado de Jalisco, México. In XIV Congreso Latinoamericano de Gestión Tecnológica (p. 24). Lima, Perú.
- Mungaray, A., Ramos, J., Plascencia, I., & Moctezuma, P. (2011). Las instituciones de educación superior en el sistema regional de innovación de Baja California. *Revista de la Educación Superior*, XL (158), 119–136.
- Muñoz, M., Aguilar, J., Rendón, R., & Altamirano, J. R. (2007). Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. UACH - CIESTAAM/PIIAI (Primera). Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo–CIESTAAM/PIIAI.
- Pérez, M., & Terrón, M. (2004). La teoría de la difusión de la innovación y su aplicación al estudio de la adopción de recursos electrónicos. *Revista Española Doc. Cient.*, 27(3), 308–329.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. The Free Press (5ta ed.). New York.

Sanz, L. (2003). Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes. *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, (7), 10.

SIAP. (2015). El Sistema de Información Agropecuaria de Consulta y el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://infosiap.siap.gob.mx/>. Consultado 20 sep, 2015.

## **VI. CONCLUSIONES GENERALES**

La innovación por su naturaleza no puede generarse en todos los lugares, ni llegar de la misma forma a todos los territorios y todos los grupos sociales. La innovación se produce de forma específica según las condiciones de cada territorio donde se localizan las empresas, y es afectada por múltiples factores. Por tal razón, el análisis de los factores que la incentivan o inhiben permitirá diseñar e implementar estrategias de gestión de la innovación más cercanas a la realidad y las condiciones que enfrenta el agricultor en los territorios.

En la presente investigación se constató que el proceso innovador en el cultivo maíz es afectado por factores territoriales (la situación productiva del cultivo e interacción social del agricultor). De esta manera, si el cultivo presenta un escenario productivo favorable y los agricultores mantienen una mayor interacción social con los actores institucionales tendrán mayores posibilidades de adoptar nuevas prácticas en sus unidades de producción.

Los municipios productores de maíz en México se ubican en diferentes escenarios productivos; y de acuerdo con la situación en la que se encuentran los agricultores adoptan distintas prácticas innovadoras. Los escenarios donde la producción de maíz está en auge, ya sea por la superficie sembrada, por los rendimientos o ambos, el nivel de innovación de los agricultores es mayor y las innovaciones principalmente adoptadas se relacionan con financiamiento y sanidad. En contraste, un escenario desfavorable para la producción de maíz

implica una menor tendencia de los agricultores a invertir en innovación y una menor aplicación de prácticas innovadoras, y si adoptan son prácticas de menor costo.

Respecto al efecto de la interacción social en la innovación, se identificó que los vínculos de aprendizaje que mantiene el productor de maíz con los distintos actores de su territorio contribuyen a su nivel de adopción de innovaciones. En especial, el vínculo con actores institucionales aporta al agricultor mayor conocimiento sobre nuevas prácticas, que se refleja en un mayor índice de adopción de innovaciones. Además, este tipo de actor mostró una mayor cobertura de difusión entre los agricultores y en los territorios. El papel de las instituciones en la innovación agrícola es relevante, difunden y favorecen la adopción de prácticas relacionadas con el financiamiento, organización y uso de maquinaria-equipo. Por lo cual, es necesario consolidar su participación como fuentes de aprendizaje entre los agricultores e incentivarlas a promover innovaciones que atiendan la problemática del sector.

En el sentido anterior, las estrategias de gestión de la innovación orientadas a incentivar la producción de maíz en los territorios deben de tomar en cuenta las capacidades sociales y situaciones productivas de los agricultores. Las estrategias de intervención deben de fomentar mayor vinculación técnica con actores institucionales, ya que la investigación mostró que tienen una baja interacción con los agricultores. Así como, promover los tipos de innovaciones acorde al escenario productivo que se encuentre el productor, y promover la constitución de plataformas tecnológicas regionales o parcelas demostrativas modelo donde el productor pueda ser capacitado e informado sobre las

innovaciones productivas y de mercado disponibles para el sistema producto maíz.

De esta forma, es pertinente que en todos los procesos de gestión de la innovación se asuma que cada territorio es diferente y en esa medida las políticas orientadas a generar, impulsar, desarrollar o potenciar la innovación; deben contemplar estas diferencias y planificar acorde a sus posibilidades y potencialidades, así como de sus limitaciones y restricciones inherentes al escenario productivo. En ese sentido, las recetas o paquetes tecnológicos para generar innovación en los territorios deben analizarse de forma crítica, a pesar de que ya se ha establecido el impacto de algunos elementos y factores clave en la innovación, aún falta conocer otros factores que la afectan e intervienen el proceso innovador, principalmente factores del territorio donde la empresa desarrolla su actividad productiva.

## VII. LITERATURA CITADA

- Albuquerque, L. F. (2008). Innovation, knowledge transfer and territorial economical development: a pending politics. *ARBOR*, CLXXXIV (732), 687–700. <https://doi.org/10.3989/arbor.2008.i732.215>
- Arias, V. J. A., & Fortich, P. F. J. (2010). El panorama teórico de la economía regional y los modelos de análisis territorial. *Finanzas y Política Económica*, 2(2), 9–26.
- Arteaga, M. E., & Lasio, V. (2009). Empresas dinámicas en Ecuador: factores de éxito y competencias de sus fundadores. *Academia. Revista Latinoamericana de Administración*, (42), 49–67.
- Ayala-Garay, A., Schwentesius- Rindermann, R., de la O-Olán, M., Preciado-Rangel, P., Almaguer-Vargas, G., & Rivas- Valencia, P. (2013). Análisis de rentabilidad de la producción de maíz en la región de Tulancingo, Hidalgo, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10(4), 381–395.
- Baoua, I. B., Amadou, L., Bakoye, O. N., Abdoulaye, O., Baributsa, D., & Murdock, L. L. (2016). Maize quality in markets in four West African countries. *Journal of Stored Products Research*, 69, 26–30. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2016.05.005>
- Batz, F. J., Peters, K. J., & Janssen, W. (1999). The influence of technology characteristics on the rate and speed of adoption. *Agricultural Economics*, 21(2), 121–130. [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(99\)00026-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(99)00026-2)
- Becerra, R. F. (2008). Las redes empresariales y la dinámica de la empresa: aproximación teórica. *Innovar*, 18(32), 27–46.

- Chaparro, J. (2003). Innovación Tecnológica y Territorio. Cuadernos de Geografía, XII (1–2), 29–60. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4015429.pdf>
- Coque, J., González-Torres, P. L., López-Mielgo, N., & Vázquez, D. (2014). Análisis de un sistema local de innovación: Agentes y red de relaciones. DYNA, 81(184), 209–216.
- COTEC. (2006). La Persona Protagonista de la Innovación. Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica. Madrid, España.
- COTEC. (2001). Gestión de la innovación y la tecnología en la empresa. Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica. Madrid, España.
- Cristo, J. C. (2011). Promoción de un ambiente innovador para la generación de riqueza y empleo en el territorio rural de la Aer Inta Trenque Lauquen. Memoria Técnica. EEA INTA General Villegas.
- Cuevas, R. V., Baca, J., Cervantes, E. F., & Aguilar, Á. J. (2012). Asistencia técnica en el sector agropecuario en México: análisis del VIII censo agropecuario y forestal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3(5), 943–957.
- Cruz, D. D., Leos, R. J. A., & Altamirano, C. J. R. (2012). La evolución del patrón de cultivos de México en el marco de la integración económica, 1980 a 2009. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3(5), 893–906.
- Damián-Huato, M. A., Cruz-León, A., Ramírez-Valverde, B., Romero-Arenas, O., Moreno-Limón, S., & Reyes-Muro, L. (2013). Maíz, alimentación y productividad: modelo tecnológico para productores de temporal de México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 10(2), 157–176. Retrieved from

/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=&lang=pt

- Damián, H. M. Á., Ramírez, V. B., Parra, I. F., Paredes, S. J. A., Gil, M. A., Cruz, L. A., & López, O. J. F. (2007). Apropiación de Tecnología por productores de Maíz en el estado de Tlaxcala, México. *Agricultura Técnica En México*, 33(2), 163–173.
- Díaz-José, J., Rendón-Medel, R., Manrubbio, M.R., & Aguilar-Ávila, J. (2013). Análisis dinámico de redes en la difusión de innovaciones agrícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(7), 1095–1102.
- Díaz-José, O., Aguilar-Ávila, J., Rendón-Medel, R., & Santoyo-Cortés, H. (2013). Current state of and perspectives on cocoa production in México. *Ciencia e Investigación Agraria*, 40(2), 279–289.
- Diez, J. I. (2008). Organizaciones, redes, innovación y competitividad territorial: análisis del caso Bahía Blanca. *Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 14(3), 1–31.
- Echeverri, R., & Sotomayor, O. (2010). Estrategias de gestión territorial rural en las políticas públicas en Iberoamérica. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile. 93 p.
- Elorie, F. (2009). El papel de las redes sociales en la actividad económica: el caso de los restauradores de Lille. *Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 16(8), 204–227.
- FAO, & SAGARPA. (2012). Capítulo II. Diagnóstico del sector rural y pesquero: Identificación de la problemática del sector agropecuario y pesquero de México 2012. México. 57 p.
- FAO. (2000). El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación 2000. Roma,

Italia. 355 p.

FAOSTAT. (2017). Base de datos estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, estadísticas (FAO).

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. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(00\)00152-1](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(00)00152-1)

González, C. H., & Gálvez, É. J. (2008). Modelo de emprendimiento en Red - MER. Aplicación de las teorías del emprendimiento a las redes empresariales. *Academia. Revista Latinoamericana de Administración*, (40), 13–31.

González, M. A., & Ávila, C. J. F. (2014). El maíz en Estados Unidos y en México: Hegemonía en la producción de un cultivo. *Argumentos, UAM-Xochimilco*, 27(75), 215–237.

Grassini, P., Yang, H., & Cassman, K. G. (2009). Limits to maize productivity in Western Corn-Belt: A simulation analysis for fully irrigated and rainfed conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149(8), 1254–1265. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.02.012>

Henao, D. C. (2012). La teoría de redes: aspectos claves para el análisis de la “fuga de cerebros.” *Trans-Pasando Fronteras*, (2), 97–109.

Hernández, G. I. D. (2007). Localización industrial en México. *Ensayos*, XXVI (2), 43–85.

Herrera, T. F. (2006). Innovaciones tecnológicas en la agricultura empresarial mexicana. Una aproximación teórica. *Revista Gaceta Laboral*, 12(1), 91–

117.

Hibon, A., Triomphe, B., López-Pereira, M. A., & Saad, L. (1993). El maíz de temporal en México: tendencias, restricciones y retos. *Comercio Exterior*, 311–327.

Hidalgo, N. A., Vizán, I. A., & Torres, M. (2008). Los factores clave de la innovación tecnológica: claves de la competitividad empresarial. *Dirección Y Organización.*, (36), 5–22.

Jardón, C. M. (2011). Innovación empresarial y territorio: Una aplicación a Vigo y su área de influencia. *Eure*, 37(112), 115–139. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612011000300006>

Jiménez, J. D., & Sanz, V. R. (2006). Innovación, aprendizaje organizativo y resultados empresariales. Un estudio empírico. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, (29), 31–56.

Kaliba, A. R. M., Featherstone, A. M., & Norman, D. W. (1997). A stall-feeding management for improved cattle in semiarid central Tanzania: factors influencing adoption. *Agricultural Economics*, 17(2–3), 133–146. [https://doi.org/Doi 10.1016/S0169-5150\(97\)00028-5](https://doi.org/Doi 10.1016/S0169-5150(97)00028-5)

Lardizabal, R. (2012). Producción de maíz bajo el manejo integrado de cultivo. Estados Unidos de América.

Lozares, C. (1996). La teoría de redes sociales. *Papers*, (48), 103–126.

Machín, J. (2010). Modelo ECO2: redes sociales, complejidad y sufrimiento social. *Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 18(12), 305–325.

Martí, J. B. i. (2006). La vulnerabilidad relacional: Análisis del fenómeno y pautas

- de intervención. *Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 11(4), 1–17.
- Martínez, M. M. R. (2010). Proyecto Especial de Producción de Maíz de Alto Rendimiento (PROEMAR 2009). Estado de México.
- Maximiliano-Martínez, G., Rivera-Herrejón, M. G., Franco-Malvaíz, A. L., & Soria-Ruiz, J. (2011). La comercialización de maíz después de Conasupo en dos comunidades del norte del Estado de México. *Economía, Sociedad y Territorio*, XI (5), 197–224.
- Méndez, R. (2002). Innovación y desarrollo territorial: Algunos debates teóricos recientes. *EURE (Santiago)*, 28(84), 1–18.
- Méndez, R. (2006). La construcción de redes locales y los procesos de innovación como estrategias de desarrollo rural. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 37(147), 217–240.
- Moctezuma-López, G., Espinosa-García, J. A., Cuevas-Reyes, V., Jolalpa-Barrera, J. L., Romero-Santillán, F., Vélez-Izquierdo, A., & Bustos-Contreras, D. E. (2010). Innovación tecnológica de la cadena agroalimentaria de maíz para mejorar su competitividad: estudio de caso en el estado de Hidalgo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(1), 101–110.
- Morales, M. E., Ortiz, R. C., & Arias, C. M. A. (2013). Factores determinantes de los procesos de innovación: una mirada a la situación en Latinoamérica. *Revista EAN*, (72), 148–163.
- Moreno, S. L. I. (2014). Dependencia de México a las importaciones de Maíz en la era del TLCAN. *El Colegio de la Frontera Norte*.
- Nieto, A. M., & González, A. N. (2011). Estructura de la industria, entorno

- Institucional y actividad innovadora en la empresa industrial española. *Información Comercial Española*, (860), 57–72.
- Nutley, S., Davies, H., & Walter, I. (2002). Learning from the Diffusion of Innovations. *Practice*, 1–29.
- OCDE, & EUROSTAT. (2005). Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación (Tercera). Comunidad Europea: Grupo Tragsa - Empresa de Transformación Agraria, S.A.
- PND. (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Gobierno de la República, México.
- Ramírez, A. O., Gutiérrez, E. A., & Espinosa, T. L. E. (2014). Condiciones económicas de la producción del maíz en los municipios de Frontera Comalapa y La Trinitaria, Chiapas. *Debate Económico*, 3(9), 95–118.
- Ramírez, V. J., & Loza, P. A. (1983). Costos de producción de maíz de temporal con tecnología regional y caevamex. Distrito 066, Texcoco, México. In *Problemas del desarrollo* (pp. 25–59).
- Restrepo, R. C. A. (2010). Entorno y desarrollo de ventajas competitivas: esquema conceptual para analizar el entorno de las empresas. *Sotavento MBA*, (16), 42–53.
- Reyes, O. (2013). Relación redes, innovación y aspectos económicos en el cultivo de hule (*hevea brasiliensis*) en Tezonapa, Veracruz. Universidad Autónoma Chapingo.
- Rivetti, A. R. (2006). Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina. I. Rendimiento en grano de maíz y sus componentes. *Rev. FCA UNCuyo*, XXXVI (2), 25–36.

- Robertson, J., Sorbello, T., & Unsworth, K. (2008). Innovation Implementation: the Role of Technology Diffusion Agencies. *Journal of Technology Management & Innovation*, 3(3), 1–10.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. The Free Press (5ta ed.). New York.
- SAGARPA. (2003). *Situación actual y perspectivas del Maíz 1990-2004*. México. 136 p.
- SAGARPA. (2007). *Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012*. México. 2008 p.
- Santa-Catalina, I. M. (2010). *Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria*. Universidad del País Vasco. 387 p.
- Sanz, L. (2003). Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes. *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, (7), 10.
- Schneider, S., & Peyré, T. I. G. (2006). Territorio y enfoque territorial: de las referencias cognitivas a los aportes aplicados al análisis de los procesos sociales rurales. In *Desarrollo Rural. Organizaciones, Instituciones y Territorio*. V: 71–102.
- Semitiel, G. M., & Noguera, M. P. (2004). Los Sistemas Productivos Regionales desde la perspectiva del Análisis de Redes. *Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 6(3), 1–26. Retrieved from [http://revista-redes.rediris.es/pdf-vol6/vol6\\_3.pdf](http://revista-redes.rediris.es/pdf-vol6/vol6_3.pdf)
- SIAP. (2016). *Resumen nacional por cultivo*. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

- SIACON. (2014). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Información Agrícola de 1980-2014.
- Talukder, M. (2012). Factors affecting the adoption of technological innovation by individual employees: An Australian study. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, 40, 52–57. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.160>
- Tkachuk, C. (2004). Innovación y Territorio como factores de entorno para la competitividad de las PYMES, 1–7. Retrieved from [http://hm.unq.edu.ar/archivos\\_hm/CT\\_innovacion\\_territorio.pdf](http://hm.unq.edu.ar/archivos_hm/CT_innovacion_territorio.pdf)
- Úbeda, S. R., & Moslares, G. C. (2008). Innovando la innovación. *Boletín Económico de Ice*, (2942), 27–38.
- Vázquez, B. A. (2007). Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. *Investigaciones Regionales*, (11), 183–210.
- Vega, J. M., & Rojo, Y. (2010). Red: estructura para generar innovación. *Revista de Ciencias Sociales*, XVI (4), 699–708.
- Venegas, H. (2010). El Cultivo del maíz, historia e importancia. *El Cerealista*, 93, 10–19.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. New York: Cambridge University Press. 825 p.
- Wejnert, B. (2002). Integrating models of diffusion of innovations: A conceptual framework. *Annual Review of Sociology*, 28, 297–326. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.28.110601.141051>
- World Bank, & IMCO. (2007). Integración del mercado norteamericano de maíz: implicaciones para los productores y consumidores mexicanos. 21 p.
- Zarazúa, E. J. A, Solleiro, J. L., Altamirano, C. J. R., Castañón, I. R., & Rendón,

- M. R. (2007). Esquemas de Innovación tecnológica y su transferencia en las agroempresas frutícolas del estado de Michoacán. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma Chapingo. 354 p.
- Zarazúa-Escobar, J. A., Almaguer-Vargas, G., & Márquez-Berber, S. R. (2011). Redes de innovación en el sistema productivo fresa en Zamora, Michoacán. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(1), 51–60.
- Zhang, L., Wen, H., Li, D., Fu, Z., & Cui, S. (2010). E-learning adoption intention and its key influence factors based on innovation adoption theory. *Mathematical and Computer Modelling*, 51, 1428–1432. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2009.11.013>