



*"Enseñar la explotación de la tierra,
no la del hombre"*

Universidad Autónoma Chapingo

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la
Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM)

Doctorado en Ciencias en Problemas Económico-Agroindustriales
(DOCPEA)

La gestión del conocimiento en los productores de maíz en México

TESIS

Que como requisito parcial
para obtener el grado de:

Doctor en Ciencias en Problemas Económico-Agroindustriales

Presenta:

Juan Salvador Jiménez Carrasco

Bajo la supervisión del Dr. Roberto Rendón Medel



APROBADA



Chapingo, Estado de México, 28 de marzo de 2022

LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LOS PRODUCTORES DE MAÍZ EN MÉXICO

Tesis realizada por Juan Salvador Jiménez Carrasco bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito para obtener el grado de:

Doctor en Ciencias en Problemas Económicos Agroindustriales

DIRECTOR:



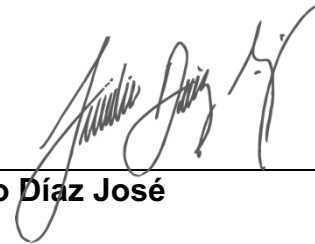
Dr. Roberto Rendón Medel

ASESOR:



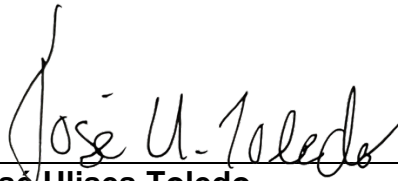
Dr. J. Reyes Altamirano Cárdenas

ASESOR:



Dr. Julio Díaz José

LECTOR EXTERNO:



Dr. José Ulises Toledo

Durante estos años de mi formación
contruí las siguientes frases
que dejaré por aquí:

“Uno es el promedio de sus cinco relaciones más cercanas”.

“Nadie innova más de lo que sus relaciones le permiten”

“El capital social es el pegamento que nos une”.

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Antecedentes	2
1.2	Justificación.....	5
1.3	Planteamiento del problema.....	8
1.4	Preguntas de investigación	11
1.4.1	Pregunta general	11
1.4.2	Preguntas específicas	11
1.5	Objetivos	12
1.5.1	Objetivo general	12
1.5.2	Objetivos específicos	12
1.6	Hipótesis.....	13
1.6.1	Hipótesis general.....	13
1.6.2	Hipótesis específicas.....	13
1.7	Contenido de la tesis.....	14
1.8	Literatura citada.....	15
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	19
2.1	Marco teórico-conceptual	19
2.1.1	Innovación	19
2.1.2	Tipos de innovaciones.....	21
2.1.3	Enfoques sobre la innovación agrícola	26
2.2	Marco de referencia	34
2.2.1	Extensión.....	34
2.2.2	Problemas para la extensión	37
2.2.3	Proceso de adopción de innovaciones. Caso: ProAgro Productivo	41
2.3	Literatura citada.....	44
3	NADIE INNOVA MÁS DE LOS QUE SUS RELACIONES LE PERMITEN: EL CASO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE MAÍZ EN MÉXICO	53

3.1	Resumen	53
3.2	Introducción.....	54
3.3	Materiales y Métodos	57
3.3.1	Recolección y gestión de los datos	57
3.3.2	Análisis de la información.....	60
3.4	Resultados y discusión.....	63
3.4.1	Patrones de adopción de innovaciones en pequeños productores.....	63
3.4.2	Perfil de adoptantes y no adoptantes	64
3.4.3	Heterogeneidad y variables en la adopción de nuevas innovaciones....	65
3.4.4	Fuentes de información para la adopción de innovaciones	68
3.5	Conclusiones.....	70
3.6	Agradecimientos.....	70
3.7	Declaración de intereses.....	71
3.8	Literatura citada.....	71
4	ECOSISTEMA DEL CAPITAL SOCIAL PARA LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA: ¿CONVIENE RELACIONARSE?	81
4.1	Resumen	81
4.2	Introducción.....	82
4.2.1	Capital social, formas y niveles	83
4.2.2	Bonding, bridging y linking, innovaciones y redes.....	84
4.2.3	Marco analítico	84
4.3	Metodología.....	85
4.3.1	Recolección y gestión de los datos	85
4.3.2	Colecta de datos	87
4.3.3	Índice de adopción de innovaciones	87
4.3.4	Redes sociales para el aprendizaje	88
4.3.5	Análisis de los datos.....	89
4.4	Resultados	90
4.4.1	Perfil de los productores.....	90
4.4.2	Formas de capital social.....	90

4.4.3	Combinaciones de capital social	91
4.4.4	Configuración de las relaciones de innovación con el capital social	93
4.4.5	Equilibrio de capital social en la difusión de innovaciones	95
4.5	Discusión	96
4.5.1	Capital social y adopción de innovaciones	97
4.5.2	Matices del capital social en los rendimientos	98
4.6	Conclusiones	99
4.7	Agradecimientos	100
4.8	Declaración de intereses	100
4.9	Literatura citada	100
5	CONCLUSIONES GENERALES	108

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Principales problemas de la extensión reportados en la literatura. ..	37
Cuadro 2. Adopción de innovaciones en la agricultura.	55
Cuadro 3. Definición de variables consideradas en el análisis.....	58
Cuadro 4. Características de productores adoptantes y no adoptantes.....	65
Cuadro 5. Parámetros para estimar la probabilidad de adopción de innovación.	67
Cuadro 6. Capital social, catálogo de actores e innovaciones promovidas.....	87
Cuadro 7. Características de los productores y sus unidades de producción... ..	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exportaciones, importaciones y balance de maíz grano para México (1960-2021).	2
Figura 2. Rendimientos de maíz grano México vs EE.UU. (1960-2021).	3
Figura 3. Variación en los rendimientos estatales de maíz para el año 2018.	4
Figura 4. Problema de investigación.	9
Figura 5. Lógica de las preguntas de investigación.	11
Figura 6. Estructura del documento.	14
Figura 7. Clasificaciones de innovaciones.	22
Figura 8. Surgimiento, evolución y principales autores que han publicado sobre los conceptos de análisis.	27
Figura 9. Elementos de un sistema de extensión.	36
Figura 10. Patrones de innovaciones adoptadas.	63
Figura 11. Cambios en innovación y radialidad.	66
Figura 12. Fuentes de información por tipo de innovación.	69
Figura 13. Marco analítico.	85
Figura 14. Relación de capital social con tipos de innovaciones agrícolas adoptadas.	94
Figura 15. Equilibrio de bonding, bridging y linking y tasa de adopción de innovaciones.	95
Figura 16. Ecosistema del capital social para la innovación.	99

DEDICATORIA

Esté logro se lo dedico a quienes me alentaron a dar y concluir este gran paso en mi vida.

A mi compañera de vida Citlalli Melissa y mi hijo Juan Yahel que han estado a mi lado durante este tiempo, compartiendo grandiosos momentos de mi vida.

A mi madre Rosa María luchadora incansable, por su apoyo incondicional, que sin duda en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor y su compañía, en mis faltas y mis logros. A mi padre Salvador guerrero de profesión, por su perseverancia y constancia que lo caracterizan, y que me ha infundido siempre.

A mis hermanos Ricardo, Víctor Manuel y Diana Cecilia con quienes comparto objetivos, he superado adversidades y disfrutado logros; ellos me han hecho parte de su vida, de su tiempo y me han compartido sus experiencias.

A mis profesores, que he tenido desde que inicie mi vida escolar, que han compartido su tiempo en cultivarme y educarme.

Este logro es también de ustedes, porque soy el reflejo de las vivencias que hemos tenido juntos.

Juan Salvador Jiménez Carrasco

AGRADECIMIENTOS

Doy mis más sinceros agradecimientos a todos mis amigos, personas e instituciones que me han apoyado y permitido avanzar este escalón en mi vida profesional y personal, agradezco a:

A la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) que ha sido el pilar fundamental en mi formación profesional. Al Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y Agricultura Mundial (CIESTAAM) por todas sus valiosas enseñanzas que han fortalecido mi preparación profesional y transformando mi visión del mundo. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento de mis estudios que han sido muy provechosos para mi persona.

Al Dr. Roberto Rendón por sus valiosos consejos y enseñanzas, que han sido importantes en el desarrollo de la presente investigación, así como en mi desarrollo profesional y personal, gracias por su dirección y amistad. Al Dr. Julio Díaz por sus contribuciones y enseñanzas que han contribuido a mi persona, de corazón gracias, Julio. Al Dr. J. Reyes Altamirano por su tiempo, su paciencia y valiosas aportaciones a este trabajo de investigación, y al Dr. José Ulises Toledo por sus enseñanzas, aportes y motivación a mi persona. Gracias por dejarme ser parte de su red.

Juan Salvador Jiménez Carrasco

DATOS BIOGRÁFICOS

Juan Salvador Jiménez Carrasco nació en Tierra Colorada, municipio de Juan R. Escudero, Guerrero. En el 2006 inició sus estudios de licenciatura en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), como Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia. En 2013 inició sus estudios de posgrado en la Maestría en Ciencias en Estrategia Agroempresarial en el CIESTAAM, también se incorpora al grupo de Análisis de Redes de Innovación bajo el liderazgo del Dr. Roberto Rendón Medel, en dicho grupo continuó con el desarrollo de sus habilidades de vinculación en el sector agropecuario del país y participó como instructor a nivel nacional en cursos de análisis redes de innovación, con enfoque en la identificación de actores claves para la difusión de innovaciones.



Se ha desempeñado como consultor – Analista para la Food and Agriculture Organization (FAO). En el proyecto: *Sistemas Alimentarios Sostenibles (SAS) para el estado de Hidalgo* y como Consultor - Responsable técnico para la Agencia Alemana (GIZ) en el proyecto Implementación de la estrategia de fortalecimiento de capacidades técnicas para la sustentabilidad del sector agropecuario y forestal del estado de Oaxaca. Donde se desarrolló el siguiente sitio <https://fortalecimientosus.wixsite.com/site>.

RESUMEN GENERAL

La gestión del conocimiento en los productores de maíz en México¹

La innovación agrícola como aplicación del conocimiento aspira a la mejora social y económica, a través del desarrollo de los pequeños productores. No obstante, la ineffectividad de los procesos de transferencia de innovaciones provoca baja productividad agrícola y el lento crecimiento del sector primario. El objetivo de este estudio fue analizar elementos escalables en la adopción de innovaciones agrícolas que afectan los rendimientos y contribuyen a la mejora del desempeño de los modelos de innovación dirigidos a la producción de maíz en México. Se aplicó una encuesta a productores de maíz del centro y sur de México, dentro de una política nacional de extensión; para el análisis se emplearon análisis descriptivo, comparación de medias, regresión logística y análisis de redes sociales. Los hallazgos revelaron que nadie innova más de lo que sus relaciones le permiten, lo que implica que los vínculos sociales son esenciales en la difusión de innovaciones, incluso más que la edad o escolaridad de los productores. En complemento, existe un ecosistema del capital social en el que los pequeños productores interactúan y los vínculos sociales que establecen deben estar ligados a las diferentes formas del capital social, para obtener mejores rendimientos. Estos hallazgos sugieren que futuras estrategias de extensión deben escalar el desarrollo de vínculos de aprendizaje en los pequeños productores, mediante la combinación de las tres formas (bonding, bridging y linking) de capital social que les permitan adquirir el suficiente conocimiento para innovar.

Palabras clave: Innovación agrícola, modelo de extensión, vínculos de aprendizaje, escalamiento de innovación agrícola.

¹ Tesis de Doctorado en Ciencias en Problemas Económico-Agroindustriales (DOCPEA), Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Juan Salvador Jiménez Carrasco
Director de tesis: Roberto Rendón Medel

GENERAL ABSTRACT

Knowledge management in maize producers in Mexico²

Agricultural innovation as an application of knowledge aims at social and economic improvement through the development of smallholders. However, the ineffectiveness of the innovation transfer processes leads to low agricultural productivity and slow growth in the primary sector. The objective of this study was to analyse scalable elements in the adoption of agricultural innovations that affect yields and contribute to the improvement in performance of the innovation models of maize production in Mexico. Maize producers from central and southern Mexico were surveyed as part of a national extension policy; statistical analysis methods and social network analysis were used for the analysis. The findings revealed that no one innovates more than what their relationships allow them to do so, this means that social ties are essential in the diffusion of innovations, even more than the age or schooling of producers. In addition, there is an ecosystem of social capital where small producers interact and the social ties they establish must be linked to the different forms of social capital for better yields. The findings suggest that future extension strategies should scale up the development of learning linkages in smallholders by combining the three forms of social capital so that these can enable them to acquire sufficient knowledge to innovate.

Keywords: Agricultural innovation, extension model, learning linkages, social capital.

² Doctoral thesis in Agroindustrial Economic Problems, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo.

Author: Juan Salvador Jiménez Carrasco

Supervisor: Roberto Rendón Medel

1 INTRODUCCIÓN

La agricultura mundial está transitando por diversos procesos que afectan su desarrollo, lo que demanda un extensionismo eficiente, pues, mientras que algunos pequeños productores tienen elevados niveles de innovación y rendimientos, muchos más tienen niveles bajos.

Algunos de los procesos por los que transita la agricultura son: el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad, el cambio en los patrones de consumo, la transición del paradigma energético, el desarrollo de la agricultura inteligente y la transición de modelo neoliberalista a neoproteccionista. Estos procesos son permeados por la innovación y exigen una gestión del conocimiento eficiente, que se refleje en los sistemas de extensión agrícola.

En respuesta a la demanda de una gestión del conocimiento eficiente. Diversos países están revisando sus sistemas de extensión agrícola y han migrado de un enfoque lineal impulsado por la oferta, de arriba hacia abajo, a un enfoque sistémico impulsado por la demanda, basado en investigación, desarrollo e innovación (Faure et al., 2012; Klerkx, 2020). Esta migración busca mayor cobertura de agricultores, mayor capacidad para abordar procesos emergentes y mayor difusión de innovaciones sostenibles; todo ello en un entorno de limitaciones presupuestarias principalmente en los países en desarrollo o economías emergentes.

Los modelos de extensión agrícola implementados en México tienen escasa cobertura y eficiencia. Esta situación, en combinación con la experiencia de mi infancia, apoyando a mis padres, quienes son pequeños agricultores de maíz y calabaza, y como la mayoría de los pequeños productores obtienen bajos rendimientos, fueron los motivos que despertaron mi interés en los procesos de transferencia de tecnología. En suma, las charlas con mi director de tesis y asesores fue uno de los motivos para analizar el tema bajo la perspectiva de redes sociales, con el objeto de mejorar rendimientos y los beneficios subsecuentes.

1.1 Antecedentes

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 y es una notable fuente de ingresos para los productores rurales (2.1 millones de unidades de producción siembran el cultivo). Según datos de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP - SIACON, 2021) el cultivo de maíz ocupa el 37.2% de la superficie agrícola sembrada total en México (8,081,273.41 hectáreas) y aporta el 18.2% del total del valor de la producción agrícola del país (\$126 millones de pesos).

Uno de los factores para estudiar el cultivo de maíz grano es que el déficit de maíz, principalmente amarillo, ha incrementado en los últimos 20 años. Las importaciones siguen un comportamiento cuadrático positivo, mientras que las exportaciones han tenido un comportamiento lineal positivo con una tendencia a ser constantes. El balance es el reflejo de las importaciones (Figura 1).

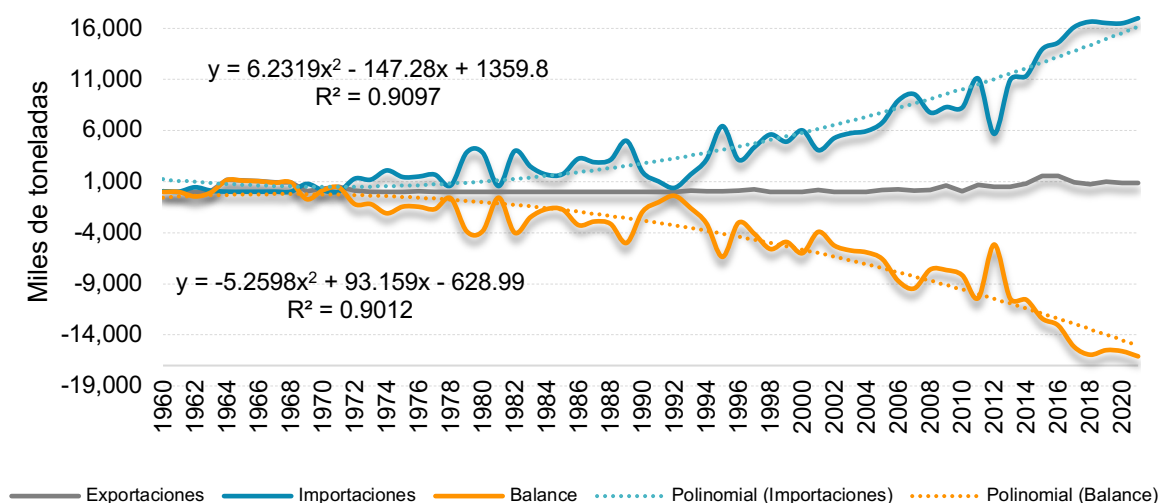


Figura 1. Exportaciones, importaciones y balance de maíz grano para México (1960-2021).

Fuente: Elaboración propia con información de (IndexMundi, 2021).

Un segundo factor es el estancamiento generalizado en los rendimientos de maíz. En los últimos 60 años EE.UU. reportó una tasa de crecimiento de 117 kg de maíz/ha/año, mientras que México tuvo una tasa de crecimiento de 54 kg de maíz/ha/año (Figura 2).

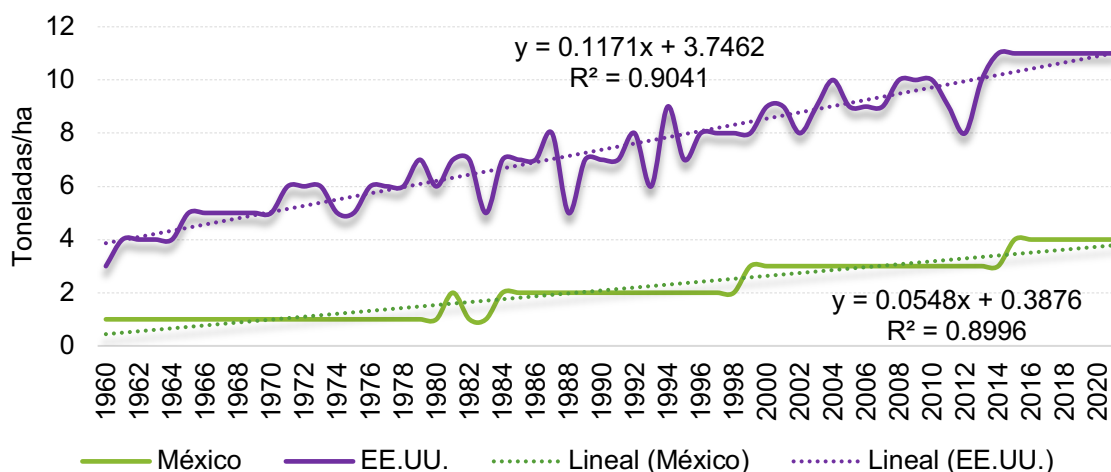


Figura 2. Rendimientos de maíz grano México vs EE.UU. (1960-2021).

Fuente: Elaboración propia con información de (IndexMundi, 2021).

El maíz se cultiva en los 32 estados que integran a México, siendo Sinaloa, Jalisco, México y Michoacán los estados que aportan el 50% de la producción nacional (SIAP - SIACON, 2021). 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); esto refleja el estado de una balanza deficitaria entre la producción y el consumo (IndexMundi, 2021), que requiere de la creciente importación de maíz para satisfacer la demanda interna.

Un tercer factor para estudiar el cultivo de maíz grano, son los grandes contrastes detectados entre estados y municipios en términos de rendimientos y superficies, aunque se observa que un mayor rendimiento por hectárea no necesariamente se explica por una mayor superficie sembrada (Figura 3).

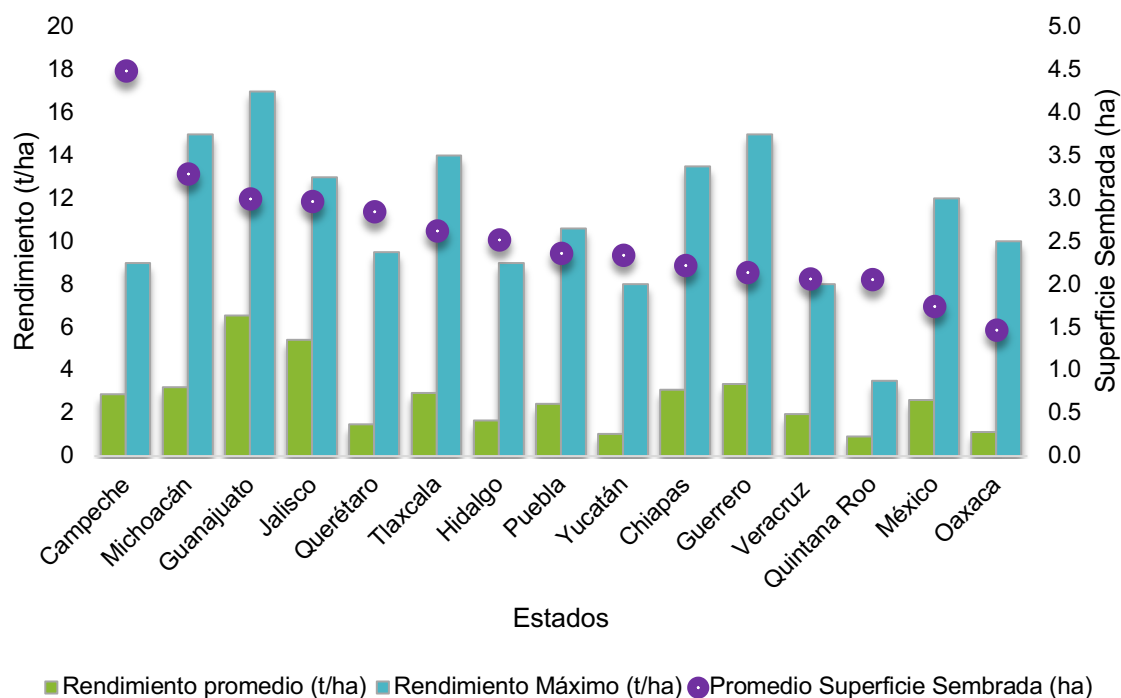


Figura 3. Variación en los rendimientos estatales de maíz para el año 2018.

Fuente: Elaboración propia con datos de(ProAgro & SAGARPA, 2018).

Estadísticas oficiales denotan que, en términos de rendimientos de maíz, México refleja menor grado de competitividad que otros países como EE.UU. Esto se refleja en mayores tasas de importación de maíz, menores tasas de crecimiento en los rendimientos y una heterogeneidad en los rendimientos obtenidos a nivel estatal. La desigualdad puede ser reflejo de diferencias en características biofísicas, uso de prácticas agrícolas diferenciadas, niveles de innovación y uso de tecnologías aplicadas, así como diferentes políticas públicas y económicas que han incentivado a los productores de EE.UU. para obtener mayor eficiencia.

Ante esta situación, la innovación representa una alternativa para aumentar la productividad en las unidades de producción agrícola. Como lo demuestran investigaciones realizadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2012, 2014) la innovación es un factor clave para promover el crecimiento.

1.2 Justificación

El reto global de la agricultura es producir alimentos sanos y nutritivos de forma eficiente, sustentable y sin pérdida de la biodiversidad para 9,100 millones de personas en el 2050. El sector agrícola enfrenta una serie de procesos que buscan contribuir a la producción de alimentos (de Amorim et al., 2019; Fielke et al., 2020; Rockström et al., 2020), al mismo tiempo representan un desafío para que los pequeños productores se apropien de los beneficios que se pueden generar en el largo plazo. En este contexto, la adopción de innovaciones agrícolas juegan un papel importante para satisfacer las necesidades de producción de alimentos (Klerkx & Rose, 2020; Torero, 2020). Por tal motivo, el estudio de los factores que influyen la toma de decisiones en torno a los procesos de adopción de innovaciones agrícolas en los pequeños productores es un tema crucial.

El estudio de los factores relacionados a procesos de innovación agrícola y modelos de extensión para transitar hacia el cambio tecnológico y la innovación, son de interés para los gobiernos e instituciones encargadas de promover el desarrollo agrícola, lo cual, se refleja en las agendas de investigación (Fagerberg, 2006; Faure et al., 2012; Klerkx, 2020; Smits, 2002). Las decisiones que toman los productores para introducir o mejorar una innovación agrícola se han abordado desde el comportamiento planificado y maximización de utilidades.

Nuestras contribuciones evidencian que diversos actores como el gobierno, a través de los extensionistas; el sector privado, a través de los diferentes tipos de proveedores; las instituciones, los consumidores y los productores participan en la difusión de las innovaciones. También que los resultados de la difusión están en función de la disposición o propensión que puedan tener los productores para construir, desarrollar, gestionar y mantener sus redes.

Es así como se puede afirmar que “nadie innova más de lo que sus relaciones le permiten”. Un productor tiene la capacidad de adoptar más innovaciones si aumentan sus vínculos sociales, número de clientes y en menor medida la superficie sembrada. La disposición a preguntar en los productores es un

elemento clave que debe ser considerado desde el diseño, operación y evaluación de futuros programas de extensión. Entonces, las relaciones pueden influir en forma positiva, partiendo de la idea que los actores aún cuando no estén bien conectados poseen conocimientos que aportan valor al proceso de innovación (Landini et al., 2014). Sin embargo, el acto de preguntar es mejor cuando se realiza actores mejor conectados en la red, pues actores mejor conectados tienen acceso a más y mejor conocimiento.

En este sentido, el acceso al capital social a través de las redes es importante para la adopción de innovaciones y la mejora en los rendimientos por al menos dos razones. En primer lugar, la mayoría de los productores del mundo dependen de pequeñas explotaciones agrícolas para su subsistencia y en la mayoría existen factores como el capital social y redes en distintos niveles (Liu et al., 2018; Meijer et al., 2015; Rossi Borges et al., 2019).

En segundo lugar, muchas de estas explotaciones tienen la oportunidad de mejorar sus rendimientos a través de las redes sociales adoptando innovaciones (Dost & Badir, 2019; Hermans et al., 2013; Oreszczyn et al., 2010) . En consecuencia, los productores que dependen de pequeñas explotaciones agrícolas deben reforzar su acceso a capital social a través de sus redes sociales, para ser capaces de responder a los cambios en los sistemas sociales y naturales (Kratzer & Ammering, 2019).

No obstante, la literatura sobre el capital social basado en las redes sociales y sus efectos sobre la adopción de innovaciones agrícolas tienen varios puntos débiles. A menudo no se hace hincapié en la importancia del capital social y las redes sociales sobre los impactos en la adopción de innovaciones y los rendimientos (Knowler & Bradshaw, 2007; Prokopy et al., 2008). Por otro lado, las funciones que desempeñan los actores en las redes sociales de los pequeños productores de bajos ingresos sobre los rendimientos y las formas de capital social, rara vez se combinan para estudiar cómo los productores configuran diferentes tipos de redes para cubrir sus objetivos de innovación (Cofré-Bravo et

al., 2019; Klerkx & Proctor, 2013). Por último, hay pocos análisis cuantitativos y extensivos que evidencien los impactos.

Nuestras contribuciones sugieren que los pequeños productores realizan diferentes configuraciones de sus redes. Las configuraciones dependen del acceso al capital social (*bonding*, *bridging* y *linking*), la disposición a preguntar y el nivel de autoconsumo. Entonces, “los productores que navegan por los diferentes matices del capital social innovan más y tienen mejores rendimientos”. Al mismo tiempo, existen productores dinámicos que gestionan las diferentes formas de capital social, lo cual requiere el empleo de diferentes tipos de lenguaje; el coloquial del productor, otros de tipo técnico y otros más de carácter formal.

1.3 Planteamiento del problema

De acuerdo con McMahon & Valdés (2011) y Rendón-Medel et al. (2015) el extensionismo en México no ha desarrollado su función de detonar procesos sociales sostenibles basados en el conocimiento y la innovación. Incluso cuando existen todos los elementos necesarios para la conformación de un sistema nacional de extensionismo, estos se encuentran desarticulados.

El problema central que aborda esta investigación es la escasa cobertura y efectividad de los servicios de extensión agrícola. Este problema tiene cuatro causas principales: i) baja inversión en investigación y desarrollo; ii) ineffectividad de los procesos de transferencia de innovaciones; iii) desarticulación de las instituciones responsables de la innovación; y iv) políticas inapropiadas para el impulso de la productividad agrícola. Estas causas desencadenan escasos beneficios sociales, rendimientos marginales en cultivos como el maíz, déficit en la balanza comercial y escasa incorporación de innovaciones en explotaciones agrícolas de pequeña escala. En conjunto, los efectos provocan la baja productividad agrícola y el lento crecimiento del sector primario (Figura 4).

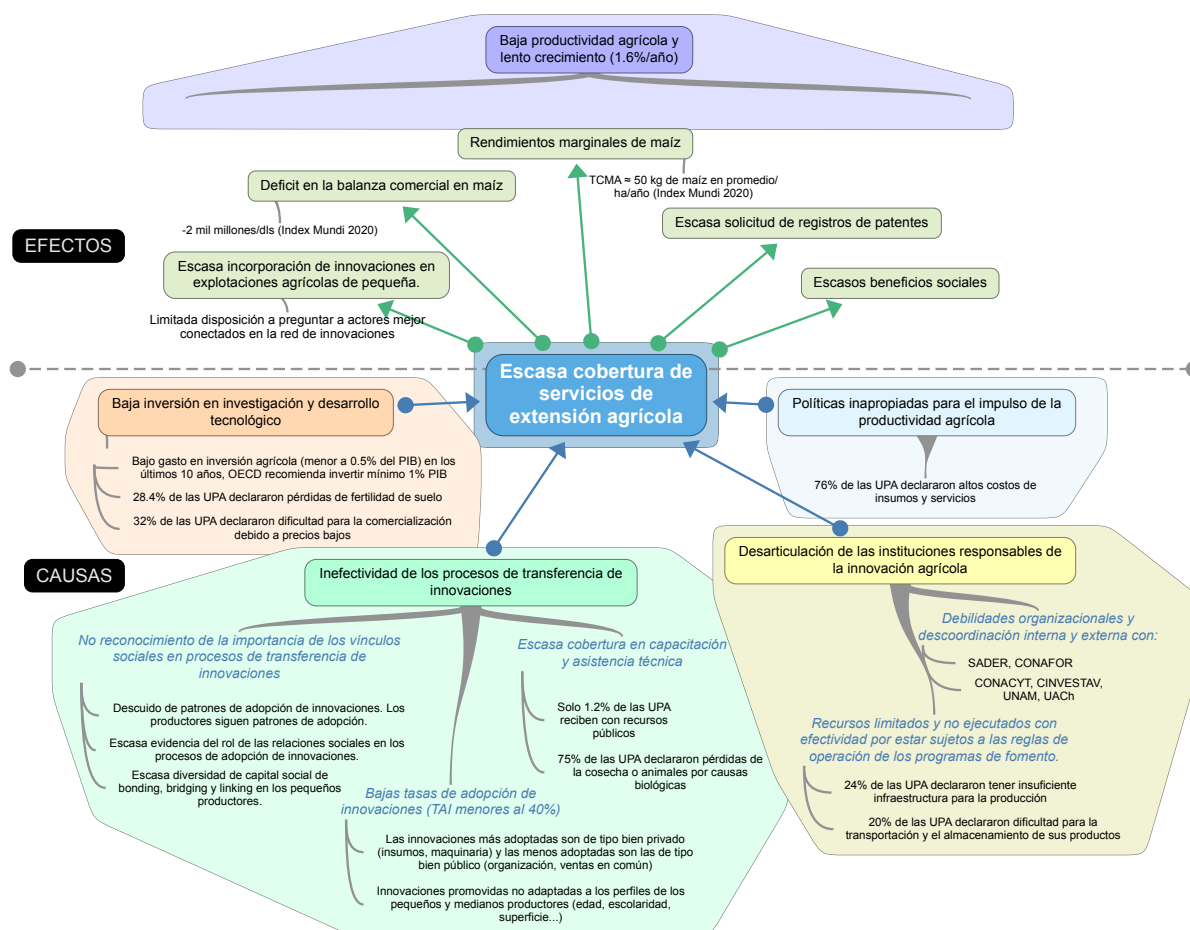


Figura 4. Problema de investigación.

Fuente: elaboración propia.

La inversión en investigación y desarrollo tecnológico se caracteriza por gastos menores al 1% del PIB agropecuario en actividades científicas y tecnológicas relacionadas con el sector agrícola (Goulet et al., 2019). Aunado a pagos no constantes a extensionistas.

Los procesos de transferencia de innovaciones están caracterizados por la baja cobertura de servicios de extensión, de acuerdo al censo agropecuario de 2007 (que es el más reciente en su tipo a la fecha) existen 117 121 unidades de producción de las cuales solo el 1.02% (120.111 unidades de producción) recibieron asistencia técnica y capacitación, y de estos solo 0.5% cubrieron sus

costos con recursos públicos, el resto fueron cubiertos con recursos propios o a través de instituciones privadas (INEGI, 2007).

En esta investigación los sujetos de estudio son los productores de maíz que han participado en algún programa de extensión seleccionado. El objeto de estudio son los programas de extensionismo enfocados a la producción de maíz, foco en ProAgro productivo (bases de datos). El objeto de análisis o fenómeno de estudio es la dinámica de la adopción de innovaciones y los elementos de análisis son las relaciones sociales, el nivel de innovaciones, el perfil de los productores, los tipos de innovaciones y los rendimientos.

Los sujetos de estudio son pequeños productores de maíz grano (blanco o amarillo) con superficies menores o iguales a cinco hectáreas que destinan algún porcentaje al autoconsumo y comercializan sus excedentes de producción, ubicados en el centro y sur de México y que han recibido capacitación y asistencia técnica por lo menos durante un año a través del programa ProAgro Productivo en los años 2017 y 2018.

1.4 Preguntas de investigación

1.4.1 Pregunta general

¿Cuáles son los elementos escalables que mejoran el desempeño de los modelos de extensión agrícola enfocados a la producción de Maíz grano en México?

1.4.2 Preguntas específicas

Las preguntas de investigación siguen una estructura lógica (Figura 5).

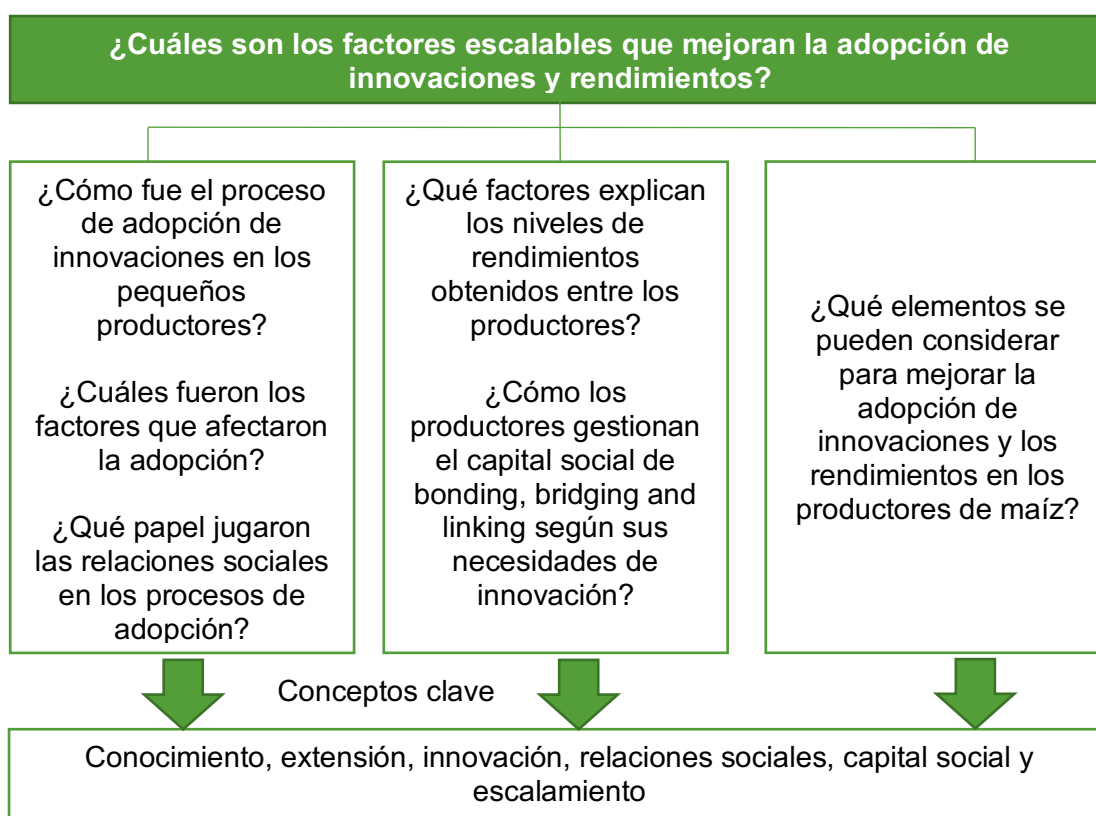


Figura 5. Lógica de las preguntas de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Analizar elementos en la adopción de innovaciones agrícolas que afectan los rendimientos y contribuyen en la mejora del desempeño de los modelos de innovación dirigidos a la producción de maíz en México.

1.5.2 Objetivos específicos

- a) Analizar el rol de las relaciones sociales en la adopción de innovaciones agrícolas en pequeños productores de maíz en el marco de un programa nacional de extensión.
- b) Analizar la forma en cómo los productores gestionan el capital social de bonding, bridging y linking según sus necesidades de innovación.
- c) Proponer elementos que contribuyan a la mejora en la adopción de innovaciones y los rendimientos en los productores de maíz.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

Existen factores escalables como la importancia de los vínculos sociales y la forma del capital social que mejoran la adopción de innovaciones y los rendimientos. Estos factores deben considerarse en los modelos de extensión agrícola para mejorar su desempeño.

1.6.2 Hipótesis específicas

- a) Las relaciones sociales juegan un rol importante en el incremento adopción de innovaciones agrícolas, incluso mayor que la edad del productor, la superficie sembrada o la experiencia, lo que se refleja en el incremento de los rendimientos.
- b) El capital social es activo colectivo en forma de redes sociales, confianza y normas compartidas que facilitan la cooperación y la acción colectiva mejorando la adopción de innovaciones y rendimientos en la medida en que los pequeños productores desarrollan las capacidades para gestionar sus diferentes formas (bonding, bridging y linking).
- c) Los elementos que mejoran la adopción de innovaciones y los rendimientos se asocian de forma positiva con la lógica estructural del modelo de extensión, la observabilidad de las innovaciones, la diversidad de las relaciones sociales y las formas del capital social que gestiona el productor.

1.7 Contenido de la tesis

El documento ofrece en primer lugar una reseña sobre la importancia de la innovación en la producción de maíz en México a través de los modelos de extensión agrícola. Con ello, se aborda el problema de la baja cobertura de los sistemas de extensión agrícola con recursos públicos y sus efectos en la gestión del conocimiento de los pequeños productores.

A continuación, se presentan los principales conceptos y teorías sobre la innovación y los conceptos derivados que facilitan su funcionamiento. Seguido del extensionismo y los problemas asociados.

Posteriormente se abordan dos apartados de resultados en estructura de artículo científico el primero enfocado a demostrar la importancia de las relaciones sociales sobre la adopción de innovaciones. El segundo, pone foco en la importancia de combinar relaciones sociales para obtener mejores rendimientos, todo bajo el enfoque de las formas del capital social de bonding, bridging y linking. Finalmente, se desarrollan las conclusiones generales, y posibles investigaciones futuras.

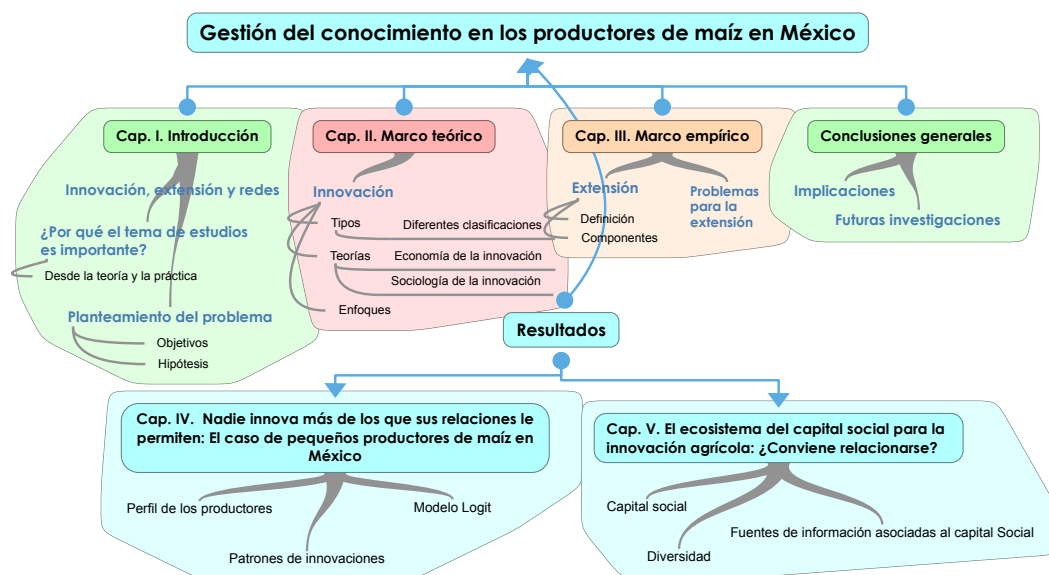


Figura 6. Estructura del documento.

Fuente: Elaboración propia.

1.8 Literatura citada

- Cofré-Bravo, G., Klerkx, L., & Engler, A. (2019). Combinations of bonding, bridging, and linking social capital for farm innovation: How farmers configure different support networks. *Journal of Rural Studies*, 69(July 2018), 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.04.004>
- de Amorim, W. S., Borchardt Deggau, A., do Livramento Gonçalves, G., da Silva Neiva, S., Prasath, A. R., & Salgueirinho Osório de Andrade Guerra, J. B. (2019). Urban challenges and opportunities to promote sustainable food security through smart cities and the 4th industrial revolution. *Land Use Policy*, 87(May), 104065. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104065>
- Dost, M., & Badir, Y. F. (2019). Generation or adoption? The role of social capital. *Management Decision*, 57(7), 1457–1471. <https://doi.org/10.1108/MD-11-2017-1108>
- Fagerberg, J. (2006). Innovation: A guide to the literature. In J. Fagerberg & D. C. Mowery (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation* (Vol. 2004, Issue February 2016). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0001>
- Faure, G., Desjeux, Y., & Gasselin, P. (2012). New Challenges in Agricultural Advisory Services from a Research Perspective: A Literature Review, Synthesis and Research Agenda. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 18(5), 461–492. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2012.707063>
- Fielke, S., Taylor, B., & Jakku, E. (2020). Digitalisation of agricultural knowledge and advice networks: A state-of-the-art review. *Agricultural Systems*, 180(November 2019), 102763. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102763>
- Goulet, F., Le Coq, J.-F., & Sotomayor, O. (2019). *Sistemas y políticas de innovación para el sector agropecuario en América Latina* (Primera). e-papers. <https://agritrop.cirad.fr/593825/1/PoliticasPublicasYSistemasdelInnovacione>

- Hermans, F., Stuiver, M., Beers, P. J., & Kok, K. (2013). The distribution of roles and functions for upscaling and outscaling innovations in agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, 115, 117–128. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.09.006>
- IndexMundi. (2021). *Estadísticas de Maíz*. Importaciones de Maíz de México. <https://doi.org/10.1787/9789264070042-en>
- INEGI. (2007). *Censo Agropecuario*.
- Klerkx, L. (2020). Advisory services and transformation, plurality and disruption of agriculture and food systems: towards a new research agenda for agricultural education and extension studies. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 26(2), 131–140. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2020.1738046>
- Klerkx, L., & Proctor, A. (2013). Beyond fragmentation and disconnect: Networks for knowledge exchange in the English land management advisory system. *Land Use Policy*, 30(1), 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.02.003>
- Klerkx, L., & Rose, D. (2020). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security*, 24(October 2019), 100347. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>
- Knowler, D., & Bradshaw, B. (2007). Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy*, 32(1), 25–48. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2006.01.003>
- Kratzer, A., & Ammering, U. (2019). Rural innovations in biosphere reserves – A social network approach. *Journal of Rural Studies*, 71(April 2018), 144–155. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.01.001>

- Landini, F. P., Long, N. E., Leeuwis, C., & Murtagh, S. (2014). Theoretical Guidelines for a Psychology of Rural Development. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 11(74), 24. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.CRD11-74.tgpr>
- Liu, T., Bruins, R. J. F., & Heberling, M. T. (2018). Factors Influencing Farmers' Adoption of Best Management Practices: A Review and Synthesis. *Sustainability*, 10(2), 432. <https://doi.org/10.3390/su10020432>
- McMahon, M., & Valdés, A. (2011). Análisis del extensionismo agrícola en México. In *50 Mejores Políticas Para Una Vida Mejor: Análisis del Extensionismo Agrícola en México* (Primera). Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/EXTENSIONISMO/ESTUDIO OCDE EXTENSIONISMO.pdf>
- Meijer, S. S., Catacutan, D., Ajayi, O. C., Sileshi, G. W., & Nieuwenhuis, M. (2015). The role of knowledge, attitudes and perceptions in the uptake of agricultural and agroforestry innovations among smallholder farmers in sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 13(1), 40–54. <https://doi.org/10.1080/14735903.2014.912493>
- OCDE. (2012). *Perspectivas ambientales de la OCDE hacia 2050. Consecuencias de la inanición*. <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/49884278.pdf>
- OCDE. (2014). *Rural Policy Reviews: Innovation and Modernising the Rural Economy* (Primera). OCDE. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/19909284>
- Oreszczyn, S., Lane, A., & Carr, S. (2010). The role of networks of practice and webs of influencers on farmers' engagement with and learning about agricultural innovations. *Journal of Rural Studies*, 26(4), 404–417. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2010.03.003>

- ProAgro, & SAGARPA. (2018). *PROAGRO*. PROAGRO.
<https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/proagro-productivo-un-logro-estrategico-de-productividad>
- Prokopy, L. S., Floress, K., Klotthor-Weinkauff, D., & Baumgart-Getz, A. (2008). Determinants of agricultural best management practice adoption: Evidence from the literature. *Journal of Soil and Water Conservation*, 63(5), 300–311.
<https://doi.org/10.2489/jswc.63.5.300>
- Rendón-Medel, R., Roldán-Suárez, E., Hernández, Hernández, B., & Cadena-Iñiguez, P. (2015). Los procesos de extensión rural en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(1), 151–161.
- Rockström, J., Edenhofer, O., Gaertner, J., & DeClerck, F. (2020). Planet-proofing the global food system. *Nature Food*, 1(1), 3–5.
<https://doi.org/10.1038/s43016-019-0010-4>
- Rossi Borges, J. A., Lansink, A. G. J. M. O., & Emvalomatis, G. (2019). Adoption of innovation in agriculture: a critical review of economic and psychological models. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 13(1), 36. <https://doi.org/10.1504/IJISD.2019.096705>
- SIAP - SIACON. (2021). *Módulo Agrícola. Resumen nacional por Cultivo*.
- Smits, R. (2002). Innovation studies in the 21st century; Question from a user's perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 69(9), 861–883.
[https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(01\)00181-0](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(01)00181-0)
- Torero, M. (2020). Without food, there can be no exit from the pandemic. *Nature*, 580(7805), 588–589. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-01181-3>

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Marco teórico-conceptual

En este capítulo se analiza la evolución del concepto de innovación desde su planteamiento con Josep Alois Schumpeter hasta las definiciones recientes, se construye una definición del concepto de innovación agrícola para esta investigación y se aborda su estado actual, clasificaciones y enfoques.

2.1.1 Innovación

La historia de los sistemas de producción agrícola ha estado llena de revoluciones, desde la rotación de cultivos hasta la agricultura inteligente. La innovación se ha presentado como una cultura de búsqueda y cambio permanente que pretende mejorar los resultados obtenidos en las actividades humanas.

En el marco de la teoría económica evolutiva, diversos autores (Aboites & Corona, 2011; Baregheh et al., 2009; Fagerberg, 2006; OCDE, 2005; Quintane et al., 2011) mencionan que Schumpeter (1934; 1943) sentó las bases teóricas de la innovación, a partir del proceso dinámico denominado *destrucción creativa*, entendida como un proceso de mutación industrial que relaciona incesantemente la estructura económica desde dentro, destruyendo ininterrumpidamente lo antiguo y creando continuamente elementos nuevos.

Schumpeter (1934) definió a la innovación como la primera introducción de un nuevo producto, proceso o sistema. Por otra parte, la OCDE, (2005) define la innovación como la introducción de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio), proceso, método de comercialización o método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.

Retomando los planteamientos de Schumpeter, Burgueño y Pittaluga (1994) mencionan que el proceso de innovación es un proceso de aprendizaje deliberado y específico por parte de las empresas. Mientras que Rogers (1995) la define como una nueva idea, invención, y la consolidación de un nuevo producto o la mejora de

procesos, sistemas, prácticas u objetos, para satisfacer una necesidad o generar conocimiento nuevo por un individuo, comerciante o unidad de producción.

Para otros autores como Hermans et al. (2013), la innovación integra otros aspectos como un proceso acumulativo, generador de riqueza, bienestar económico y social continuo, con el objetivo de avanzar al desarrollo sostenible que surge a través de procesos de interacción entre diferentes actores para la difusión, absorción y utilización de la innovación.

Por otra parte, Baregheh et al. (2009) analizan y clasifican diversos conceptos de innovación de acuerdo a la orientación disciplinaria, por ejemplo, economía, dirección, tecnología, ciencia e ingeniería, emprendedurismo, marketing, negocios y administración, presentando así una diversidad de definiciones de innovación. Los autores señalan que la definición de innovación ha presentado más atención al tipo, medios, contexto social e importancia estratégica.

De acuerdo con Bauman (2005), en la sociedad actual basada en el consumo, la innovación da respuesta a una urgente necesidad puesto que el éxito es instantáneo. Esperar se ha convertido en una circunstancia intolerable a la que se ha asignado el sobrenombre de síndrome de la impaciencia al estado de ánimo de las personas. El tiempo se ha convertido en un recurso cuyo mal empleo se considera unánimemente abominable, injustificable e intolerable.

En esta investigación se define a la innovación como el producto de un proceso de interacción estratégica entre actantes y actores con diferentes mandatos, competencias y recursos, que afecta el statu quo tanto social como tecnológico, a través del aumento en el valor de lo ofertado.

En esta definición destacan tres elementos a saber: i) interacción estratégica, ii) statu quo y iii) valor de lo ofertado. La interrelación de estos tres elementos no ha sido considerada en definiciones anteriores y es el eje de esta definición. Al considerar a la innovación como el resultado de la interacción entre actantes, se considera al individuo como un ente activo inmerso en la gestión de sus relaciones

sociales tanto humanas como no humanas. La gestión implica un intercambio de conocimiento tanto tácito como explícito, a través de saberes con actantes que juegan diversos roles, manejan diferentes lenguajes, recursos, niveles de confianza y poder.

La innovación surge de esta interacción entre actantes y actores afectando el statu quo; es decir, el estado de las cosas en un momento determinado. Se busca que las condiciones que prevalecen en un momento histórico dado mejoren después de la interacción, no obstante, esto no siempre ocurre. Por ejemplo, con base en la interacción, el agricultor puede tomar decisiones para mejorar los aspectos relacionados con su unidad de producción. Finalmente, el aumento en el valor de lo ofertado puede darse por mejoras en el producto, proceso, formas de comercialización u organización y el valor puede ser económico, social, ambiental, emocional o cultural.

2.1.2 Tipos de innovaciones

El establecimiento de tipologías de la innovación es de gran interés para numerosos estudiosos, cuyos trabajos han conducido a diferentes clasificaciones (Figura 7). Schumpeter (1934) distinguió cinco diferentes tipos de innovación: nuevos productos, nuevos métodos de producción, nuevas fuentes de suministro, la explotación de nuevos mercados y nuevas formas de organización. Sin embargo, en la economía, la mayor parte de la atención se ha centrado en los dos primeros.

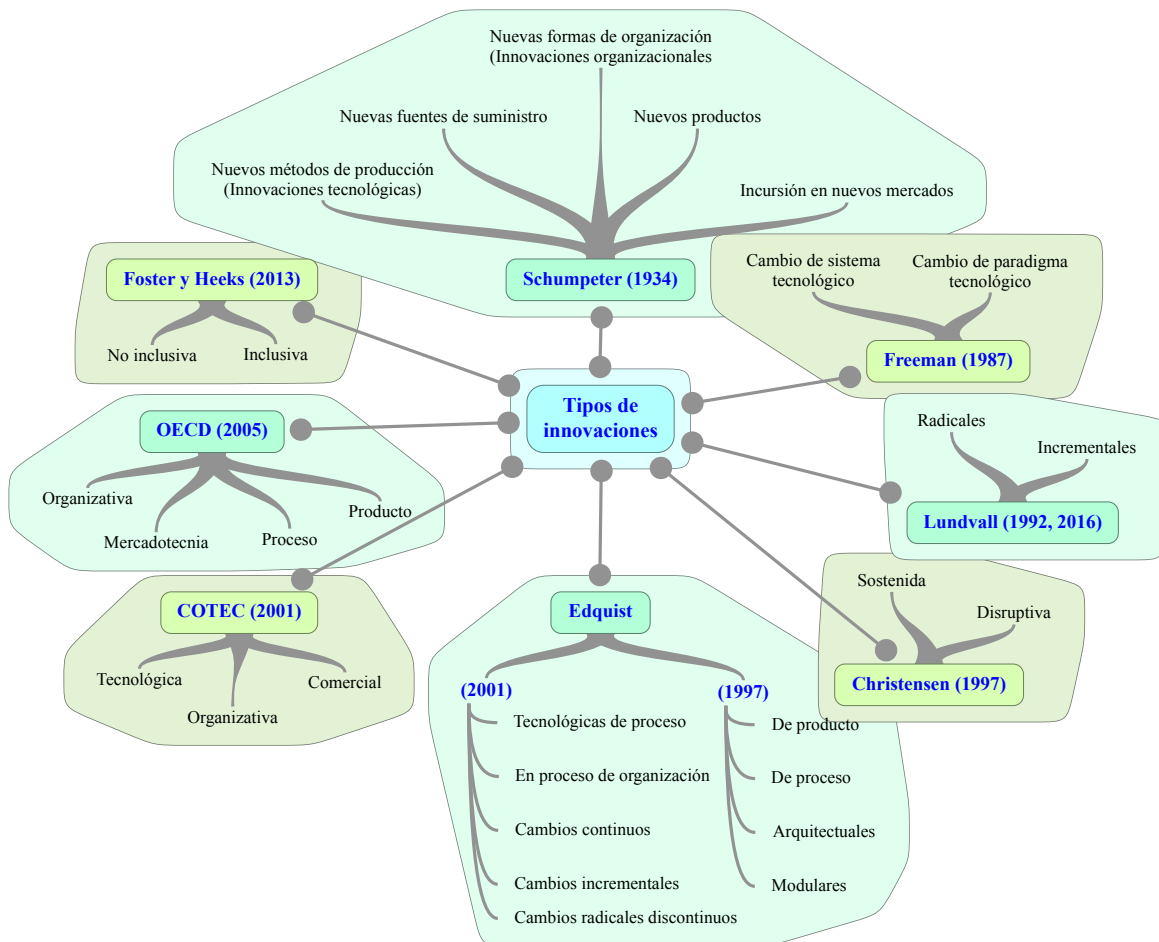


Figura 7. Clasificaciones de innovaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Autores como Freeman (1987) además de diferenciar entre innovaciones incrementales y radicales, integraron cambios del sistema tecnológico y cambios en el paradigma tecno-económico donde:

- Cambios del sistema tecnológico, son cambios en la tecnología de gran alcance que afectan varias ramas de la economía y dan lugar a la aparición de nuevos sectores.
- Cambios en el paradigma tecno-económico, también conocidos como revoluciones tecnológicas, son cambios en los sistemas tecnológicos de gran alcance que influyen en la economía, implican una combinación de

innovaciones interrelacionadas de producto, proceso, organización y de gestión, que traen consigo un aumento potencial en la productividad de la mayor parte de la economía, y abren una gama de oportunidades de inversión y beneficio.

Lundvall (1992, 2016) distingue innovaciones incrementales y radicales en función de las dimensiones técnica y económica. Por otra parte, Christensen (1997) distingue dos tipos de innovación: innovación sostenida e innovación disruptiva. La innovación sostenida está relacionada con niveles de cambio tecnológico, mientras que la innovación disruptiva implica cambios en las estructuras de mercado. Los cambios en las estructuras de mercado se reflejan en la creación de nuevos segmentos y nichos de mercado.

Por otra parte, Edquist (2001) divide la categoría de innovación de procesos en innovaciones tecnológicas del proceso e innovaciones en procesos de la organización. La primera se relaciona con los nuevos tipos de maquinaria y la segunda a las nuevas formas de organizar el trabajo. Esto conduce al tipo de innovaciones que pueden ser tecnológicas (productos y procesos) y las no tecnológicas (comercialización y organización).

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

Los términos innovación de productos e innovación de procesos se han utilizado para caracterizar la aparición de nuevos bienes o servicios y sus mejoras en los medios de producción (Fagerberg, 2006). La distinción entre la innovación de productos y de procesos a menudo se basa en la suposición del impacto económico y social que puedan tener.

Mientras que la Cotec, (2001) menciona que las diversas teorías han permitido identificar diferentes tipos de innovaciones y para identificar el impacto es necesario conocer la naturaleza de la innovación:

- Tecnológica. Surge tras la utilización de la tecnología como medio para introducir un cambio en la empresa, cambios en los aspectos más directamente relacionados con los medios de producción.
- Comercial. Es el cambio de diversas variables del marketing. Las variables más comunes son producto, precio, plaza y promoción.
- Organizativa. Es el cambio que ocurre en la dirección y organización bajo la cual se desarrolla la actividad productiva y comercial de la empresa, posibilita un mayor acceso al conocimiento y un mejor aprovechamiento de los recursos materiales y financieros.

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

Un nuevo aporte dentro de la clasificación de las innovaciones refiere no solo al cambio tecnológico sino también a aquellos cambios institucionales y organizacionales. Aunado a lo anterior, la OCDE (2005) señala que para que algo pueda ser definido como innovación, es necesario que el producto, el proceso, el método de comercialización o el método de organización sean nuevos o significativamente mejorados para la empresa; es decir, lo que para algunos puede ser una práctica común, para otros puede ser una innovación.

De acuerdo con la OCDE (2005), existen cuatro tipos de innovaciones que incluyen una amplia gama de cambios en la actividad de la empresa:

- Producto. Aporta un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado en cuanto a sus características técnicas o en cuanto a su uso u otras

funcionalidades, la mejora se logra con conocimiento o tecnología, con mejoras en materiales, en componentes, o con informática integrada.

- Proceso. Concepto aplicado tanto a las áreas de producción como de distribución. Se logra mediante cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos empleados para mejorar la eficiencia en la producción, calidad y distribución y con ello reducir los costos unitarios de producción.
- Mercadotecnia. Consiste en utilizar un método de comercialización no utilizado antes en la empresa que puede consistir en cambios significativos en diseño, envasado, posicionamiento, promoción o tarificación, siempre con el objetivo de aumentar las ventas. La variación en el método tiene que suponer una ruptura fundamental con lo realizado anteriormente.
- Organización. Cambios en las prácticas y procedimientos de la empresa como modificaciones en el lugar de trabajo. Asimismo, cambios en las relaciones exteriores con la toma de decisiones estratégicas con el propósito de mejorar la productividad o reducir los costos de transacción en los intercambios con clientes y proveedores. La actualización en la gestión del conocimiento también entra en este tipo de innovación, al igual que la introducción de sistemas de gestión en las operaciones de producción, de suministro y de gestión de la calidad.

El grado de novedad de la innovación permite hacer otro tipo de clasificación. Algunos autores (Cotec, 2001; Navarro, 2001; Pavitt, 1995) distinguen entre innovaciones incrementales e innovaciones radicales donde:

- Incremental. Cambios dirigidos a incrementar la funcionalidad y las prestaciones de la empresa, cuando suceden continuamente de forma acumulativa pueden constituir una base permanente de progreso.

- Radical. Implica una ruptura con lo ya establecido. Son innovaciones que crean nuevos productos o procesos que no pueden entenderse como una evolución natural de los ya existentes.

2.1.3 Enfoques sobre la innovación agrícola

En los últimos 40 años ha surgido una amplia gama de enfoques sobre la innovación agrícola (Leeuwis, 2004; Leeuwis & Aarts, 2011). Algunos ejemplos son el enfoque de la transferencia de tecnología (Jarrett, 1985), investigación sobre sistemas agrícolas tempranos (Farrington & Martin, 1988), sistemas de información y conocimiento agrícola (AKIS por sus siglas en inglés) (Röling, 2009) y sistemas de innovación (Klerkx et al., 2012).

Para observar la evolución y los principales autores que han influido en el desarrollo de los enfoques se construyó una línea del tiempo (Figura 8). En la evolución se observa el surgimiento de la innovación con Schumpeter (1943) hasta los planteamientos recientes de innovación abierta y las plataformas de innovación por Homann-Kee et al. (2013) y Klerkx et al. (2012).

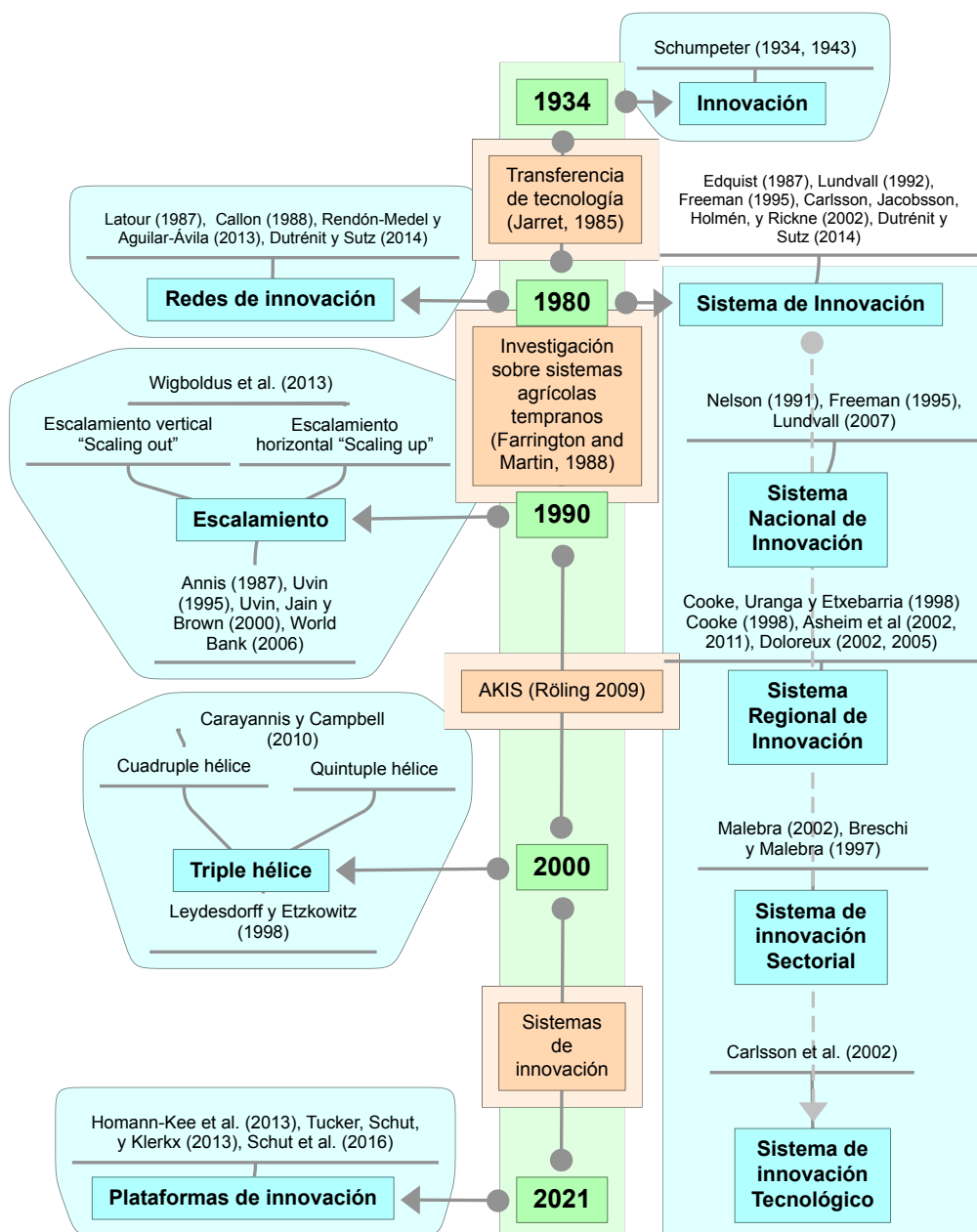


Figura 8. Surgimiento, evolución y principales autores que han publicado sobre los conceptos de análisis.

Fuente: Elaboración propia.

Transferencia de tecnología

El concepto *redes de innovación* tiene sustento teórico en las teorías del actor red y las redes de conocimiento que corresponden a la escuela de pensamiento fuerte de la sociología de la innovación, cuya escuela se sitúa en Francia. De acuerdo con Arellano-Hernández (2003), los autores que sentaron las bases del concepto fueron Latour (1987) y Callon (1988) bajo la teoría del actor red, donde el interés surge a raíz de buscar entender el proceso de construcción de la tecnología.

Los trabajos de Latour (1987) abordan los conflictos en el proceso de construcción de la ciencia formulados en términos de red socio-técnica bajo la noción de Callon (1988), donde aborda la introducción de los actores humanos y no humanos (actantes), alejándose del ámbito económico y abordando el concepto a través de procesos sociales.

Para Dutrénit & Sutz (2014), una red socio-técnica es un conjunto coordinado de actores heterogéneos (humanos y no humanos), que funciona como espacio de interacción en el cual se tejen alianzas socio-técnicas, negociaciones, colaboraciones entre actores, se efectúan mediaciones y en donde algunos actores juegan el rol de intermediarios, coordinadores o responsables.

De acuerdo con Arellano-Hernández (2003), en la definición anterior de red los autores toman como recurso metodológico el tipo de conexión que se establece entre los actores humanos y no humanos participantes del fenómeno socio-técnico (conectividad), así como su grado de conexión (intensidad) y la duración de su relación (estabilidad).

Dentro de la teoría del actor red se aborda el proceso de traducción de lenguajes técnicos, para lo cual se necesita de traductores que son personas capaces de servir de enlaces (brokers), para la transmisión de la información emitida por los consumidores, productores, empresas, gobiernos.

En México, bajo la misma escuela de pensamiento, Casas (2004) incursiona en el tema de redes de innovación profundizando en el entendimiento del proceso de transmisión del conocimiento mediante el uso de redes. Bajo la misma línea de

análisis, Santos & Díaz (1998) abordan la antropología de la innovación partiendo de los cuestionamientos ¿cuáles son los elementos culturales que hacen que una innovación se acelere o se retrase? y ¿cómo un elemento tecnológico irrumpe la dinámica de una comunidad debido a la introducción de nuevos conocimientos?

Es evidente que el concepto de *redes de innovación* se ha visto permeado por diversas corrientes teóricas ligadas a diferentes escuelas de pensamiento. Es así como las redes de innovación se pueden entender como una herramienta empleada por los sistemas de innovación para analizar los procesos de difusión en función de los objetivos de la investigación, donde el tipo de pregunta realizada es clave para generar las redes.

La adopción de innovaciones antecede a las acciones del productor y esto conforma la estructura de poder. Entonces, la adopción de innovaciones genera poder. Podemos relacionar el poder con la capacidad de accionar y generar resultados (Marchesán, 2005). En consecuencia, la fuente de poder está escondida en la red de relaciones que logre construir, desarrollar y acrecentar un productor.

Sistemas agrícolas tempranos

El escalamiento se ha convertido en un concepto relevante para el desarrollo agrícola. El término escalamiento se usó por primera vez en inglés como *scaling up* (*Escalamiento horizontal*) y posteriormente como *scaling out* (*Escalamiento vertical*). Wigboldus & Leeuwis, (2013) indican que los procesos de escalamiento se conciben en diferentes términos y a varios niveles o formas, como escalas espaciales, temporales, organizacionales, sociales y económicas.

El Banco Mundial (2006) define el escalamiento como la difusión de nuevas tecnologías, la difusión de conocimiento (científico), las colaboraciones entre diferentes grupos interesados y el acceso a los mercados más allá del alcance original, el enfoque geográfico o el público objetivo de una plataforma de innovación.

Las diferentes definiciones del concepto de escalamiento cubren aspectos de procesos como la replicación, copiar y pegar, más de lo mismo, expansión,

extensión, adopción, difusión, transferencia de tecnología, generalización, ampliación o multiplicación conocidos como scaling out. Así mismo, el concepto también considera procesos de transición, institucionalización, transformación, integración, incorporación, evolución o desarrollo comúnmente llamados scaling up (Wigboldus & Leeuwis, 2013). Además, el concepto incluye los impactos relacionados con objetivos particulares, beneficios y los procesos.

El escalamiento tiene una presencia relativamente reciente en la literatura sobre desarrollo agrícola. Sin embargo, la idea de alcanzar impacto a escala ha estado presente desde hace mucho tiempo. Rogers (1995) define la difusión de innovaciones como un proceso social en el cual la información subjetivamente percibida sobre una nueva idea se comunica de persona a persona.

Sistemas de conocimiento e innovación agrícola

En las últimas décadas se han propuesto una serie de conceptos que buscan modelar los procesos de transformación en las relaciones entre Universidad-Industria-Gobierno (UIG). La triple hélice surge como propuesta para abordar específicamente los procesos de transformación en las relaciones UIG. Leydesdorff & Etzkowitz (1998) definen *la triple hélice* como un modelo para analizar la innovación en una economía basada en el conocimiento. Este modelo explica el fenómeno de la emergencia, que facilita comprender cómo el sistema de innovación se basa en las expectativas, de esta manera se identificaron al menos tres formas principales del modelo triple hélice.

- En la triple hélice tipo I, las tres hélices UIG se definen institucionalmente. La interacción a través de los límites defendidos está mediada por organizaciones como el enlace industrial, la transferencia de tecnología y las oficinas contractuales.
- En la triple hélice tipo II, las hélices se definen como diferentes sistemas de comunicación que consisten en la operación de mercados, innovaciones y tecnológicas. Las interfaces entre estas diferentes funciones operan en un modo distribuido que produce formas de comunicación potencialmente

nuevas como en una interfaz de transferencia de tecnología sostenida o en el caso de la legislación de patentes.

- En la triple hélice tipo III, las hélices además de desempeñar sus funciones tradicionales, cada una asume los roles de los demás, como las universidades crean una sombra de las industrias o desempeñando un papel casi gubernamental como organizador de la innovación a nivel local.

Las investigaciones no solo han incursionado en la triple hélice. (Carayannis & Campbell, 2010) mencionan que ya se escribe sobre los conceptos de *cuádruple* y *quíntuple hélice*. La primera refiere a los medios de comunicación y base de cultura pública y la segunda al entorno natural y entornos sociales.

Sistemas de innovación

El concepto sistema de innovación aparece en la década de 1980 asociado al concepto de Sistema Nacional de Innovación (SIN). Freeman (1987) y Lundvall (2016) son referidos como autores intelectuales del concepto. Debido a la afiliación de Lundvall el concepto también es asociado al grupo *“Innovation Knowledge and Economic Dynamics de la Universidad de Aalborg (Dinamarca)”*. Los actores intelectuales retoman el enfoque estructuralista francés sobre los sistemas nacionales de producción con el objetivo de explicar la competitividad internacional. De acuerdo con Freeman (1987) el concepto surge de la necesidad de entender las diferencias en el crecimiento de los países durante los años 60’s y 70’s, explicados en términos de la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D).

De acuerdo con Lundvall (2016) un sistema de innovación se integra por elementos y relaciones que interactúan para producir, difundir y usar nuevos conocimientos, económicamente útiles, entendiendo el sistema como un ordenamiento de la realidad, ubicados dentro de una nación, región o territorio.

En un contexto más reciente Dutrénit & Sutz (2014) mencionan que el enfoque de los sistemas de innovación se centran en los actores, las instituciones y sus relaciones, constituyendo una mejor comprensión tanto de la dinámica intrínseca de

la innovación, como de sus conexiones con los procesos de desarrollo y el crecimiento económico.

Una actividad fundamental en los sistemas de innovación es el aprendizaje como una actividad social que supone interacción entre personas. De esta manera un sistema de innovación puede considerarse como un ordenamiento dinámico de la realidad, caracterizado por la retroalimentación positiva y la reproducción.

Otra visión de sistema de innovación es la que otorga Carlsson et al. (2002) entendido como un conjunto de componentes interrelacionados que trabajan hacia un objetivo común, resaltando tres elementos importantes: i) componentes, constituido por actores y organizaciones; ii) relaciones, entendidas como los vínculos entre componentes, propiedades y comportamientos de cada uno de ellos y su influencia en todo el sistema; y iii) atributos, que hace referencia a las propiedades de los componentes y las relaciones entre ellos para caracterizar el sistema.

El avance en las investigaciones ha propiciado el surgimiento del concepto de *sistemas de innovaciones agrícolas*. El Banco Mundial (2006) los define como una red de organizaciones e individuos que demandan y proporcionan conocimiento y tecnología, así como las instituciones y las políticas que afectan el comportamiento y desempeño de los agentes y sus interacciones para compartir, acceder intercambiar y usar el conocimiento.

Una *plataforma de innovación* es un espacio para el aprendizaje y el cambio. De acuerdo con Homann-Kee et al. (2013) y Tucker et al. (2013) es un grupo de personas (que a menudo representan organizaciones) con diferentes antecedentes e intereses: agricultores, comerciantes, procesadores de alimentos, investigadores, funcionarios gubernamentales, entre otros, que se organizan para diagnosticar problemas, identificar oportunidades y encontrar soluciones.

En complemento, Schut et al. (2016) mencionan que las plataformas de innovación se consideran un vehículo prometedor para fomentar un cambio de paradigma en

la investigación agrícola, al facilitar la interacción, la negociación y la acción colectiva entre agricultores, investigadores y otras partes interesadas. Las plataformas de innovación pueden contribuir a una innovación sistémica más integrada, que es esencial para lograr impactos en el desarrollo agrícola.

2.2 Marco de referencia

En este capítulo se analiza la extensión como el medio de difusión, adopción y operativización de la innovación en diferentes modelos de extensión nacionales e internacionales. En seguida, se abordan los principales problemas sobre la extensión agrícola en México y América Latina.

2.2.1 Extensión

El término extensión, se sabe que tiene un sentido de base y un sentido contextual. De esta forma para diferentes contextos se tiene sentidos específicos. El contexto en el que el siguiente ejemplo tiene pertinencia: “Juan es agrónomo y trabaja en extensión”, constituye el enfoque de la extensión en esta investigación.

En el ejemplo anterior, Juan se considera un extensionista, porque busca extender sus conocimientos y sus técnicas a los individuos, para que puedan transformar su statu quo. La auténtica labor del extensionista es problematizar la situación concreta, objetiva y real, para que los individuos la capten críticamente y actúen críticamente sobre ella.

De acuerdo con Freire (1973) en la medida en que el término extensión lleva implícita la acción de llevar, transferir, entregar, depositar algo en alguien, resalta una connotación mecanicista. Pero como lo que está siendo llevado o transferido es conocimiento. Se imponen las siguientes preguntas: ¿El conocimiento transferido por un extensionista, puede ser tratado como algo estático? y ¿El conocimiento estará sometido a condicionamientos históricos-sociológicos?

En este sentido, Freire (1973) menciona que el extensionista es un actor activo, frente a los receptores en quienes deposita el contenido que extiende. De esta manera el extensionista bajo una concepción de agrónomo-educador, debe tener presente en todo momento su auténtica labor y el contexto de los receptores que a la vez son emisores. En suma, también deben considerarse las relaciones sociales en las que un espectador está inmerso.

En un contexto reciente Christoplos (2010) define la extensión como los sistemas que han de facilitar el acceso de los agricultores (receptores), sus organizaciones y otros agentes del mercado a conocimientos, tecnologías e información. Además, la extensión debe fomentar la interacción con asociados en la investigación, la enseñanza, la agroindustria y otras instituciones pertinentes. También, debe coadyuvar en el diseño de prácticas y habilidades técnicas, de gestión y organización.

La labor de extensión se lleva a cabo en el marco de sistemas complejos tradicionales y nuevos, que incluyen las tecnologías de la información y comunicación, cambio climático, pérdida de biodiversidad, educación virtual, diversidad de actores, nuevos patrones de consumo, entre otros, que generan un entorno en constante evolución al que la extensión debe adaptarse para contribuir al bienestar de los receptores. Entonces, se habla de un sistema de extensión.

De acuerdo con (Faure et al., 2012) hay cinco elementos que comparten los sistemas de extensión (Figura 9). Estos son: i) entorno institucional, ii) estructuras necesarias para la operación, iii) los actores prestadores de servicios y las capacidades, iv) enfoques, métodos y herramientas y v) evaluación e impactos.

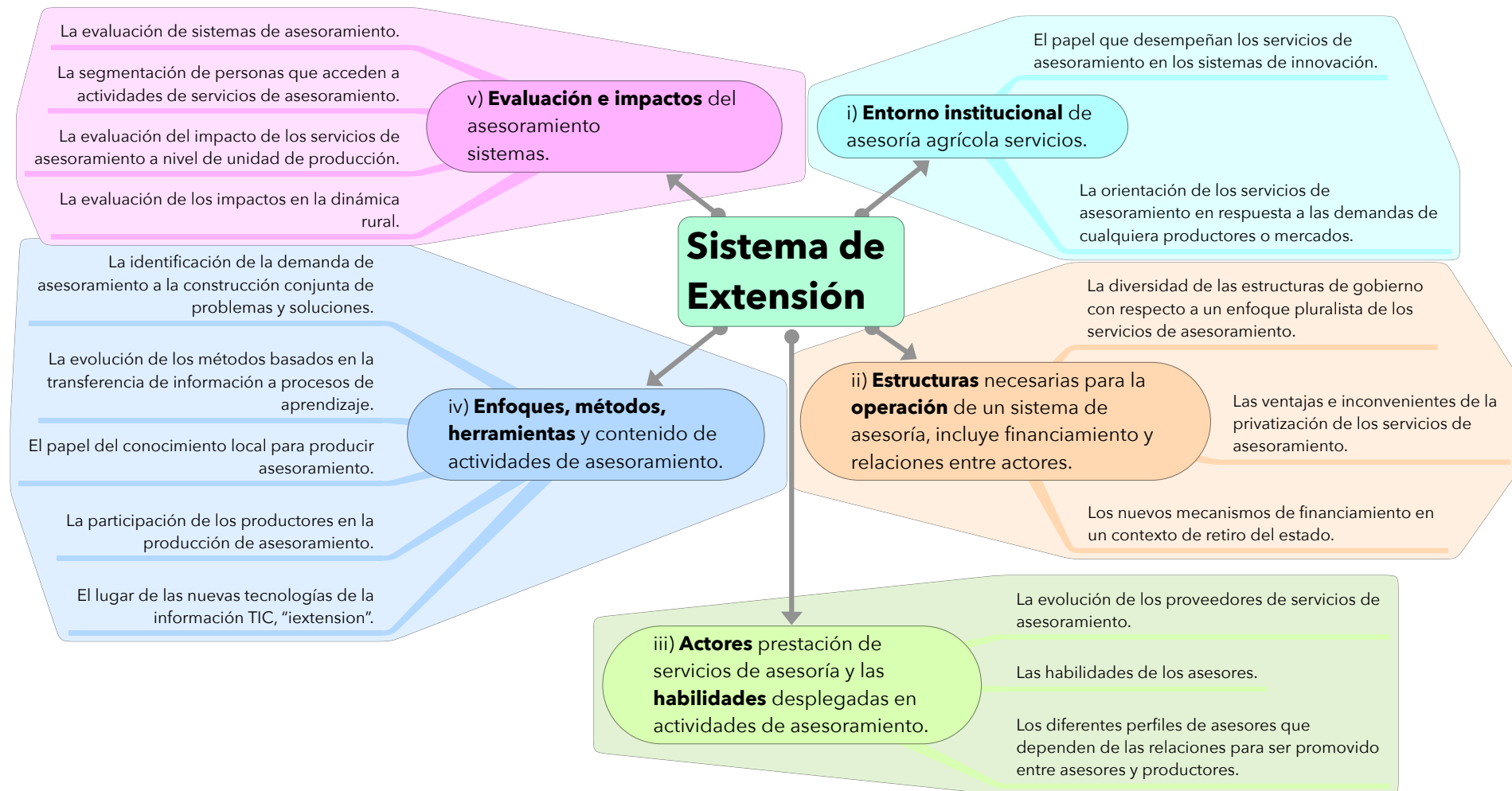


Figura 9. Elementos de un sistema de extensión.

Fuente: Elaboración propia con información de Faure et al. (2012).

En algunos países como México y América Latina estos elementos están presentes, pero se encuentran desarticulados. Esta situación, se debe a diversos problemas, como los que a continuación se mencionan.

2.2.2 Problemas para la extensión

Los problemas identificados en la literatura sobre los sistemas de extensión agrícola son múltiples. Se observan diferentes concepciones referidas a los fines de las unidades de producción, lo que deriva en ciertas situaciones que pueden verse como problemas y otras no, esto depende del ángulo de observación (Cuadro 1). Estos problemas guardan una interrelación con los elementos de un sistema de extensión agrícola.

Cuadro 1. Principales problemas de la extensión reportados en la literatura.

Elemento	Problemas	Factores	Autor(es)
iii y iv	Difusión de tecnologías prácticas productivas inapropiados.	Deterioro de los suelos. Bajos rendimientos. Inadecuado manejo. Resistencia a la asistencia técnica. Bajo nivel educativo. Dificultad de comprensión de la información por productores.	(Boas et al., 2005; Campos et al., 2005; Gaitán & Pachón, 2010; Galindo et al., 2001; Henz, 2010; Lacki, 2006; Miranda et al., 2011; Salvador, 2010; Seyed et al., 2011)
	Escasa participación apropiación de proyectos	Ausencia de participación de los productores en el diseño de programas de apoyo. Panificaciones no ajustadas a la situación de los productores. Dificultad para cumplir con los requisitos establecidos. Actitud asistencialista, oportunista o pasiva de los involucrados	(De Aquino & Teixeira, 2005; Landini & Murtagh, 2011; Murillo & Martínez, 2010; Rivas et al., 2010; Taveira & Oliveira, 2008)
i y iv	Problemas para comercializar	Calidad por debajo demandada por el mercado. Bajos volúmenes de producto. Escaso nivel de organización de productores. Individualismo, desconfianza y falta de	(Boas et al., 2005; Caldo & De Fátima, 2009; Ferrer et al., 2006; Landini, 2016; Selis, 2012)

Elemento	Problemas	Factores	Autor(es)
		asociaciones de productores.	
i, ii y iv	Problemas en la implementación de estrategias o enfoques de extensión	Implementación de modo directivo, vertical y unidireccional. Rechazo o desentendimiento de saberes populares. Modelos de extensión productivista, sin considerar factores sociales.	(García-Winder et al., 2009; Miranda et al., 2011; Rivas et al., 2010; Saraiva & Callou, 2009; Selis, 2012; Turiján et al., 2012; Zuin et al., 2011)
ii y iii	Debilidad o falta de cobertura de las instituciones	Limitado presupuesto para las actividades de extensión. Limitado personal para ejecutarlas. Fragilidad de los sistemas de extensión. Debilitación y desmantelamiento.	(Ardilla, 2010; De Aquino & Teixeira, 2005; Landini, 2012; Rivera, 2002; Salvador, 2010; Sepulcri & Maciel, 2008)
i y v	Falta de políticas apropiadas de desarrollo y extensión	Falta de una propuesta integradora y sistemática de desarrollo. Falta de una política de transferencia de tecnología. La existencia de una política de desarrollo rural inadecuada.	(Alberto et al., 2008; Miranda et al., 2011; Seyed et al., 2011)
iii	Inestabilidad o fragilidad de la situación laboral de los extensionistas	Contratos temporales. Malas condiciones laborales. Formación inapropiada de los extensionistas para trabajar con productores de baja escala y escasa disponibilidad de capital. Problemas de comunicación con los productores debido a la existencia de una brecha cultural.	(Ardilla, 2010; Lacki, 2006; Landini & Murtagh, 2011; Méndez Sastoque, 2005; Thornton, 2009)
i, iii, y iv	Otros: Politización de la extensión. Disposición de escasos recursos por parte de productores. Dificultad para conformar	Nombramiento de extensionistas por vínculos políticos. Selección de productores con fines electorales. Políticas y proyectos de desarrollo rural cambiantes, sin continuidad o seguimiento.	(De Aquino & Teixeira, 2005; Gaitán & Pachón, 2010; Lacki, 2002; Landini, 2016)

Elemento	Problemas	Factores	Autor(es)
	equipos interdisciplinarios.		

Fuente: Elaboración propia.

Difusión de tecnologías o prácticas productivas inapropiadas: Este problema aparece con frecuencia en la literatura. Hay estudios que observan que un bajo rendimiento de cultivos se debe a prácticas inadecuadas o al desconocimiento de nuevas tecnologías. Además, se alude al deterioro de los suelos, lo que conduce a bajos rendimientos. O bien, de inadecuado manejo y nutrición de animales o plantas, entre más cuestiones. Ante esto, se han identificado el desinterés, la no aceptación, o incluso cierta resistencia, por parte de los productores a la asistencia técnica. Esta situación ha sido descrita en términos de falta de adopción de tecnologías. Adicionalmente, otras investigaciones argumentan que el problema en cuestión se agrava por el bajo nivel educativo de muchos productores, lo cual dificulta la comprensión de la información y los argumentos técnicos.

Escasa participación y apropiación de proyectos: Los autores referidos mencionan diferentes proyectos con dificultades para lograr la participación de los beneficiarios, en algunos casos se muestra cómo los productores pueden posicionarse pasivamente a la espera de ayudas en contextos clientelares. También se discute la falta de participación o la pasividad de los beneficiarios. Por otra parte, las investigaciones argumentan que se debe a que ellos no participaron en el diseño de los programas para su apoyo. Esto se vincula a que las planificaciones no siempre se ajustan a la situación, características o necesidades de los productores que se busca beneficiar. Así, por ejemplo, proyectos de crédito orientados a destinatarios que no pueden cumplir con los requisitos establecidos o acciones de extensión que no responden a las expectativas de su público.

Problemas para la comercializar: Esta situación la enfrentan los agricultores familiares en particular, productores no-estructurados. Ello se explica, muchas veces, por no alcanzar la calidad que exige el mercado o por los bajos volúmenes

de producto. En este sentido se ha sugerido la importancia de implementar estrategias asociativas (cooperativas, por ejemplo) para mitigar o superar la falta de volumen en la producción. No obstante, existe un escaso nivel de organización, así como problemas de los productores para trabajar de modo asociado. Esto se explica, entre otras razones, por la orientación individualista de los productores.

La implementación de estrategias o enfoques de extensión transferencistas o productivistas, en tanto prácticas de extensión inapropiadas. La extensión tiende a implementarse de modo directivo, vertical y unidireccional, situación que lleva a desconocer, rechazar o desentenderse de los saberes populares. Se trata, en definitiva, de la puesta en práctica de un modelo de extensión difusionista, orientado a promover una agricultura “moderna”, pese a que en lo institucional se hable de un modelo participativo o territorial alejado del difusionismo. En paralelo, otros autores son críticos frente a la implementación de un modelo de extensión productivista, es decir, tan focalizado en la dimensión productiva que no considera los factores sociales. En este sentido, la supuesta “falta de adopción de tecnologías” puede también entenderse en términos de la implementación de estrategias que no toma en cuenta a la gente, a sus expectativas y a sus conocimientos.

Debilidad o falta de cobertura de las instituciones: Esto se explica por la falta de presupuesto para las actividades de extensión y por la falta de personal para ejecutarlas. Por un lado, se habla de fragilidad de los sistemas de extensión, mientras que por otro la desmantelación y debilitamiento, situación que dificulta el acceso a la extensión, de los productores con menos recursos.

Falta de políticas apropiadas de desarrollo y extensión: En la literatura se menciona la falta de una propuesta integradora y sistemática de desarrollo, la falta de una política de transferencia de tecnología, y la existencia de una política de desarrollo rural inadecuada.

Centrándose en los extensionistas se menciona como problema *la inestabilidad o fragilidad de la situación laboral*: La literatura menciona que los extensionistas

rurales se les contrata por un tiempo específico, esto es, sin integrarlos a la planta permanente y están sujetas a malas condiciones laborales. Al mismo tiempo indica la falta de formación apropiada de los extensionistas, con lo que se hace referencia a una formación tecnicista o productivista poco útil para trabajar con productores de baja escala y escasa disponibilidad de capital y las limitaciones en la formación de quienes trabajan en extensión ciertamente contribuye a la existencia de problemas de comunicación con los productores, debido a la existencia de una importante distancia cultural, la cual se nutre de la soberbia de los profesionales que se sienten dueños del saber y rechazan el de las comunidades.

También es posible encontrar un conjunto amplio de otros problemas. Entre éstos se encuentran la *politización de la extensión*, a través del nombramiento de extensionistas por vínculos políticos o de la selección de productores con fines electorales. Los *escasos recursos que disponen los agricultores* y la *dificultad para conformar equipos interdisciplinarios en el ámbito de la extensión*.

En resumen, en la literatura se trata un conjunto de problemáticas vinculadas con la extensión y con el desarrollo de la agricultura en los países latinoamericanos. Pero dentro de esta multiplicidad de factores se observan diferentes concepciones inherentes a los productores y a los extensionistas.

2.2.3 Proceso de adopción de innovaciones. Caso: ProAgro Productivo

El modelo de extensión que es de interés para esta investigación es ProAgro Productivo. Este Modelo deriva de MasAgro. Ambos Procesos de extensión han sido implementados por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), empleando la metodología hub.

Los hubs o nodos de innovación tecnológica son espacios para el encuentro y el intercambio de conocimientos, tecnología e información, que promueven la interacción entre diferentes actores, para fomentar el trabajo en equipo y producir

impactos significativos (CIMMYT, 2021). Los hubs están delimitados por las condiciones agroecológicas del territorio, así como por los sistemas productivos regionales.

Su infraestructura física está conformada por tres elementos. i) una red de *plataformas de investigación* para el desarrollo, adaptación, validación y difusión de las tecnologías MasAgro; ii) *módulos* demostrativos establecidos conjuntamente con productores cooperantes, quienes cuentan con el acompañamiento de técnicos capacitados para establecer una parcela de innovación, la cual incorpora y compara las tecnologías MasAgro con el sistema productivo local en una parcela testigo, con el objetivo de generar áreas de extensión; y iii) *áreas de impacto*, que son todas aquellas parcelas en las que se haya tenido algún acercamiento con MasAgro (CIMMYT, 2021).

MasAgro

El programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), es un proyecto de investigación y desarrollo rural de la SAGARPA y el CIMMYT que promueve una intensificación sustentable de la producción de maíz y trigo en México. MasAgro desarrolla investigación y capacidades dirigidas a incrementar la rentabilidad y estabilidad de los rendimientos del maíz y del trigo en México. El Programa también busca aumentar el ingreso de los agricultores y la sustentabilidad de sus sistemas de producción mediante esquemas de investigación colaborativa, el desarrollo y la difusión de variedades de semillas adaptadas, y de tecnologías y prácticas agronómicas sostenibles (SAGARPA-CIMMYT, 2018).

Los objetivos de MasAgro son: i. Buscar rendimientos más altos y estables, mayores ingresos netos para los productores y la adopción de una cultura de conservación de los recursos naturales; ii. Promover la integración y colaboración de los actores de la cadena productiva del maíz, trigo y cultivos asociados para desarrollar, difundir y adoptar soluciones sustentables en zonas agroecológicas seleccionadas; iii. Promover el desarrollo del sector semillero nacional y contribuir

a incrementar la producción de maíz en México a través de investigación colaborativa en recursos genéticos para desarrollar híbridos blancos y amarillos de alto potencial de rendimiento y estabilidad; iv. Hacer mejoramiento participativo con productores de maíces nativos de México; v. Aprovechar los recursos genéticos que conserva CIMMYT y desarrollar tecnologías de punta y capacidades en México para acelerar la generación de variedades de maíz y de trigo de alto rendimiento que son estables y tolerantes al cambio climático; y vi. Fortalecer las capacidades de investigadores mexicanos para incrementar el potencial de rendimiento y la adaptabilidad al cambio climático de variedades mejoradas de trigo.

Proagro

Es un programa de apoyos directos al campo que persigue el objetivo de Incrementar la productividad de las unidades económicas rurales agrícolas mediante incentivos económicos focalizados preferentemente en zonas con potencial productivo medio y alto, en cultivos prioritarios y con potencial de mercado; y específicamente persigue dar liquidez a las unidades económicas rurales agrícolas para invertir en actividades productivas (ProAgro & SAGARPA, 2018).

Su precursor fue PROCAMPO y la diferencia esencial entre ambos programas, es que los incentivos del ProAgro Productivo se vincularon a mejorar la productividad agrícola, y los beneficiados están obligados a manifestar y acreditar, el destino que le darán a los incentivos recibidos en conceptos relacionados con aspectos técnicos, productivos, organizacionales y de inversión; en función de su estrato de productor y condiciones regionales, pudiendo ser éstos: i. capacitación y asistencia técnica, ii. mecanización, iii. uso de semillas mejoradas o criollas seleccionadas, iv. nutrición vegetal, v. reconversión productiva, vi. seguro agrícola y vii. cobertura de precios, entre otros (SAGARPA, 2018).

2.3 Literatura citada

- Aboites, J., & Corona, J. M. (2011). *Economía de la innovación y desarrollo* (G. Dosi, L. Orsenigo, L. M. Sylos, R. Mazzoleni, R. R. Nelson, L. Soete, G. M. Hodgson, R. A. Lara, H. Etzkowitz, C. Díazhpérez, A. O. Verahcruz, G. Dutrénit, J. Ekboir, G. Martínez, A. Torreshvargas, R. Rivera, J. L. Sampedro, J. M. Corona, B. Burgerhmenzel, ... L. M. Soria (eds.); Primera). Siglo XXI: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.
- Alberto, L. D., Dalbosco, M., De Salles, S. R. M., & De Fátima, G. M. (2008). Transferência de tecnologia para a cultura da soja – a experiência da COPACOL. *Ciências Agrárias Londrina*, 29(2), 255–264.
- Ardilla, J. (2010). *Extensión rural para el desarrollo de la agricultura y la seguridad alimentaria. Aspectos conceptuales, situación y una visión de futuro* (Primera). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <http://www.iica.int>
- Arellano-Hernández, A. (2003). La sociología de las ciencias y de las técnicas de Bruno Latour y Michel Callon. In L. J. Ocampo, M. E. Patlán, & H. A. Arellano (Eds.), *Un debate abierto. Escuelas y corrientes sobre tecnología* (Issue 23, pp. 87–104). Universidad Autónoma Chapingo - Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM).
- Baregheh, A., Rowley, J., & Sambrook, S. (2009). Towards a multidisciplinary definition of innovation. *Management Decision*, 47(8), 1323–1339. <https://doi.org/10.1108/00251740910984578>
- Bauman, Z. (2005). *Los retos de la educacion en la modernidad liquida*. GEDISA.
- Boas, V., Alice, A., & Goldey, P. (2005). A comparison on farmers' participation in farmers' organizations and implications for rural extension in minas Gerais. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, 7(3), 259–270.

Burgueño, O., & Pittaluga, L. (1994). Quantum, vol. *Quantum*, 1(3), 5–32.

Caldo, S. F., & De Fátima, A. L. M. do R. (2009). Extensión agrícola y floricultura tropical para el desarrollo local: la cooperación en el proceso d'inclusión competitiva de los agricultores familiares en Pernambuco. *INTERAÇÕES*, 10(1), 9–19.

Callon. (1988). *La science es ses réseaux*. La Découverte.

Campos, M., Machado, H., Matías, Y., González, L., Sánchez, S., & Duquesne, P. (2005). Diagnóstico socioeconómico, ambiental e institucional de una entidad productiva mediante metodologías participativas. *Pastos y Forrajes*, 28(4), 331–340.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362010000300003&lng=pt&tlng=pt

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2010). Triple helix, quadruple helix and quintuple helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 1(1), 41–69. <https://doi.org/10.4018/jsesd.2010010105>

Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., & Rickne, A. (2002). Innovation Systems : Analytical and Methodological Issues. *Research Policy*, 31, 233–245.

Casas, G. R. (2004). Conocimiento, tecnología y desarrollo en América Latina. *Revista Mexicana de Sociología*, 66(Número especial), 255–277.

Christensen, C. M. (1997). The Innovator's Dilemma. *Harvard Business School Press*.

Christoplos, I. (2010). Cómo movilizar el potencial de la extensión agraria y rural. In *Foro Mundial Sobre Servicios De Asesoramiento Rural* (Primera). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

CIMMYT. (2021). *Red de Innovación*. HUBs.

Cotec. (2001). Innovación Tecnológica. Ideas Básicas. In E. Revilla Gutiérrez (Ed.), *Colección Innovación Práctica* (Issue 1939). Gráficas Arias Montano, S. A.

De Aquino, R. J., & Teixeira, A. O. (2005). Agricultura familiar, crédito e mediação institucional: A experiência do PRONAF em São Miguel no Nordeste Brasileiro. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 54, 61–85.

Dutrénit, G., & Sutz, J. (2014). *Sistemas de innovación para un desarrollo Inclusivo. La experiencia latinoamericana*. LALICS.

Edquist, C. (2001). The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art. *DRUID Conference, Aalborg*, 12–15.

Fagerberg, J. (2006). Innovation: A guide to the literature. In J. Fagerberg & D. C. Mowery (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation* (Vol. 2004, Issue February 2016). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0001>

Farrington, J., & Martin, A. M. (1988). Farmer participatory research: A review of concepts and recent fieldwork. *Agricultural Administration and Extension*, 29(4), 247–264. [https://doi.org/10.1016/0269-7475\(88\)90107-9](https://doi.org/10.1016/0269-7475(88)90107-9)

Faure, G., Desjeux, Y., & Gasselin, P. (2012). New Challenges in Agricultural Advisory Services from a Research Perspective: A Literature Review, Synthesis and Research Agenda. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 18(5), 461–492. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2012.707063>

Ferrer, G., Silvetti, F., Cáceres, D., & Soto, G. (2006). Análisis de dos iniciativas agroindustriales vinculadas con la capricultura en Córdoba (Argentina). *Agroalimentaria*, 23, 71–83.

Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: lessons from*

Japan. Science Policy Research Unit University of Sussex.

Freire, P. (1973). *¿Extensión o comunicación? la concientización en el medio rural* (Primera). Siglo veintiuno editores, sa.

Gaitán, C. A., & Pachón, F. A. (2010). Causas para la adopción de tecnologías para la renovación de cafetales – Caso El Colegio (Cundinamarca). *Agronomía Colombiana*, 28(2), 329–336.

Galindo, G. G., Pérez, T. H., López, M. C., & Robles, M. A. (2001). Estrategia de comunicación en el medio rural zacatecano para transferir innovaciones agrícolas. *Terra*, 19(4), 393–398.

García-Winder, M., Riveros, H., Pavez, I., Rodríguez, D., Lam, F., Arias, J., & Herrera, D. (2009). Institucionalidad Del Sector Agrícola Y Rural 1. *Perspectivas*, 26–38.

Henz, G. P. (2010). Desafios enfrentados por agricultores familiares na produção de morango no Distrito Federal. *Horticultura Brasileira*, 28(3), 260–265. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000300003>

Hermans, F., Stuiver, M., Beers, P. J., & Kok, K. (2013). The distribution of roles and functions for upscaling and outscaling innovations in agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, 115, 117–128. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.09.006>

Homann-Kee, T. S., Adekunle, A., Lundy, M., Tucker, J., Birachi, E., Schut, M., Klerkx, L., Ballantyne, P., Duncan, A., Cadilhon, J., & Mundy, P. (2013). What are innovation platforms? *Innovation Platforms Practice Brief*, 1, 1–6.

Jarrett, F. G. (1985). Sources and models of agricultural innovation in developed and developing countries. *Agricultural Administration*, 18(4), 217–234. [https://doi.org/10.1016/0309-586X\(85\)90092-5](https://doi.org/10.1016/0309-586X(85)90092-5)

Klerkx, L., van Mierlo, B., & Leeuwis, C. (2012). Evolution of systems approaches

- to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic* (pp. 457–483). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_20
- Lacki, P. (2002). Lo que piden los agricultores y lo que pueden los gobiernos: ¿Mendigar dependencia o proporcionar emancipación? *Revista Mexicana de Agronegocios*, VI(11), 509–513.
- Lacki, P. (2006). Si somos tan ricos ¿por qué somos tan pobres? *Revista MVZ Córdoba*, 11(1), 691–693.
- Landini, F. (2012). Problems in Paraguayan rural areas: extension models at a crossroads. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 9(69), 127–149.
- 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>
- Landini, F., & Murtagh, S. (2011). Prácticas de extensión rural y vínculos conflictivos entre saberes locales y conocimientos técnicos. Contribuciones desde un estudio de caso realizado en la provincia de Formosa (Argentina). *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable (Ra Ximhai)*, 7(2), 263–279. http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-20articulosPDF/10-Practicas_de_extension_rural_y_vinculos_conflictivos_Fernando_Landini_ARGENTINA.pdf
- Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*.
- Leeuwis, C. (2004). *Communication for Rural Innovation* (C. Leeuwis & A. Van den Ban (eds.); Third). Blackwell Science Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470995235>
- Leeuwis, C., & Aarts, N. (2011). Rethinking Communication in Innovation Processes: Creating Space for Change in Complex Systems. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 17(1), 21–36.

<https://doi.org/10.1080/1389224X.2011.536344>

Leydesdorff, L., & Etzkowitz, H. (1998). *Conference report studies*. 25(3), 195–203. <https://doi.org/doi.org/10.1093/spp/25.3.195>

Lundvall, B.-Å. (1992). *National systems of innovation: An analytical framework*. Pinter.

Lundvall, B.-Å. (2016). National systems of innovation. Toward a theory of innovation and interactive learning. In *The Learning Economy and the Economics of Hope* (first, p. 23). Anthem Press.

Marchesán, A. (2005). *Comunicación productiva en la era de las relaciones* (Primera). Gran Aldea Editores.

Méndez Sastoque, M. J. (2005). Los retos de la educación formal ante una nueva y cambiante noción de lo rural. *Pedagogía y Saberes*, 59(22), 41. <https://doi.org/10.17227/01212494.22pys41.47>

Miranda, T., Machado, H., Suárez, J., Sánchez, T., Lamela, L., Iglesias, J. M., Suset, A., Pérez, A., Milera, M., Martín, G. J., Campo, M., López, O., & Simón, L. (2011). La Innovación y la transferencia de tecnologías en la Estación Experimental “Indio Hatuey”: 50 años propiciando el desarrollo del sector rural cubano (Parte I). *Pastos y Forrajes*, 34(4), 393–412. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v34n4/pyf02411.pdf>

Murillo, L. D., & Martínez, R. J. (2010). Comunicación para el desarrollo en México: reflexiones sobre una experiencia en el trópico húmedo. *Estudios Sobre Las Culturas Contemporáneas*, XVI(31), 201–225.

Navarro, A. M. (2001). Los sistemas nacionales de innovación una revisión de la literatura. *Documento de Trabajo No 26 Octubre de 2001 - Instituto de Analisis Industrial y Financiero IAIF*, 1;Art. Estado del arte, 33–36. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- OCDE. (2005). *Manual de Oslo directrices para la recogida e interpretación de información relativa a innovación* (OECD & Eurostat (eds.); Tercera).
- Pavitt, K. (1995). National Systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning. *Research Policy*, 24(2), 320. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(95\)90017-9](https://doi.org/10.1016/0048-7333(95)90017-9)
- ProAgro, & SAGARPA. (2018). *PROAGRO*. PROAGRO. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/proagro-productivo-un-logro-estrategico-de-productividad>
- Quintane, E., Casselman, M. R., Reiche, S. B., & Nylund, P. A. (2011). Innovation as a knowledge-based outcome. *Journal of Knowledge Management*, 15(6), 928–947. <https://doi.org/10.1108/13673271111179299>
- Rivas, Á., Avendaño, P. E., & Quintero, H. (2010). Updating peasant competencies to mitigate poverty in the Chorti community, Copan (Honduras). *Agronomía Colombiana*, 28(3), 567–575.
- Rivera, R. F. (2002). Una aproximación al desarrollo rural de Costa Rica. la extensión agrícola: breve síntesis de su evolución y tendencias hacia su democratización. *Educare*, 3, 29–43.
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of Innovations* (Tercera). The Free Press A Division of Macmillan Publishing Co., Inc. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3885-4>
- Röling, N. (2009). Pathways for impact: scientists' different perspectives on agricultural innovation. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(2), 83–94. <https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0043>
- SAGARPA-CIMMYT. (2018). *MasAgro*. ¿Qué Es MasAgro?
- SAGARPA. (2018). *PROAGRO*. PROAGRO.

- Salvador, D. S. C. de O. (2010). Modernização da atividade mandioqueira e uso atual do território do agreste potiguar. *Mercator - Revista de Geografia Da UFC*, 9(20), 93–117. <https://doi.org/10.4215/RM2010.0920.0007>
- Santos, J. M., & Díaz, R. (1998). Innovación tecnológica y procesos culturales. Nuevas perspectivas teóricas. *Estudios Sobre Las Culturas Contemporáneas*, IV(7), 173–175.
- Saraiva, R. M., & Callou, A. B. F. (2009). Políticas públicas e estratégias de comunicação para o desenvolvimento local de comunidades pesqueiras de Pernambuco. *Interações (Campo Grande)*, 10(1), 73–81. <https://doi.org/10.1590/S1518-70122009000100008>
- Schumpeter, J. A. (1934). The theory of economic development. In *Leipzig: Drunker&Humblot* (Third).
- Schumpeter, J. A. (1943). *Capitalism, socialism, & democracy* (Third). Routledge.
- Schut, M., van Asten, P., Okafor, C., Hicintuka, C., Mapatano, S., Nabahungu, N. L., Kagabo, D., Muchunguzi, P., Njukwe, E., Dontsop-Nguezet, P. M., Sartas, M., & Vanlauwe, B. (2016). Sustainable intensification of agricultural systems in the Central African Highlands: The need for institutional innovation. *Agricultural Systems*, 145, 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.03.005>
- Selis, D. (2012). Análisis de la institucionalidad asociada a los procesos de innovación tecnológica en el sector hortícola del Gran La Plata. *Mundo Agrario*, 12, 1–25. <https://doi.org/ISSN 1515-5994>
- Sepulcri, O., & Maciel, de P. N. (2008). O Estado e seus impactos na emater-PR. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, 114, 87–110. <http://www.ipardes.pr.gov.br/ojs/index.php/revistaparanaense/article/view/14>
- Seyed, J., Hosseini, F., & Soltani, Z. (2011). The role of extension in adopting

solar energy in rural areas case of carbon sequestration project. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 8(6), 99–104. <http://www.biotech-asia.org/absdoic.php?snoid=824>

Taveira, L. R. S., & Oliveira, J. T. A. De. (2008). A extensão rural na perspectiva de agricultores assentados do Pontal do Paranapanema - SP. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 46(1), 9–30. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032008000100001>

Thornton, R. (2009). La extensión rural en el Cono Sur: nuevos desafíos frente a la sociedad del conocimiento. *Revist@ IICA*, 2, 24–25.

Tucker, J., Schut, M., & Klerkx, L. (2013). Linking action at different levels through innovation platforms. *Innovation Platforms Practice Brief*, 9(November), 1–4.

Turián, T. A., Damián, M. A. H., Ramírez, B. V., Juárez, J. P. S., & Estrella, N. C. (2012). Manejo tradicional e innovación tecnológica en cultivo de maíz en San José Chiapa, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(1), 1085–1100.

Wigboldus, S., & Leeuwis, C. (2013). Towards responsible scaling up and out in agricultural development. An exploration of concepts and principles. In *Wageningen: Center for development innovation*.

World Bank. (2006). *Enhancing agricultural innovation. How to go beyond the strengthening of research systems*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-6741-4>

Zuin, L. F. S., Zuin, P. B., & Díaz Manrique, M. A. (2011). A comunicação dialógica como fator determinante para os processos de ensino aprendizagem que ocorrem na capacitação rural: um estudo de caso em um órgão público de extensão localizado no interior do Estado de São Paulo. *Ciência Rural*, 41(5), 917–923. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000054>

3 NADIE INNOVA MÁS DE LOS QUE SUS RELACIONES LE PERMITEN: EL CASO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE MAÍZ EN MÉXICO³

3.1 Resumen

Este documento analiza el rol de las relaciones sociales en la adopción de innovaciones agrícolas en pequeños productores de maíz dentro del marco de un programa nacional de extensión. Se utilizó información pareada de 14,733 productores de los años 2017 y 2018 del centro y sur de México. La información se analizó mediante indicadores de redes sociales y un modelo logit. La probabilidad ($P < 0.01$) de adopción de innovaciones de un año a otro aumenta si los productores desarrollan relaciones con actores mejor conectados en la red de innovación (cambio en radialidad), amplían el número de clientes y cuentan con mayor superficie sembrada. Los productores con mayor cambio en radialidad establecen patrones de adopción de nuevas innovaciones que les permiten mantener o mejorar sus rendimientos. Estos resultados sugieren que los productores adoptan más innovaciones en la medida que gestionan sus relaciones. Es importante reconfigurar los modelos de extensión enfocados en la transferencia de tecnología que se implementan en países en desarrollo, para centrarlos en el impulso de vínculos de aprendizaje y generación de capital social. Los cambios en los niveles de innovación a partir de los vínculos de aprendizaje

³ Este capítulo fue enviado a *"The Journal of Agricultural Education and Extension. Competence for Rural Innovation and Transformation"*. En este documento, se presenta en idioma español, siguiendo los lineamientos establecidos en el Manual para la Elaboración del Documento de Graduación (2016). Algunos de los resultados fueron presentados en dos congresos. Primero en el XIX Congreso de la Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica y de la Innovación (ALTEC) 2021; Denominado: *"Innovación y tecnologías transformadoras: dilemas, desafíos y acciones para construir un futuro sostenible"*, con sede en la Pontificia Universidad Católica del Perú. La ponencia se denominó: *"Materializando lo invisible. Importancia de las relaciones sociales en los pequeños productores de maíz en México"*. Segundo en el VIII Congreso internacional y XXII Congreso nacional de ciencias agronómicas 2020, con sede en la Universidad Autónoma Chapingo, México. La ponencia se denominó: *"Factores que inciden en la dinámica de adopción de innovaciones en productores de maíz"*. Ambas ponencias fueron útiles para enriquecer el capítulo.

tienen mayor importancia de la que se le ha dado, en relación con otras variables como, edad, escolaridad o experiencia. El alcance de la investigación es explicativo, de corte longitudinal, que emplea los indicadores de radialidad e integración para analizar los vínculos de aprendizaje que establecen los productores.

Palabras clave: Análisis de redes sociales, comunicación productiva, servicios de extensión.

3.2 Introducción

El reto global de la agricultura es producir alimentos sanos y nutritivos de forma eficiente, sustentable y sin pérdida de la biodiversidad para 9,100 millones de personas en el 2050. Al mismo tiempo, el sector agrícola enfrenta una revolución tecnológica que busca contribuir a dicha producción de alimentos (de Amorim et al., 2019; Fielke et al., 2020; Rockström et al., 2020), lo que representa un desafío para que los pequeños productores se apropien de los beneficios que pueden generar las tecnologías en el mediano y largo plazo. En este contexto los procesos de adopción de innovaciones agrícolas juegan un papel importante (Klerkx & Rose, 2020; Torero, 2020). Por lo que, el estudio de los factores que afectan la toma de decisiones entorno a los procesos de adopción de innovaciones agrícolas en los pequeños productores es un tema crucial.

El estudio de los factores ligados a procesos de innovación agrícola y modelos de extensión para transitar hacia el cambio tecnológico y la innovación son de interés para los gobiernos e instituciones encargadas de promover el desarrollo agrícola, lo cual se ve reflejado en las agendas de investigación (Fagerberg, 2006; Faure et al., 2012; Klerkx, 2020; Smits, 2002). Las decisiones que toman los productores para introducir o mejorar una innovación agrícola se han abordado desde las perspectivas teóricas del comportamiento planificado y la maximización de utilidades.

El comportamiento planificado se basa en la teoría sociopsicológica de la acción razonada. Esta teoría supone que los valores y actitudes individuales determinan

la decisión de adoptar una innovación en comparación con otra (Beedell & Rehman, 2000; Burton, 2004; Hansson et al., 2012). Mientras que, la maximización de utilidades se basa en la teoría económica-evolucionista. Esta teoría supone que una innovación es adoptada, cuando la utilidad de adoptar la innovación excede los beneficios de no adoptarla o adoptar otra (Adesina, 1993; Batz et al., 1999; Borges et al., 2019). Así, la adopción de innovaciones en esta investigación se analiza desde la perspectiva teórica de maximización de utilidades.

En la literatura sobre adopción de innovaciones agrícolas se han abordado los factores que influyen en los niveles de Conocimiento, Actitudes y Percepciones (CAP) de un productor al momento de tomar la decisión de adoptar o rechazar una innovación. En el Cuadro 2 se sintetizan los factores y variables que afectan los niveles de la brecha CAP, reportados en la literatura.

Cuadro 2. Adopción de innovaciones en la agricultura.

Factores	Variables	Autores
Productor	Aversión al riesgo, edad, escolaridad, experiencia, género, habilidad técnica, ocupación, tamaño del hogar.	(Asfaw & Admassie, 2004; Makate et al., 2019; Nkamleu & Adesina, 2000; Singh & Stout, 2018)
Unidad de producción	Disponibilidad de agua y mano de obra, diversificación, propiedades del suelo, tenencia de la tierra, tamaño de la Unidad de producción, productividad.	(Schut et al., 2016; Soule et al., 2000; Zheng et al., 2012; Zhou et al., 2008)
Económicas	Acceso a crédito, activos (agrícolas y no agrícolas), inversión y capital de trabajo, rentabilidad, acceso a clientes y mercados.	(Cammarano et al., 2017; Feleke & Zegeye, 2006; Frambach & Schillewaert, 2002; Pittaway et al., 2004)
Innovación	Compatibilidad, complejidad, complementariedad, observabilidad, ventaja relativa, tipos de innovación (tecnológica,	(Ghadim et al., 2005; Noppers et al., 2015; OCDE/Eurostat, 2018; Rogers, 2003; Young, 2009)

	organización, institucional).	mercadotecnia,	
Extensionista	Habilidades, experiencias, continuidad, etapa del ciclo productivo en que inicia a brindar asesoría, pedagogía y habilidades relacionales.		(D'Emden et al., 2006; Jensen et al., 2007; Sánchez Gómez et al., 2016; Suvedi et al., 2017)(Aguilar-Gallegos et al., 2015)
Acceso a información	Asesoría o capacitación pública o privada, continuidad y escalamiento del programa de extensión, redes (técnica, social y comercial), TIC, subsidios, integrante de un grupo.		(Aguilar-Gallegos et al., 2015; Díaz-José et al., 2016; Jiménez Carrasco et al., 2016; Olum et al., 2019; Rendón et al., 2016; Weng, 2017)
Entorno agrícola	Condiciones políticas y tecnológicas, cultura social, entorno geográfico, seguridad social.		(Foster & Heeks, 2013; Oppenheimer, 2014; Rodríguez et al., 2009; Wigboldus et al., 2016)

Fuente: Elaboración propia.

En estudios representativos sobre la adopción de innovaciones en modelos tradicionales de extensión (Borges et al., 2019; Knowler & Bradshaw, 2007; Liu et al., 2018; Meijer et al., 2015; Obiero et al., 2019; Prokopy et al., 2008) existe un vacío de conocimiento acerca del efecto de variables sociales en la adopción de innovaciones y de variables relacionadas con la estructura de las relaciones y los vínculos sociales, además los estudios que existen han analizado pocas observaciones < 1000, y se han dejado de lado algunos indicadores como la radialidad y la integración, que dan información sobre las relaciones directas e indirectas de un pequeño productor para el aprendizaje. Por último, hay escasos estudios de muestras amplias, que aborden los cambios en el tiempo de las variables que afectan la adopción.

Por tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar el rol de las relaciones sociales en la adopción de innovaciones agrícolas en pequeños productores de maíz dentro del marco de un programa nacional de extensión. Para ello, se plantearon las siguientes preguntas: ¿Cómo fue el proceso de adopción de innovaciones en

los pequeños productores?, ¿Cuáles fueron los factores que afectaron la adopción? y ¿Qué papel jugaron las relaciones sociales en los procesos de adopción?

Los resultados se organizaron de la siguiente manera: Primero, se analizaron los patrones en las innovaciones adoptadas y sus niveles de adopción. Segundo, se examinó el perfil de los productores. Tercero, se analizaron los factores que influyeron en el aprendizaje de innovaciones en los diferentes estados del país y con énfasis en el rol de las relaciones sociales. Finalmente, se exploraron las fuentes de información en la adopción de innovaciones.

3.3 Materiales y Métodos

3.3.1 Recolección y gestión de los datos

Este estudio se enfoca en pequeños productores de maíz de bajos ingresos. Estos productores tienen la característica de obtener bajos rendimientos, tener la menor superficie agrícola *per cápita*, estar situados en 14 estados (Campeche, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán) de México, concretamente los estados con mayores índices de marginación, y con dificultad en acceso a información y múltiples necesidades de soporte para mejorar sus condiciones actuales, por lo que han sido objeto de atención de la política pública de extensión agrícola.

Para este estudio se aplicó una encuesta a 14,733 productores que participaron en un Programa Nacional de Extensión⁴ durante los años 2017 y 2018. El tamaño

⁴El Proceso Nacional de Extensión se enmarcó en el programa ProAgro Productivo, el programa de extensión se financió por el gobierno de México y se operó por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). ProAgro Productivo tuvo el objetivo de mejorar los niveles de innovación y rendimientos de forma sostenible en los pequeños productores de maíz (Alarcón 2018; México 2017). Los extensionistas que implementaron el programa fueron capacitados en temas de producción sustentable de maíz y cultivos asociados por el CIMMYT.

final de la muestra se basó en el criterio de selección de máxima variación (Hernández, 2014). Se eligió esta muestra de productores por las siguientes razones. Por un lado, proporcionan similitud en el contexto, e.g.: todos fueron pequeños productores de maíz con superficies cultivadas menores a 5 ha y recibieron asistencia técnica durante el período de análisis; por otro lado, permiten tener una variación, e.g.: tienen diferentes niveles de adopción de innovaciones, rendimientos y asociación.

La principal pregunta de la encuesta fue ¿De quién(es) aprendió las innovaciones que realiza en su unidad de producción? Adicionalmente, se recolectaron variables relacionadas con las características socioeconómicas de los productores y estructuras de sus unidades de producción. Las variables consideradas en el análisis se definen en el Cuadro 3. Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los encuestados utilizando el consentimiento de humano informado de manera oral.

Cuadro 3. Definición de variables consideradas en el análisis.

Variables	Unidad	Definiciones
<i>Dependiente</i>		
InAI	%	El Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) representa el porcentaje de innovaciones adoptadas por un productor con relación al número total de innovaciones promovidas por el programa de extensión a través del extensionista (Muñoz-Rodríguez et al., 2004). Se cálculo de la siguiente manera (Aguirre-López et al., 2020): $InAI_i = \frac{\sum_{j=1}^n innov_{i,j}}{n}$ Donde $innov_{i,j}$ = adopción de la innovación j por el productor i . n = número de innovaciones promovidas por el programa de extensión en el estado.
<i>Independientes</i>		
<i>Adquisición de información (Variables de redes)</i>		
Integración	%	La integración es un indicador de nodo empleado en el análisis de redes sociales que mide las relaciones recibidas por un actor, su cálculo se basa en los grados de entrada y considera vínculos indirectos (Valente & Foreman, 1998). Un productor con alto nivel de integración provee más conocimiento a su red, dado que es más consultado por otros productores.
Radialidad	%	La radialidad es el grado en que los lazos de un individuo llegan a la red y le brindan muchos caminos novedosos de información. Su cálculo se basa en los grados de

		salida y considera los vínculos indirectos (Valente & Foreman, 1998). Un productor con alto nivel de radialidad busca más conocimiento en su red, dado que tiene mayor disposición a preguntar a diversos actores. Así la disposición a preguntar se puede medir a través del cambio en radialidad.
	<i>Productor</i>	
Edad	Años	Número de años del productor.
Escolaridad	Años	Número de años de educación formal de un productor.
	<i>Unidad de producción</i>	
Superficie	Ha	Número de hectáreas sembradas con maíz para grano por el productor.
Rendimientos	t/ha	El rendimiento es el número de toneladas de maíz grano que cosechó el productor.
Autoconsumo	%	El autoconsumo es el porcentaje de maíz grano con respecto al rendimiento total, que un productor destina para su consumo.
	<i>Comercialización</i>	
Clientes	Número	Los clientes son el número de compradores de maíz grano reportados por un productor.

Fuente: Elaboración propia.

Se calcularon cambios en las variables InAI, integración, radialidad, rendimientos, autoconsumo y clientes (Cuadro 3), del 2017 al 2018. Para ello se utilizó la siguiente formula:

$$CV_i = (V_i^{2018} - V_i^{2017}) \quad (1)$$

Donde: CV_i es el cambio en la variable i , V_i^{2018} y V_i^{2017} son valores que toma la variable i en 2018 y 2017 respectivamente. Para la variable dependiente InAI, se consideró a los productores como adoptantes cuando reportaron cambios en su $InAI \geq 0$, en caso contrario se consideraron no adoptantes. Las innovaciones analizadas se definieron con ayuda de los extensionistas, algunas innovaciones varían dependiendo del estado (ver material complementario). No obstante, las innovaciones dentro de un mismo estado de un año a otro no cambiaron.

Las innovaciones consideradas en el cálculo del InAI fueron: análisis foliar, análisis suelo, biofertilizantes, bioinsecticidas, camas permanentes, composta, criollos mejorados, cultivos de cobertura, desvare, feromonas, fertilización (NPK), cobertura de suelo con rastrojo, insectos benéficos, maíz híbridos MasAgro

(semillas de maíz híbridos de la red de semilleros de MasAgro), maíz mejorado MasAgro, mejoradores de suelo (cal agrícola y/o cal dolomítica y/o humus de lombriz y/o humus líquido), micorrizas y azoosporium, micronutrientes, monitoreo plagas, nivelación de suelos, poscosecha (uso de bolsa plástica y/o silo metálico y/o lona de PVC flexible), rastra, semillas mejoradas diversas (semilla mejorada de frijol y/o semilla de avena y/o mezclas de avena más ebo y/o girasol y/o chía y/o linaza y/o ajonjolí y/o calabaza), siembra directa (sembradora de precisión), subsoleo, tratamiento para semillas, uso de cal micronizada.

3.3.2 Análisis de la información

Patrones de innovaciones adoptadas por los productores

Se construyeron redes de aprendizaje mediante matrices de afiliación. La matriz de afiliación se denota por $A = \{a_{ik}\}$ (Faust, 1997), y en este caso representa la afiliación de los productores con las innovaciones. El elemento A toma el valor 1, si el productor i adopta la innovación k , y el valor 0 en caso contrario. Así, la cantidad de innovaciones que realiza un productor está dada por la suma de cada fila, mientras que el número de productores que adopta una innovación está dado por la suma de cada columna. Los actores y las innovaciones también se pueden representar de forma independiente como una red de valor modo 1.

Para construir la *red de actores*, se empleó la matriz dada por X^N que indica el número de relaciones compartidas por cada par de actores. Posteriormente, se construyó una matriz de adyacencia a partir de X^N de tamaño $n \times n$. Un elemento de X^N es notado por x_{ik}^N con $i, k \in N$. x_{ik}^N toma el valor 1 si i y k tienen al menos una innovación en común y si $i \neq k$, y toma el valor de 0 en caso contrario.

Si dos productores comparten dos innovaciones diferentes, se puede establecer el valor del coeficiente $x_{ik}^N = 2$ y la matriz de valores es: $X_V^N = A \times A^T$. Donde A es la matriz de afiliación y (A^T) es la matriz transpuesta. Los valores en la diagonal de X_V^N representan el número de innovaciones adoptadas por cada productor. Para construir la *red de innovaciones* se empleó el mismo método (para mayor

detalle ver la información suplementaria). Empleando la red de innovaciones y el coeficiente de Q Yule's, que sirve para observar la similitud que hay entre los patrones emergentes de adopción de innovaciones (Lewis-Beck et al., 2004) , se creó un mapa de calor.

Perfil de adoptantes y no adoptantes

Para analizar las diferencias entre los productores adoptantes y no adoptantes, en las variables de escolaridad, edad, superficie sembrada, rendimientos, autoconsumo, número de clientes, radialidad e integración, se realizó una prueba de *t* medias para muestras independientes, con una probabilidad de error menor o igual a 0.01, al afirmar que existe efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente.

Heterogeneidad y variables en los cambios de adopción de innovaciones

Solo se consideró el indicador de radialidad porque resultó significativo entre los productores adoptantes y no adoptantes, mientras que el indicador de integración no fue significativo. En este sentido, para analizar la relación entre los cambios en InAI y radialidad según el estado, se elaboró un diagrama de violín.

Para conocer la probabilidad de que los pequeños productores mantengan o aumenten sus niveles de innovación de un año a otro, se especificó un modelo logit (Gujarati & Porter, 2010; Suvedi et al., 2017) bajo el siguiente criterio:

$$L = \ln \left(\frac{P_i}{1-P_i} \right) = \sum \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i \quad (2)$$

Donde: L = logaritmo de la razón de probabilidades; ln = logaritmo natural; $P_i / (1-P_i)$ = razón de probabilidades de que un productor tenga cambios en el InAI ≥ 0 respecto de las probabilidades de que tenga cambios en el InAI < 0 ; β_j = son los parámetros por estimar; X_{ij} = conjunto de variables explicativas; ε_i = término error. En esta investigación se especificó el siguiente modelo:

$$\text{Adopción de innovaciones} = \beta_0 + \beta_1(\text{SCHO}) + \beta_2(\text{AGE}) + \beta_3(\text{AREA}) + \beta_4(\Delta\text{YIE}) + \beta_5(\Delta\text{CON}) + \beta_6(\Delta\text{CLI}) + \beta_7(\Delta\text{RAD}) + \beta_8(\Delta\text{INT}) + \varepsilon_i \quad (3)$$

Donde: “Adopción de innovaciones” es la variable dicotómica, igual a uno, si el productor tuvo cambios en el $\ln\text{AI} \geq 0$, e igual a cero, en caso contrario. El productor con cambios en el $\ln\text{AI} \geq 0$ es aquel que mantuvo o aumento su nivel de adopción de innovaciones en el año 2018 comparado con el 2017. El que tuvo cambios en el $\ln\text{AI} < 0$ es aquel que disminuyó su nivel de adopción en el mismo periodo. SCHO Son los años de escolaridad del productor; AGE es edad del productor; AREA es superficie sembrada; $\Delta = CV_i$ = cambio en la variable. YIE rendimiento maíz grano; CON autoconsumo; CLI número de clientes; RAD radialidad; CINT integración. Para validar la robustez del modelo la información se dividió en dos partes de forma aleatoria, el primero con el 70% de los datos (10,313 observaciones) denominado *conjunto de entrenamiento* que se empleó para construir el modelo; y el segundo con el 30% de los datos (4,420 observaciones) denominado *conjunto de validación*, el cual fue utilizado para validar el modelo.

Fuentes de información para la adopción de innovaciones.

Por último, para analizar las fuentes de información, a partir de la matriz de afiliación se construyeron diagramas de cuerdas basados en la especialización de las innovaciones.

Con análisis y la visualización de los datos, estos se realizaron a través de los softwares Ucinet versión 6.365 (Borgatti et al., 2002) y RStudio versión 4.0.0 [paquete Circlize (Gu et al., 2014) y paquete Igraph (Csardi & Nepusz, 2006)].

3.4 Resultados y discusión

3.4.1 Patrones de adopción de innovaciones en pequeños productores

Los patrones de asociación están representados con el indicador Q de Yule's que toma valores de -1 a +1, pasando del gradiente rojo al azul (Figura 10a). Entonces, una asociación positiva ($Q \text{ Yule's} \approx +1$, Azul) es e.g. cuando un productor incorpora rastrojo en su parcela y combina esta innovación con otras, como el uso de cal micronizada, la aplicación de bioinsecticidas y/o el uso de insectos benéficos. Mientras que, una asociación negativa ($Q \text{ Yule's} \approx -1$, Rojo) es e.g. cuando un productor da tratamiento a la semilla y no combina esta innovación con otras, como con la incorporación de rastrojo en su parcela, la aplicación de biofertilizantes o el monitoreo de plagas. Por lo tanto, la adopción de innovaciones en los pequeños productores sigue patrones de asociación positivos y negativos.

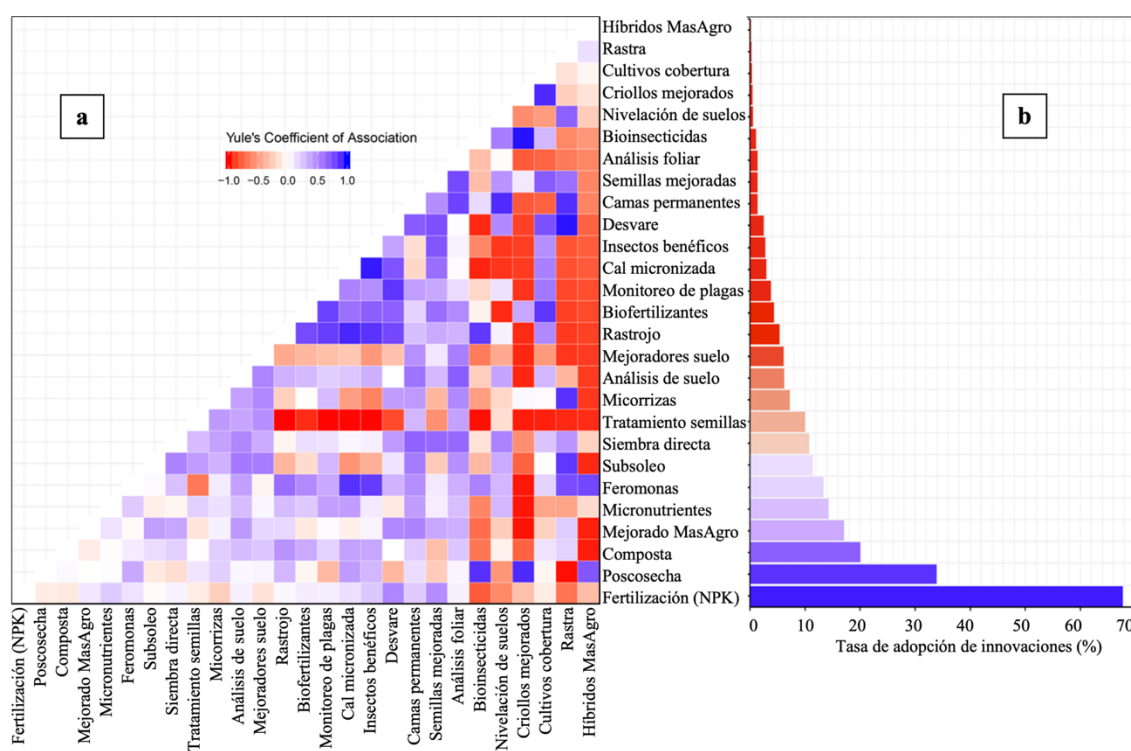


Figura 10. Patrones de innovaciones adoptadas.

Fuente: Elaboración propia. Nota: (a) mapa de calor de la matriz de correlación que muestra como cada práctica se adopta una asociada a la otra, desde 1 (positivo – azul) a -1 (negativo – rojo), usando el indicador de correlación Q de Yule's. (b) gráfico de barras que muestra la tasa de adopción de innovación para las principales innovaciones promovidas.

Cuando se contrastan los patrones de adopción de innovaciones con la tasa de adopción (Figura 10b), se observa que el tipo de innovaciones que más se adoptan son las relacionadas con la fertilización. Sin embargo, estas innovaciones no son las más asociadas. Por el contrario, el tipo de innovaciones menos adoptadas son las relacionadas al tipo de semillas y uso de maquinaria agrícola. No obstante, estas innovaciones tienen más asociación negativa. Entonces, una mayor adopción no implica una mayor asociación de las innovaciones.

En algunos casos la adopción de un tipo de innovación promueve o rezaga la adopción de otra innovación, e.g. La adopción de híbridos MasAgro rezaga la adopción de la siembra de maíz mejorado MasAgro, tratamiento de semillas, entre otras. Este comportamiento coincide con lo reportado por (Aguirre-López et al., 2020) quienes encontraron asociaciones positivas y negativas en la adopción de innovaciones. Sin embargo, las decisiones de adopción de innovaciones no reflejan patrones claros de adopción y no siguen un proceso de gradualidad o encadenamiento. Una posible explicación es que las pautas de adopción dependen en gran medida tanto de la eficacia del servicio de extensión como de la orientación al mercado de los agricultores (De Rosa et al., 2020).

3.4.2 Perfil de adoptantes y no adoptantes

Se encontró que 81.2% de los pequeños productores estudiados se consideraron adoptantes, dado que mantuvieron o aumentaron sus niveles de innovación de un año a otro. Mientras que 18.8% de los productores se consideraron no adoptantes, debido a que adoptaron alguna innovación agrícola durante el primer año, pero dejaron de practicarla al siguiente. Los resultados muestran diferencias significativas ($P < 0.01$) entre productores adoptantes y no adoptantes de un año a otro. Por un lado, los adoptantes obtienen más información de su red de actores

con alto número de vínculos (cambio en radialidad), disponen de más clientes para vender, tienen más superficie, mantienen sus rendimientos y destinan menos para autoconsumo (Cuadro 4). Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas en la escolaridad, la edad y la disposición del productor para enseñar a otros productores (cambio en integración). Entonces, los productores que disponen de tierra, acceso a mercado y acceso a conocimiento tienen mayor nivel de adopción de innovaciones y rendimientos de un año a otro, en comparación con productores que carecen de estos atributos.

Cuadro 4. Características de productores adoptantes y no adoptantes.

Variable (Unidad de medida)	Media (Adoptantes)	S. D.	Media (No adoptantes)	S. D.	P-Valor*
Escolaridad (años)	4.380	3.435	4.510	3.356	0.079
Edad (años)	62.780	12.960	62.830	12.873	0.829
Superficie (ha)	2.070	1.697	1.820	1.276	0.000***
Cambio en rendimientos (t/ha)	-0.031	1.728	-0.127	1.536	0.003***
Cambio en autoconsumo (%)	0.498	34.257	3.750	32.800	0.000***
Cambio en núm. clientes (Clientes)	0.168	0.710	-0.023	0.572	0.000***
Cambio en radialidad (%)	0.025	0.054	0.002	0.069	0.000***
Cambio en integración (%)	-0.001	0.075	-0.004	0.017	0.244

Fuente: Elaboración propia. Nota: Prueba de *t* para muestras independientes. Valores significativos son indicados *** $P \leq 0.01$.

Esto hallazgos parecen ser una constante en estudios (Aguirre-López et al., 2020; Fieldsend et al., 2021; Jellason et al., 2021) donde se reporta que el acceso a capital, mercado y conocimiento son ingredientes claves en productores innovadores. No obstante, existen estudios que afirman que atributos personales como la edad y la escolaridad también son determinantes entre adoptantes y no adoptantes (Mittal & Mehar, 2015; Suvedi et al., 2017).

3.4.3 Heterogeneidad y variables en la adopción de nuevas innovaciones

La presencia de adoptantes fue mayor en los distintos entornos agrícolas analizados. Al mismo tiempo, se encontró heterogeneidad en los niveles de adopción de innovaciones entre estados, pues, la forma de los violines es

diferente para cada estado. Además, estas diferencias se asocian con los cambios en radialidad (Figura 11).

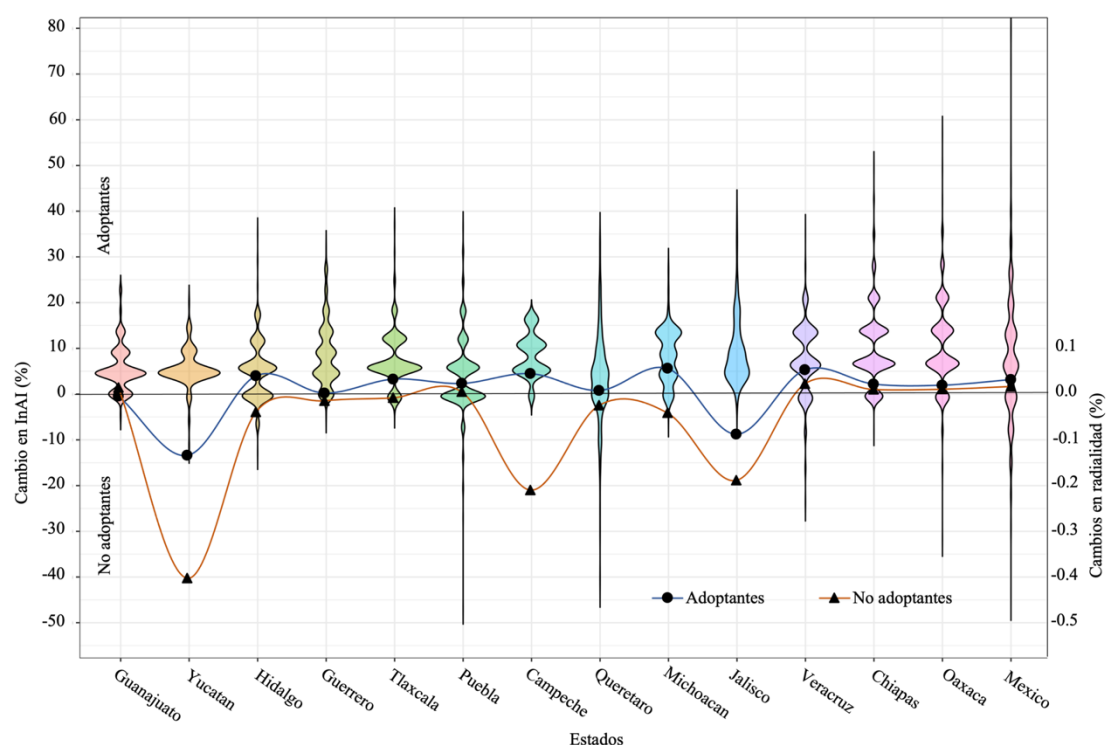


Figura 11. Cambios en innovación y radialidad.

Fuente: Elaboración propia. Nota: Adoptantes = cambio en $\ln AI \geq 0$, no adoptantes = cambio en $\ln AI < 0$. Los diagramas de violín muestran la distribución de los cambios porcentuales positivos y negativos en la adopción de innovaciones del año 2017 al 2018 para cada territorio. Mientras que, el gráfico de líneas muestra los cambios porcentuales del indicador de radialidad para cada territorio.

Los productores adoptantes tienen mayor disposición a preguntar que los no adoptantes (Figura 11). Mientras que, los adoptantes en todos los estados presentaron cambios positivos en radialidad (línea azul-círculo), los no adoptantes presentaron cambios negativos en sus niveles de radialidad (línea naranja-triángulo). Entonces, los productores que mantienen sus vínculos sociales de un año a otro incrementan sus niveles de innovación. Lo que parece denotar que la capacidad de preguntar no está en función del territorio.

Al mismo tiempo, los resultados del modelo logit muestran que la probabilidad de que los pequeños productores mantengan o aumenten sus niveles de innovación de un año a otro se explica por cuatro variables: i) aumento en radialidad, ii) aumento en el número de clientes, iii) superficie sembrada y iv) nivel de escolaridad (Cuadro 5).

Cuadro 5. Parámetros para estimar la probabilidad de adopción de innovación.

Variable	Coeficientes (DE)	Z-Valor	P-Valor	OR
Escolaridad	-0.024 (0.008)	-2.902	0.003**	0.976
Edad	-0.004 (0.002)	-1.623	0.104	0.996
Superficie	0.110 (0.021)	5.256	0.000***	1.116
Cambio en rendimientos	0.021 (0.015)	1.362	0.173	1.021
Cambio en autoconsumo	0.000 (0.001)	0.275	0.783	1.000
Cambio en núm. clientes	0.430 (0.040)	10.813	0.000***	1.538
Cambio en radialidad	6.793 (0.503)	13.493	0.000***	891.191
Cambio en integración	-0.113 (0.294)	-0.386	0.699	0.893
Constante	1.428 (0.164)	8.684	0.000***	4.172

Fuente: Elaboración propia. Nota: El modelo de regresión logística presentó un poder predictivo de 81.18%. Valores estimados significativos son indicados con ** $P \leq 0.05$, *** $P \leq 0.01$.

La adopción de innovaciones es una decisión compleja, donde intervienen varios factores que influyen en los niveles de CAP de un productor. Por un lado, los factores externos relacionados con el entorno agrícola, el acceso a información y habilidades del extensionista (Borges et al., 2019; Meijer et al., 2015). Por otro lado, los factores internos relacionados con los productores y sus unidades de producción (Obiero et al., 2019; Prokopy et al., 2008).

Los hallazgos muestran que a un cambio positivo en la adopción de innovaciones le antecede un aumento en radialidad, entonces, un aumento en la adopción de innovaciones se explica en gran proporción por un aumento en la disposición a preguntar que desarrolla un productor. Entonces se puede afirmar que ningún productor innova más de los que sus relaciones le permiten. Dicha afirmación corresponde a un proceso donde las relaciones se deben construir, desarrollar y acrecentar para tener a quién preguntar (Apicella et al., 2012).

La variable número de clientes se asocia con la diversidad de mercados. En general, se reportan incrementos en los niveles de innovación asociados a mayor

diversidad en el mercado (C. W. Kilelu et al., 2014; Schut et al., 2016). Entonces, una mayor certeza de comercialización les permite a los productores aplicar nuevos conocimientos en sus unidades de producción.

En cuanto al efecto de la superficie sembrada sobre la adopción de innovaciones, se asumen diferentes posturas. Mientras que, algunos estudios indican cambios positivos en los niveles de adopción de innovaciones y la superficie (Borges et al., 2019). Otros indican que, la superficie sembrada no es una limitante en la adopción de nuevas innovaciones (Meijer et al., 2015). Y otros más, no reportan asociación entre estas dos variables (Obiero et al., 2019). A pesar de la controversia en los estudios, en los productores analizados, un aumento en la superficie sembrada se asocia con la adopción de nuevas innovaciones de un año a otro.

En relación con la escolaridad, también se asumen diferentes posturas, mientras que, algunos indican una relación positiva entre adopción de nuevas innovaciones y mayor escolaridad (Asfaw & Admassie, 2004; Nkamleu & Adesina, 2000), otros indican que existe una relación negativa (Olum et al., 2019; Prokopy et al., 2008) y otros más, no atribuyen un efecto entre ambas variables (Knowler & Bradshaw, 2007; Obiero et al., 2019). La escolaridad tiene efectos negativos sobre la adopción de innovaciones en los productores analizados. No obstante, los niveles de escolaridad reportados por los productores son bajos en comparación con otros países como Estados Unidos, Australia o Nueva Zelanda.

3.4.4 Fuentes de información para la adopción de innovaciones

Se encontró que se aprenden diferentes innovaciones de diferentes actores, y la importancia de los actores cambia según el tipo de innovaciones. Así, los productores consultan diferentes fuentes de información [extensionistas (35 %), productores (23%), proveedores (21%) e instituciones de gobierno (14%)] para fortalecer su brecha CAP (Figura 12). Esto denota que, los productores son sujetos activos en las redes, y ellos deciden que innovaciones adoptan y de que actores aprenden. Entonces, no es suficiente tener un elevado número de

vínculos en la red, si no también, es necesario que los vínculos que establecen los productores sean con actores diversos y bien conectados en la red.

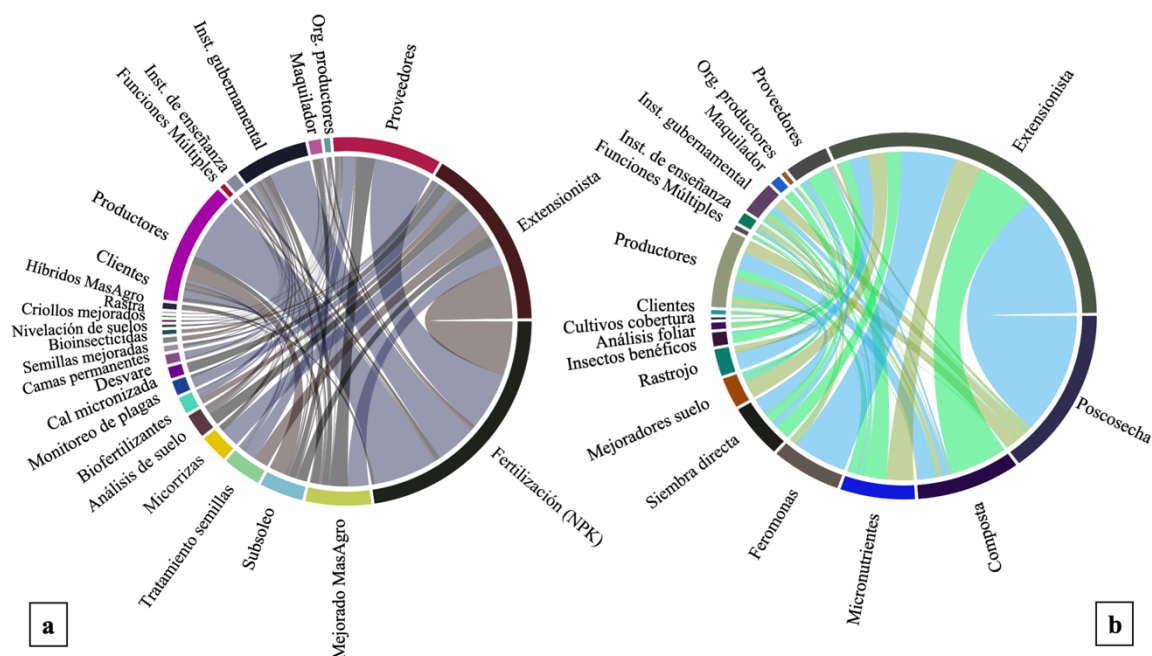


Figura 12. Fuentes de información por tipo de innovación.

Fuente: Elaboración propia. Nota: (a) Genéricas, (b) Especializadas. En la mitad superior de los diagramas de cuerdas se agruparon los actores. Mientras que, en la mitad inferior se presentan las innovaciones.

Algunos estudios (Aguirre-López et al., 2020; Masuda et al., 2018; Migliano et al., 2017) coinciden en que los productores aprenden de sus pares o semejantes, tal como se observa en los diagramas de cuerdas (Figura 12). Existen riesgos al respecto, como lo señalan (Altenburger & Ugander, 2018) pues, las redes pueden tornarse homofílicas haciendo que la información que circula en su red social tienda a ser redundante. Estos hallazgos concuerdan con (Kuehne et al., 2017) quienes afirman que construir redes equilibradas genera ventaja relativa alta para los productores. Por lo tanto, el papel de cada actor en la red es importante; primero, porque diversifican las relaciones evitando la concentración de información; segundo, permiten la apropiación de las innovaciones en las comunidades ante la partida de los extensionistas; y tercero, aumentan los lazos

débiles que dinamizan la red de los productores puesto que introducen nuevo conocimiento.

3.5 Conclusiones

Este trabajo analizó el rol de las relaciones sociales en el aprendizaje de nuevas innovaciones en pequeños productores de maíz que participaron en un Proceso Nacional de Extensión, donde se encontró que la disposición a preguntar medida a través del indicador de nodo de radialidad juega un papel muy importante en la adquisición de nuevos conocimientos en los pequeños productores.

Diversos actores como el gobierno, a través de los extensionistas; el sector privado, a través de los diferentes tipos de proveedores; las instituciones, los consumidores y los productores participan en la difusión de las innovaciones. Los resultados de la difusión están en función de la disposición o propensión que puedan tener los productores para construir, desarrollar, gestionar y mantener sus redes.

Nadie innova más de lo que sus relaciones le permiten. Un productor tiene la capacidad de adoptar más innovaciones si aumentan sus vínculos sociales, número de clientes y en menor medida la superficie sembrada. La disposición a preguntar en los productores es un elemento clave que debe ser considerado desde el diseño, operación y evaluación de futuros programas de extensión. No es suficiente preguntar a quién sea, un productor debe preguntar a actores mejor conectados en la red, pues actores mejores conectados tienen acceso a mejor conocimiento.

3.6 Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Autónoma Chapingo y al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Porque, gracias a su colaboración facilitaron el acceso a la información para realizar el presente trabajo con fines de investigación. También se agradece a los técnicos y productores que proporcionaron sus datos para el análisis.

3.7 Declaración de intereses

Los autores no informaron ningún posible conflicto de intereses.

3.8 Literatura citada

Adesina, A. (1993). Technology characteristics, farmers' perceptions and adoption decisions: A Tobit model application in Sierra Leone. *Agricultural Economics*, 9(4), 297–311. [https://doi.org/10.1016/0169-5150\(93\)90019-9](https://doi.org/10.1016/0169-5150(93)90019-9)

Aguilar-Gallegos, N., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, H., Aguilar-Ávila, J., & Klerkx, L. (2015). Information networks that generate economic value: A study on clusters of adopters of new or improved technologies and practices among oil palm growers in Mexico. *Agricultural Systems*, 135, 122–132. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2015.01.003>

Aguirre-López, J. M., Díaz-José, J., Chaloupková, P., & Guevara-Hernández, F. (2020). Unraveling innovation networks in conservation agriculture using social network analysis. In G. Ragozini & M. P. Vitale (Eds.), *Challenges in social network research. Methods and applications* (pp. 133–148). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31463-7_9

Altenburger, K. M., & Ugander, J. (2018). Monophily in social networks introduces similarity among friends-of-friends. *Nature Human Behaviour*, 2(4), 284–290. <https://doi.org/10.1038/s41562-018-0321-8>

Apicella, C. L., Marlowe, F. W., Fowler, J. H., & Christakis, N. A. (2012). Social networks and cooperation in hunter-gatherers. *Nature*, 481(7382), 497–501. <https://doi.org/10.1038/nature10736>

Asfaw, A., & Admassie, A. (2004). The role of education on the adoption of chemical fertiliser under different socioeconomic environments in Ethiopia. *Agricultural Economics*, 30(3), 215–228. <https://doi.org/10.1016/j.agecon.2002.12.002>

Batz, F., 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)
- Beedell, J., & Rehman, T. (2000). Using social-psychology models to understand farmers' conservation behaviour. *Journal of Rural Studies*, 16(1), 117–127. [https://doi.org/10.1016/S0743-0167\(99\)00043-1](https://doi.org/10.1016/S0743-0167(99)00043-1)
- Borgatti, S., Everett, M., & Freeman, L. (2002). *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Analytic Technologies, Harvard, MA.
- Burton, R. J. F. (2004). Reconceptualising the 'behavioural approach' in agricultural studies: a socio-psychological perspective. *Journal of Rural Studies*, 20(3), 359–371. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2003.12.001>
- Cammarano, A., Caputo, M., Lamberti, E., & Michelino, F. (2017). R&D Collaboration Strategies for Innovation: An Empirical Study Through Social Network Analysis. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 14(01), 1740001. <https://doi.org/10.1142/S0219877017400016>
- Csardi, G., & Nepusz, T. (2006). The igraph software package for complex network research. *InterJournal, Sistemas c*(1), 1695.
- D'Emden, F. H., Llewellyn, R. S., & Burton, M. P. (2006). Adoption of conservation tillage in Australian cropping regions: An application of duration analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(6), 630–647. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.07.003>
- de Amorim, W. S., Borchardt Deggau, A., do Livramento Gonçalves, G., da Silva Neiva, S., Prasath, A. R., & Salgueirinho Osório de Andrade Guerra, J. B. (2019). Urban challenges and opportunities to promote sustainable food security through smart cities and the 4th industrial revolution. *Land Use Policy*, 87(May), 104065. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104065>
- De Rosa, M., Bartoli, L., Charatsari, C., & Lioutas, E. (2020). Knowledge transfer

- and innovation adoption in women farmers. *British Food Journal*, 123(1), 317–336. <https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2020-0159>
- Díaz-José, J., Rendón-Medel, R., Govaerts, B., Aguilar-Ávila, J., & Muñoz-Rodríguez, M. (2016). Innovation Diffusion in Conservation Agriculture: A Network Approach. *The European Journal of Development Research*, 28(2), 314–329. <https://doi.org/10.1057/ejdr.2015.9>
- Fagerberg, J. (2006). Innovation: A guide to the literature. In J. Fagerberg & D. C. Mowery (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation* (Vol. 2004, Issue February 2016). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0001>
- Faure, G., Desjeux, Y., & Gasselin, P. (2012). New Challenges in Agricultural Advisory Services from a Research Perspective: A Literature Review, Synthesis and Research Agenda. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 18(5), 461–492. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2012.707063>
- Faust, K. (1997). Centrality in affiliation networks. *Social Networks*, 19(2), 157–191. [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(96\)00300-0](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(96)00300-0)
- Feleke, S., & Zegeye, T. (2006). Adoption of improved maize varieties in Southern Ethiopia: Factors and strategy options. *Food Policy*, 31(5), 442–457. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2005.12.003>
- Fieldsend, A. F., Cronin, E., Varga, E., Biró, S., & Rogge, E. (2021). ‘Sharing the space’ in the agricultural knowledge and innovation system: multi-actor innovation partnerships with farmers and foresters in Europe. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 0(0), 1–20. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2021.1873156>
- Fielke, S., Taylor, B., & Jakku, E. (2020). Digitalisation of agricultural knowledge and advice networks: A state-of-the-art review. *Agricultural Systems*, 180(November 2019), 102763. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102763>

- Foster, C., & Heeks, R. (2013). Conceptualising Inclusive Innovation: Modifying Systems of Innovation Frameworks to Understand Diffusion of New Technology to Low-Income Consumers. *The European Journal of Development Research*, 25(3), 333–355. <https://doi.org/10.1057/ejdr.2013.7>
- 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)
- Ghadim, A. K. A., Pannell, D. J., & Burton, M. P. (2005). Risk, uncertainty, and learning in adoption of a crop innovation. *Agricultural Economics*, 33(1), 1–9. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2005.00433.x>
- Gu, Z., Gu, L., Eils, R., Schlesner, M., & Brors, B. (2014). circlize implements and enhances circular visualization in R. *Bioinformatics*, 30(19), 2811–2812. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btu393>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). Econometría. In J. M. Chacon & E. C. Z. Guitierrez (Eds.), *Mc Graw Hill* (Quinta Ed). Mc Graw Hill. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Hansson, H., Ferguson, R., & Olofsson, C. (2012). Psychological Constructs Underlying Farmers' Decisions to Diversify or Specialise their Businesses - An Application of Theory of Planned Behaviour. *Journal of Agricultural Economics*, 63(2), 465–482. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2012.00344.x>
- Hernández, S. R. (2014). *Metodología de la investigación* (sexta). Mc Graw Hill Education.
- Jellason, N. P., Conway, J. S., & Baines, R. N. (2021). Understanding impacts and barriers to adoption of climate-smart agriculture (CSA) practices in North-Western Nigerian drylands. *The Journal of Agricultural Education and*

Extension, 27(1), 55–72. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2020.1793787>

Jensen, M. B., Johnson, B., Lorenz, E., & Lundvall, B.-Å. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, 36(5), 680–693. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.006>

Jiménez Carrasco, J. S., Rendón Medel, R., U. Toledo, J., & Aranda Osorio, G. (2016). Las tecnologías de la información y comunicación como fuente de conocimientos en el sector rural. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(Junio-Agosto), 3063. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i15.426>

Kilelu, C. W., Klerkx, L., & Leeuwis, C. (2014). How Dynamics of Learning are Linked to Innovation Support Services: Insights from a Smallholder Commercialization Project in Kenya. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 20(2), 213–232. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2013.823876>

Klerkx, L. (2020). Advisory services and transformation, plurality and disruption of agriculture and food systems: towards a new research agenda for agricultural education and extension studies. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 26(2), 131–140. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2020.1738046>

Klerkx, L., & Rose, D. (2020). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security*, 24(October 2019), 100347. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>

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

Kuehne, G., Llewellyn, R., Pannell, D. J., Wilkinson, R., Dolling, P., Ouzman, J., & Ewing, M. (2017). Predicting farmer uptake of new agricultural practices: A tool for research, extension and policy. *Agricultural Systems*, 156(June),

115–125. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.06.007>

Lewis-Beck, M. S., Bryman, A., & Liao, T. F. (2004). *Yule's Q*. The SAGE Encyclopedia of Social Science Research Methods; Sage Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412950589.n1097>

Liu, T., Bruins, R. J. F., & Heberling, M. T. (2018). Factors Influencing Farmers' Adoption of Best Management Practices: A Review and Synthesis. *Sustainability*, 10(2), 432. <https://doi.org/10.3390/su10020432>

Makate, C., Makate, M., Mango, N., & Siziba, S. (2019). Increasing resilience of smallholder farmers to climate change through multiple adoption of proven climate-smart agriculture innovations. Lessons from Southern Africa. *Journal of Environmental Management*, 231(November 2018), 858–868. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.069>

Masuda, Y. J., Liu, Y., Reddy, S. M. W., Frank, K. A., Burford, K., Fisher, J. R. B., & Montambault, J. (2018). Innovation diffusion within large environmental NGOs through informal network agents. *Nature Sustainability*, 1(4), 190–197. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0045-9>

Meijer, S. S., Catacutan, D., Ajayi, O. C., Sileshi, G. W., & Nieuwenhuis, M. (2015). The role of knowledge, attitudes and perceptions in the uptake of agricultural and agroforestry innovations among smallholder farmers in sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 13(1), 40–54. <https://doi.org/10.1080/14735903.2014.912493>

Migliano, A. B., Page, A. E., Gómez-Gardeñes, J., Salali, G. D., Viguié, S., Dyble, M., Thompson, J., Chaudhary, N., Smith, D., Strods, J., Mace, R., Thomas, M. G., Latora, V., & Vinicius, L. (2017). Characterization of hunter-gatherer networks and implications for cumulative culture. *Nature Human Behaviour*, 1(2), 0043. <https://doi.org/10.1038/s41562-016-0043>

Mittal, S., & Mehar, M. (2015). Socio-economic Factors Affecting Adoption of

Modern Information and Communication Technology by Farmers in India: Analysis Using Multivariate Probit Model. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 22(2), 1–14. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2014.997255>

Muñoz-Rodríguez, M., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., García-Muñiz, J. G., & Altamirano- Cárdenas, J. R. (2004). *Redes de Innovación: Un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el Desarrollo Rural*. Fundación Produce de Michoacán/Universidad Autónoma Chapingo. http://publicaciones.ciestaam.edu.mx/libros/7_Redes_de_Innovacion.pdf

Nkamleu, G. B., & Adesina, A. A. (2000). Determinants of chemical input use in peri-urban lowland systems: bivariate probit analysis in Cameroon. *Agricultural Systems*, 63(2), 111–121. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(99\)00074-8](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(99)00074-8)

Noppers, E. H., Keizer, K., Bockarjova, M., & Steg, L. (2015). The adoption of sustainable innovations: The role of instrumental, environmental, and symbolic attributes for earlier and later adopters. *Journal of Environmental Psychology*, 44, 74–84. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.09.002>

Obiero, K. O., Waidbacher, H., Nyawanda, B. O., Munguti, J. M., Manyala, J. O., & Kaunda-Arara, B. (2019). Predicting uptake of aquaculture technologies among smallholder fish farmers in Kenya. *Aquaculture International*, 27(6), 1689–1707. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00423-0>

OCDE/Eurostat. (2018). Oslo Manual 2018. In *Handbook of Innovation Indicators and Measurement* (4th ed.). OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>

Olum, S., Gellynck, X., Juvinal, J., Ongeng, D., & De Steur, H. (2019). Farmers' adoption of agricultural innovations: A systematic review on willingness to pay studies. *Outlook on Agriculture*, 49(3), 1–17. <https://doi.org/10.1177/0030727019879453>

- Oppenheimer, A. (2014). *¡Crear o morir! La esperanza de Latinoamérica y las cinco claves de la innovación*. Penguin Random House Grupo Editorial, S. A., de C.V.
- Pittaway, L., Robertson, M., Munir, K., Denyer, D., & Neely, A. (2004). Networking and innovation: a systematic review of the evidence. *International Journal of Management Reviews*, 5–6(3–4), 137–168. <https://doi.org/10.1111/j.1460-8545.2004.00101.x>
- Prokopy, L. S., Floress, K., Klotthor-Weinkauff, D., & Baumgart-Getz, A. (2008). Determinants of agricultural best management practice adoption: Evidence from the literature. *Journal of Soil and Water Conservation*, 63(5), 300–311. <https://doi.org/10.2489/jswc.63.5.300>
- Rendón, M. R., Roldán, S. E., Cruz, C. J. G., & Díaz, J. J. (2016). Criterios para la Identificación de Módulos Demostrativos * Criteria for identifying demonstration modules. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15, 2939–2948. <https://goo.gl/WdFAMD>
- Rockström, J., Edenhofer, O., Gaertner, J., & DeClerck, F. (2020). Planet-proofing the global food system. *Nature Food*, 1(1), 3–5. <https://doi.org/10.1038/s43016-019-0010-4>
- Rodríguez, L. M., Fonseca, M., Guevara, F., Hernández, A., & Jiménez, M. (2009). Extensionismo o innovación como proceso de aprendizaje social y colectivo. ¿Dónde está el dilema? *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(4), 387–394.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovation* (F. Press (ed.); Fifth). FREE PRESS A Division of Simon & Schuster, Inc.
- Rossi Borges, J. A., Lansink, A. G. J. M. O., & Emvalomatis, G. (2019). Adoption of innovation in agriculture: a critical review of economic and psychological models. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*,

13(1), 36. <https://doi.org/10.1504/IJISD.2019.096705>

Sánchez Gómez, J., Rendón Medel, R., & Escoto, F. C. (2016). Efecto de la intervención de un agente de cambio en redes locales de innovación* Effect of the intervention of an agent of change in local innovation networks. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15, 3023–3037.

Schut, M., van Asten, P., Okafor, C., Hicintuka, C., Mapatano, S., Nabahungu, N. L., Kagabo, D., Muchunguzi, P., Njukwe, E., Dontsop-Nguezet, P. M., Sartas, M., & Vanlauwe, B. (2016). Sustainable intensification of agricultural systems in the Central African Highlands: The need for institutional innovation. *Agricultural Systems*, 145, 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.03.005>

Singh, N. P., & Stout, B. D. (2018). Knowledge flow, innovative capabilities and business success: performance of the relationship between small world networks to promote innovation. *International Journal of Innovation Management*, 22(02), 1850014. <https://doi.org/10.1142/S1363919618500147>

Smits, R. (2002). Innovation studies in the 21st century; Question from a user's perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 69(9), 861–883. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(01\)00181-0](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(01)00181-0)

Soule, M. J., Tegene, A., & Wiebe, K. D. (2000). Land tenure and the adoption of conservation practices. *American Journal of Agricultural Economics*, 82(4), 993–1005. <https://doi.org/10.1111/0002-9092.00097>

Suvedi, M., Ghimire, R., & Kaplowitz, M. (2017). Farmers' participation in extension programs and technology adoption in rural Nepal: a logistic regression analysis. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 23(4), 351–371. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2017.1323653>

Torero, M. (2020). Without food, there can be no exit from the pandemic. *Nature*,

580(7805), 588–589. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-01181-3>

- Valente, T. W., & Foreman, R. K. (1998). Integration and radiality: Measuring the extent of an individual's connectedness and reachability in a network. *Social Networks*, 20(1), 89–105. [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(97\)00007-5](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(97)00007-5)
- Weng, C. S. (2017). Innovation Intermediaries in Technological Alliances. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 14(02), 1740013 (17 pages). <https://doi.org/10.1142/S0219877017400132>
- Wigboldus, S., Klerkx, L., Leeuwis, C., Schut, M., Muilerman, S., & Jochemsen, H. (2016). Systemic perspectives on scaling agricultural innovations. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(3), 46. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0380-z>
- Young, H. P. (2009). Innovation Diffusion in Heterogeneous Populations: Contagion, Social Influence, and Social Learning. *American Economic Review*, 99(5), 1899–1924. <https://doi.org/10.1257/aer.99.5.1899>
- Zheng, S., Xu, P., & Wang, Z. (2012). Farmers' adoption of new plant varieties under variety property right protection. *China Agricultural Economic Review*, 4(1), 124–140. <https://doi.org/10.1108/17561371211196810>
- Zhou, S., Herzfeld, T., Glauben, T., Zhang, Y., & Hu, B. (2008). Factors Affecting Chinese Farmers' Decisions to Adopt a Water-Saving Technology. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue Canadienne d'agroeconomie*, 56(1), 51–61. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7976.2007.00116.x>

4 ECOSISTEMA DEL CAPITAL SOCIAL PARA LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA: ¿CONVIENE RELACIONARSE?⁵

4.1 Resumen

La adopción de innovaciones por parte de los pequeños productores de bajos ingresos requiere el acceso a recursos como el conocimiento, económicos e incluso apoyo emocional; esto demanda la articulación de las diferentes formas de capital social bonding, bridging y linking, vinculado a las relaciones entre actores como productores, extensionistas, familiares, instituciones de gobierno, entre otros. El objetivo de este estudio fue analizar la forma en cómo los productores gestionan el capital social de bonding, bridging y linking según sus necesidades de innovación, a través del análisis de sus redes sociales. Se encuestaron 28 233 productores de maíz del centro y sur de México, dentro de una política nacional de extensión. Los hallazgos revelaron que solo el 3% de los productores gestionan el bonding, bridging y linking, estos productores obtienen un rendimiento extra de hasta 1.8 t/ha, comparado con productores que no reportaron acceso a ninguna forma del capital social. También se encontró que en la medida que una innovación se adopta, se desarrollan fuentes de información asociadas a distintas formas de capital social. Los hallazgos sugieren que futuras estrategias de extensión deben enfocarse en el desarrollo de capacidades en los productores para combinar las tres formas de capital social que les permita adquirir el suficiente conocimiento para innovar.

⁵ Este capítulo fue enviado al “*Journal of Agriculture and Food Research*”. En este documento, se presenta en idioma español, siguiendo los lineamientos establecidos en el Manual para la Elaboración del Documento de Graduación (2016). Algunos de los resultados fueron presentados en el IV Congreso Internacional de Extensión Rural y IV Encuentro Nacional de Extensión Rural (CIENER) 2021, con sede en la Universidad del Tolima, Colombia. La ponencia se denominó: “*Navegando por las redes de innovación agrícola mediante el capital social de bonding, bridging y linking*”. La ponencia fue útil para enriquecer el capítulo.

Palabras claves: Innovación, maíz, extensión agrícola, redes sociales, pequeños productores.

4.2 Introducción

El fortalecimiento del capital social mediante las redes es importante para la adopción de innovaciones y la mejora en los rendimientos por al menos dos razones. En primer lugar, la mayoría de los productores en el mundo dependen de pequeñas explotaciones agrícolas para su subsistencia y en buena parte de ellas, el capital social y las redes cumplen funciones sustanciales en distintos niveles (Borges et al., 2019; Liu et al., 2018; Meijer et al., 2015). En segundo lugar, muchas de estas explotaciones tienen la oportunidad de mejorar sus rendimientos a través de las redes sociales generando o adoptando innovaciones (Dost & Badir, 2019; Hermans et al., 2013; Oreszczyn et al., 2010). En consecuencia, los productores que dependen de pequeñas explotaciones agrícolas pueden robustecer su capital social a través de las redes sociales, para ser capaces de responder a los cambios en los sistemas sociales y naturales (Kratzer & Ammering, 2019).

No obstante, la literatura sobre el capital social basado en las redes sociales y sus efectos sobre la adopción de innovaciones agrícolas tienen varios puntos débiles. En primer lugar, a menudo se hace poco hincapié en la importancia del capital social y las redes sociales sobre la adopción de innovaciones y los rendimientos (Knowler & Bradshaw, 2007; Prokopy et al., 2008), tanto que es tema crucial en agendas de investigación (Fagerberg, 2006; Faure et al., 2012; Steiner et al., 2019). En segundo lugar, las funciones que desempeñan los actores en las redes sociales de los pequeños productores de bajos ingresos sobre los rendimientos y las formas de capital social, rara vez se combinan para estudiar como los productores configuran diferentes tipos de redes para cubrir sus objetivos de innovación (Cofré-Bravo et al., 2019; Klerkx & Proctor, 2013). Y, por último, hay pocos análisis cuantitativos y extensivos que hayan intentado evidenciar los impactos.

Aunado a lo anterior, en el sur global se está debatiendo cómo organizar el apoyo a la innovación agrícola con miras a mejorar los sistemas agrícolas de los pequeños productores para que estén más orientados al mercado (C. Kilelu et al., 2017; Poulton et al., 2010). En el contexto de América Latina, también se están produciendo debates similares sobre cómo organizar redes de apoyo óptimas para los diferentes tipos de productores (Aguilar-Gallegos et al., 2015; Díaz-José et al., 2016; Klerkx, 2020) y México no es una excepción (Aguirre-López et al., 2020).

A partir del análisis de redes de aprendizaje e intercambio de información de agricultores que producen maíz en México; este estudio tiene como propósito analizar la forma en como los productores gestionan el capital social de bonding, bridging y linking según sus necesidades de innovación. Este estudio se centra en las funciones que desempeñan los diversos actores que integran las redes a través de las formas de capital social, lo que puede orientar las políticas destinadas a apoyar y mejorar futuros sistemas de extensión.

4.2.1 Capital social, formas y niveles

El capital social es un concepto complejo y multidimensional que tiene varias definiciones, formas y niveles. El capital social puede definirse como un activo colectivo en forma de redes sociales, confianza y normas compartidas que facilitan la cooperación y la acción colectiva en beneficio mutuo (Bourdieu, 1986; Coleman, 1988; Fukuyama, 1995; Putnam, 2000). Las formas en que se ha operacionalizado el capital social incluyen estructural y cognoscitivo (Tsai & Ghoshal, 1998; Uphoff & Wijayarathna, 2000; Yan & Guan, 2018); bonding, bridging y linking (King et al., 2019; Putnam, 2000; van Oorschot et al., 2006); lazos fuertes y débiles (Granovetter, 1973; Manson et al., 2014); y redes horizontales y verticales (Hunecke et al., 2017; Woolcock & Narayan, 2000). Los niveles de análisis más comunes comprenden individuales y colectivos (Adler & Kwon, 2002; Futemma et al., 2020; Slangen et al., 2004) y micro, meso y macro (Chen, 2005; Turner, 2000). Este estudio se centra en las relaciones sociales y

considera la confianza y las normas como elementos implícitos, se emplean las formas de bonding, bridging y linking a nivel individual y colectivo.

Dada la diversidad de actores e instituciones, existe un acceso y una distribución desiguales de los beneficios de la extensión agrícola. Por tanto, el capital social puede examinarse desde dos perspectivas: como un prerrequisito que promueve la actividad comunitaria para el desarrollo rural; y segundo, como un resultado de la acción colectiva. Sin embargo, bonding, bridging y linking es útil para pensar en los diferentes tipos de relaciones sociales entre las personas de la comunidad y sus probables resultados diferenciales (Field, 2003).

4.2.2 Bonding, bridging y linking, innovaciones y redes

En la literatura se han explorado las redes que articulan los productores (Hilkens et al., 2018; Klerkx et al., 2013) y la clasificación de los diferentes tipos de actores que las integran (Aguirre-López et al., 2020; Oreszczyn et al., 2010), pero no se ha analizado a detalle el rol de los diversos actores y el tipo de innovaciones que difunden. Una forma de analizar los roles de los actores es bajo la perspectiva del capital social (van Rijn et al., 2012).

Cofré-Bravo et al., (2019); Klerkx & Proctor (2013) y Woolcock & Narayan (2000) han empleado las formas de capital social bonding, bridging y linking en sus estudios. El capital social de bonding refiere a las relaciones de confianza fuertes y cooperación entre actores similares en un sentido sociodemográfico, vínculos fuertes, colaboración informal y reciprocidad a largo plazo; el capital social de bridging refiere a relaciones de confianza débiles y cooperación entre actores en territorios sociodemográficos más amplios, vínculos débiles y colaboración formal; el capital social de linking refiere al tipo de vínculos débiles que permiten el uso de recursos, ideas e información de instituciones formales más allá de la comunidad; se basa en normas de respeto y la interacción se da a través de gradientes de poder o autoridad explícitos, formales o institucionalizados en la sociedad.

4.2.3 Marco analítico

En el marco analítico se destaca la importancia de los recursos de la red relacionados con el intercambio de conocimientos y el apoyo social en el éxito de los individuos (Cofré-Bravo et al., 2019; Mishra, 2020). En la Figura 13 se presentan los actores de la red social, las diferentes formas de capital social y las salidas de los recursos que los actores de la red ofrecen para contribuir al éxito de los productores.

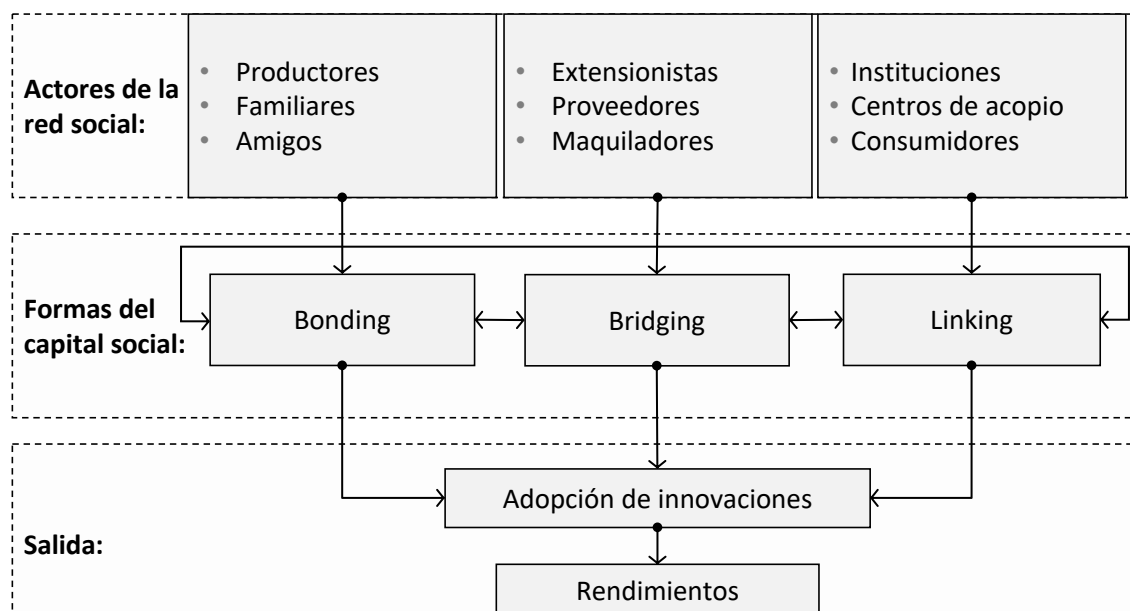


Figura 13. Marco analítico.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Metodología

4.3.1 Recolección y gestión de los datos

El sector de producción de maíz grano en México en 2018 incluye unos 3 millones de productores (Saavedra & Rello, 2010), una superficie sembrada de 7.4 millones de hectáreas, que representa 30.1% de la superficie cultivable y se cosecharon cerca de 26 millones de toneladas de maíz grano (SADER-SIAP, 2019), lo que convierte a México en el séptimo productor y el quinto consumidor de maíz en el mundo (SADER-SIAP, 2019; USDA, 2020).

En México existe una heterogeneidad de productores por el tamaño de sus unidades de producción, lo que conlleva una extensa diversidad de tipologías. Este estudio emplea la tipología realizada por Saavedra y Rello (2010) quienes clasifican tres tipos de productores de maíz: i) de bajos ingresos, ii) en transición y iii) comerciales. Los de bajos ingresos representan 67% de los productores de maíz en México, tienen 42% de la superficie cosechada, producen 22% del volumen de la producción y obtienen rendimientos promedios de 1.3 t/ha (INEGI, 2017)

Este estudio pone foco en los productores de maíz de bajos ingresos. Estos productores dada su situación tienen dificultad en acceso a información y múltiples necesidades de soporte para mejorar sus condiciones actuales, por lo que han sido objeto de atención de la política pública de extensión agrícola.

Se aplicó una entrevista a 28, 233 productores que participaron en el programa nacional de extensión denominado ProAgro Productivo⁶, situados en el centro y sur de México, concretamente en los estados con los mayores índices de marginación y fragmentación de la propiedad de la tierra o menor superficie agrícola per cápita. El tamaño final de la muestra se basó en el criterio de selección de máxima variación (Hernández, 2014). Se eligió entrevistar productores de maíz beneficiarios del programa ProAgro productivo, porque, por un lado, proporciona cierta similitud en el contexto (por ejemplo, todos fueron pequeños productores de maíz con superficies cultivadas menores a 5 ha y

⁶ El Proceso Nacional de Extensión se enmarcó en el programa ProAgro Productivo, el programa de extensión se financió por el gobierno de México y se operó por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). ProAgro Productivo tuvo el objetivo de mejorar los niveles de innovación y rendimientos de forma sostenible en los pequeños productores de maíz (Alarcón, 2018; Gobierno de México, 2017). Los extensionistas que implementaron el programa fueron capacitados en temas de producción sustentable de maíz y cultivos asociados por el CIMMYT.

recibieron asistencia técnica); por el otro lado, tienen diferentes niveles de adopción de innovaciones, de rendimientos y de mecanismos asociativos.

4.3.2 Colecta de datos

Los extensionistas encuestaron a los productores cara a cara entre septiembre de 2018 y marzo de 2019. Se aplicó una encuesta, para analizar sus atributos relacionales, donde la pregunta principal fue ¿De quién(es) aprendió las innovaciones que realiza en su unidad de producción?, las innovaciones se definieron con ayuda de especialistas (Cuadro 6) y algunas fueron diferentes dependiendo del estado. Adicionalmente, se colectaron variables en relación con las características socioeconómicas de los productores y características estructurales de sus unidades de producción (edad, superficie sembrada, rendimiento, entre otras).

Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los encuestados utilizando el consentimiento de humano informado de manera oral. Los actores identificados en las redes se clasificaron según el rol que desempeñan y se asociaron a los tipos de capital social de bonding, bridging y linking con base en Cofré-Bravo et al. (2019); Klerkx & Proctor (2013) y Woolcock & Narayan (2000) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Capital social, catálogo de actores e innovaciones promovidas.

Capital social	Actores que favorecen
Bonding	Productores, familiares y amigos
Bridging	Extensionistas, proveedores de insumos, proveedores de equipos, proveedores de genética, proveedores financiero y maquiladores
Linking	Instituciones de enseñanza, instituciones gubernamentales, centros de acopio y consumidores finales

Fuente: elaboración propia.

4.3.3 Índice de adopción de innovaciones

Se calculó el Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) para medir el nivel de adopción de innovaciones en las redes de aprendizaje. El InAI representa el porcentaje de innovaciones adoptadas por un productor con relación al número total de las innovaciones promovidas por el programa de extensión en cada

estado⁷ (Muñoz-Rodríguez et al., 2004). Se cálculo de la siguiente manera (Aguirre-López et al., 2020):

$$InAI_i = \frac{\sum_{j=1}^n innov_{i,j}}{n} \quad (4)$$

Donde:

$innov_{i,j}$ = adopción de la innovación j por el productor i .

n = número de innovaciones promovidas por el programa de extensión en el estado.

Las innovaciones consideradas en el cálculo del InAI fueron: (1) Fertilización balanceada (NPK), (2) Composta, (3) Micronutrientes, (4) Biofertilizantes, (5) Mejoradores suelo, (6) Cal micronizada, (7) Azufre, (8) Siembra directa, (9) Subsoleo, (10) Rastrojo, (11) Desvare, (12) Camas permanentes, (13) Cultivos cobertura, (14) Feromonas, (15) Tratamiento semillas, (16) Micorrizas, (17) Monitoreo plagas, (18) Insectos benéficos, (19) Bioinsecticidas, (20) Control biológico, (21) Trampas colores, (22) Poscosecha, (23) Desgranadora, (24) Secadora, (25) Maíz mejorado MasAgro, (26) Semillas mejoradas diversas, (27) Criollos mejorados, (28) Maíz híbridos MasAgro, (29) Maíz polinización abierta, (30) Análisis suelo, (31) Análisis foliar, (32) Greenseeker, (33) Nivelación de suelos, (34) Rastra, (35) Riego por goteo, (36) Agricultura por contrato, (37) Asociación de cultivos, (38) Certificación de productos, (39) Estudio de mercado.

4.3.4 Redes sociales para el aprendizaje

Se utilizaron matrices de afiliación para construir dos tipos de redes de aprendizaje (de actores y de innovaciones). La matriz de afiliación se denota por $A = \{a_{ik}\}$, Faust (1997), y en este caso representa la afiliación de los productores

⁷ Las innovaciones analizadas se definieron con ayuda de los extensionistas, algunas innovaciones varían dependiendo del estado. No obstante, dado que el InAI se expresa en terminos relativos, es posible comparar entre estados.

con las innovaciones. El elemento A toma el valor 1, si el productor i adopta una práctica k , y el valor 0 en caso contrario. Así la cantidad de innovaciones que realiza un productor está dada por la sumatoria de A por cada productor i , (filas), mientras que el número de productores que adopta una innovación está dado por la sumatoria de A para cada innovación por todos los productores (columnas). Los actores y las innovaciones también se pueden representar de forma independiente como una red de valor modo 1.

Para construir la *red de actores*, se considera que existe una relación entre dos actores si al menos ellos comparten una innovación agrícola, para esto se empleó la matriz dada por X^N que indica el número de innovaciones compartidas por cada par de actores. Posteriormente, se construyó una matriz de adyacencia a partir de X^N de tamaño $n \times n$. Un elemento de X^N es notado por x_{ik}^N con $i, k \in N$. x_{ik}^N toma el valor 1 si i y k tienen al menos una innovación en común y en caso contrario, $i \neq k$, toma el valor de 0.

Dos prácticas tienen un vínculo si al menos un agricultor realiza ambas prácticas. Se puede establecer el valor del coeficiente $x_{ik}^N = 2$ y la matriz de valores es: $X_V^N = A \times A^T$. Donde A es la matriz de afiliación y (A^T) es la matriz transpuesta. Los valores en la diagonal de X_V^N representan el número de innovaciones adoptadas por cada productor. Para construir la *red de innovaciones* se empleó el mismo método, pero utilizando el número de actores que comparten la misma práctica.

4.3.5 Análisis de los datos

El análisis de los datos se llevó a cabo en tres etapas: (1) perfil de los productores, (2) configuración de las relaciones de innovación con el capital social y (3) equilibrio de capital social en las innovaciones. A través de la matriz de afiliación se construyó la red de afiliación para cada estado y se calculó el indicador de nodo de radialidad. Posteriormente se realizó la prueba de medias Scheffe para los grupos derivados de las combinaciones de capital social. Para analizar el capital social, las fuentes de información y las innovaciones promovidas, a partir

de la matriz de afiliación se construyó un diagrama sankey. Finalmente, empleando la red de innovaciones y la proporción de capital social para cada innovación, construido a partir de la representatividad de las fuentes de información que promovieron cada innovación, se graficó el equilibrio para observar la similitud que hay entre los patrones de adopción de innovaciones. El análisis y la visualización se realizó a través de los softwares Microsoft Excel y R versión 4.0.0 y Ucinet versión 6.365 (Borgatti et al., 2002).

4.4 Resultados

4.4.1 Perfil de los productores

Los productores de maíz de bajos ingresos configuran diferentes redes entorno al capital social de bonding, bridging y linking (Cuadro 7). Los hallazgos revelaron que 11% de los productores no reportaron acceso a ninguna forma de capital social, 59% accedió a una forma de capital social, 27% a dos formas y solo 3% a las tres formas. Los productores con acceso a bonding, bridging y/o linking no presentaron diferencias en edades y superficies sembradas. Mientras que las diferencias en las formas y combinaciones del capital social se pueden explicar por las características de los productores.

Cuadro 7. Características de los productores y sus unidades de producción.

Capital social Variables	Ausente <i>n</i> =3,005	Formas			Combinaciones			
		Bonding <i>n</i> =3,923	Bridging <i>n</i> =10,175	Linking <i>n</i> =2,599	Bonding y bridging <i>n</i> =3,888	Bonding y linking <i>n</i> =723	Bridging y linking <i>n</i> =3,023	Bonding, bridging y linking <i>n</i> =897
Edad (años)*	63	62	63	62	61	62	63	62
Autoconsumo (%)	75 ^a	63 ^{bcd}	65 ^{bc}	67 ^b	56 ^e	61 ^{cde}	61 ^{cde}	59 ^{de}
Superficie (ha)	2.03 ^a	2.09 ^{ab}	2.00 ^a	2.00 ^a	2.05 ^a	2.21 ^b	1.98 ^a	2.04 ^a
Innovación (InAI, %)	0.0 ^a	8.9 ^b	12.8 ^c	8.1 ^b	19.6 ^e	15.5 ^d	19.2 ^e	27.1 ^f
Rendimientos (t/ha)	1.68 ^a	2.76 ^b	2.75 ^b	2.88 ^{bc}	3.25 ^{de}	3.47 ^e	3.06 ^{cd}	3.48 ^e
Clientes (personas)	0.43 ^a	0.69 ^b	0.67 ^b	0.76 ^c	0.87 ^d	0.85 ^d	0.99 ^e	1.08 ^f
Radialidad (%)	0.035 ^a	0.069 ^c	0.059 ^b	0.070 ^c	0.097 ^d	0.090 ^d	0.095 ^d	0.127 ^e

Fuente: elaboración propia. Nota: prueba de medias Scheffe, $p < 0.05$. * No presentaron diferencias significativas.

4.4.2 Formas de capital social

Existen similitudes y diferencias entre los productores con acceso a una forma de capital social. Son similares en rendimientos y autoconsumo; y son diferentes en la capacidad de innovación, número de clientes y disposición a preguntar (radialidad).

Los productores que reportaron acceso a bridging mostraron mayor capacidad de innovación que aquellos con acceso a bonding y linking. Esto sugiere que los productores que reconocen el respaldo de los extensionistas desarrollan mayores capacidades de innovación.

Al mismo tiempo, los productores con acceso a linking mostraron mayor disposición a preguntar y mayor capacidad para comercializar su maíz grano a más clientes en contraste con aquellos con acceso a bonding y bridging. Lo que orienta a que el apoyo institucional y la relación con los intermediarios y centros de acopio se asocia con mayor desarrollo en habilidades para buscar información y diversidad en la comercialización.

Respecto al comparativo entre productores que no reportaron acceso contra productores con acceso a una forma del capital social, se encontraron diferencias significativas en todas las variables a excepción de edad y superficie. Esto sugiere que acceder a una forma de capital es mejor que no acceder, porque al hacerlo se desarrollan habilidades para buscar información, lo que permite elevar los niveles de innovación y obtener más rendimientos y así se generan más excedentes disminuyendo la proporción destinada al autoconsumo y aumentando el número de clientes.

4.4.3 Combinaciones de capital social

Las diferencias relacionadas con el acceso a uno, dos o a las tres formas de capital social en comparación con no acceder fueron del 10% al 16% menos de autoconsumo. Mientras que, pasar de uno a dos o de uno a tres formas de capitales también se asoció con una disminución en el autoconsumo, aunque menor (6%). Igualmente, pasar de dos a tres formas del capital social generó una disminución marginal (0.33%). Por lo tanto, existe asociación negativa entre un

mayor acceso a las formas del capital social y la proporción promedio del rendimiento destinada al autoconsumo.

Respecto a las innovaciones adoptadas, las diferencias relacionadas con el acceso a uno, dos o a las tres formas de capital social en comparación con no acceder fueron del 10% al 27% más en innovaciones adoptadas. Mientras que, las diferencias entre el acceso a dos o tres formas de capitales comparados con acceder a uno también se asociaron con aumentos que fueron del 8% al 17%. Igualmente, pasar de un uso de dos a tres formas de capital mostró diferencias, aunque menores (9%). Es así como, los niveles de adopción de innovaciones se asocian positivamente con un mayor acceso a las combinaciones de las formas de capital social.

Se encontraron variaciones en los rendimientos obtenidos por los productores conforme se emplea mayor diversidad de capital social. Pues, el acceso a uno, dos o a las tres formas de capital social marcó diferencias que fueron desde 1.12 t/ha hasta 1.80 t/ha comparado con productores que no accedieron. También se encontró que los productores con acceso a dos o tres formas de capital comparados con productores que solo accedieron a una forma tienen diferencias positivas en sus rendimientos que fueron de 0.46 t/ha a 0.68 t/ha. Por otra parte, las diferencias en rendimientos entre productores con acceso a las tres formas de capitales comparados con aquellos que solo disponen de dos formas fue de 0.22 t/ha. Entonces, el acceso al capital social de bonding, bridging o linking trae más beneficios en rendimientos que no acceder, incluso convenir con dos o tres de las formas de capital social es aún mejor.

La proporción de productores que vendió sus excedentes de producción a un mayor número de clientes fue distinta según el acceso al capital social. Los productores con acceso a uno, dos o a las tres formas de capital social presentaron diferencias con respecto a productores que no reportaron acceso a alguna forma de capital social. Así, uno de cada *siete* productores con acceso a un capital vendió a dos clientes, mientras que, uno de cada *cuatro* productores con acceso a dos capitales comercializó a dos clientes, al mismo tiempo, uno de

cada *tres* productores con acceso a las tres formas de capitales vendió a dos clientes. Entonces, una mayor diversidad de mercados está asociada positivamente con el acceso a bonding, bridging y linking, aunque, los beneficios son decrecientes al contar con uno o dos de los capitales y acceder a un tercero.

Los productores con mayor diversidad de capital social tuvieron mayor nivel de radialidad, es decir, estos productores presentaron más grados de salida directos e indirectos comparados con productores sin acceso a capital social. En consecuencia, los productores que incrementan el capital social de bonding, bridging y linking de forma equilibrada, con el objetivo de acrecentar sus conocimientos, tienen mayores niveles de radialidad; lo que se manifiesta en mayor disposición a preguntar a diferentes tipos de actores.

Estos resultados sugieren que el 3% de los productores que a la par desarrollan las tres formas de capital social obtienen mayores beneficios que sus pares. En otras palabras, la vinculación de los productores con extensionistas, otros productores e instituciones de gobierno se asocia con mayores niveles de adopción de innovaciones y aumentos en los rendimientos.

4.4.4 Configuración de las relaciones de innovación con el capital social

Un actor difunde diferentes innovaciones. Una innovación puede ser difundida por diferentes actores. Por lo tanto, un productor gestiona sus redes de acuerdo con sus objetivos de innovación, lo que lo lleva a combinar las formas de capital social disponible para satisfacer sus objetivos.

Los resultados revelaron que los actores asociados al capital social de bonding (Figura 14) facilitaron el 23% de las innovaciones adoptadas, y estas innovaciones se relacionaron con las categorías de fertilización integral y agricultura de conservación. Al mismo tiempo, los actores asociados a bridging facilitaron el 61% de las innovaciones adoptadas, y estas se relacionaron con las categorías de fertilización integral, manejo y monitoreo integral de plagas y tecnologías poscosecha. De igual modo, los actores asociados a linking

facilitaron el 16% de las innovaciones adoptadas, y estas se relacionaron con las categorías de fertilización integral y el uso de variedades adecuadas.

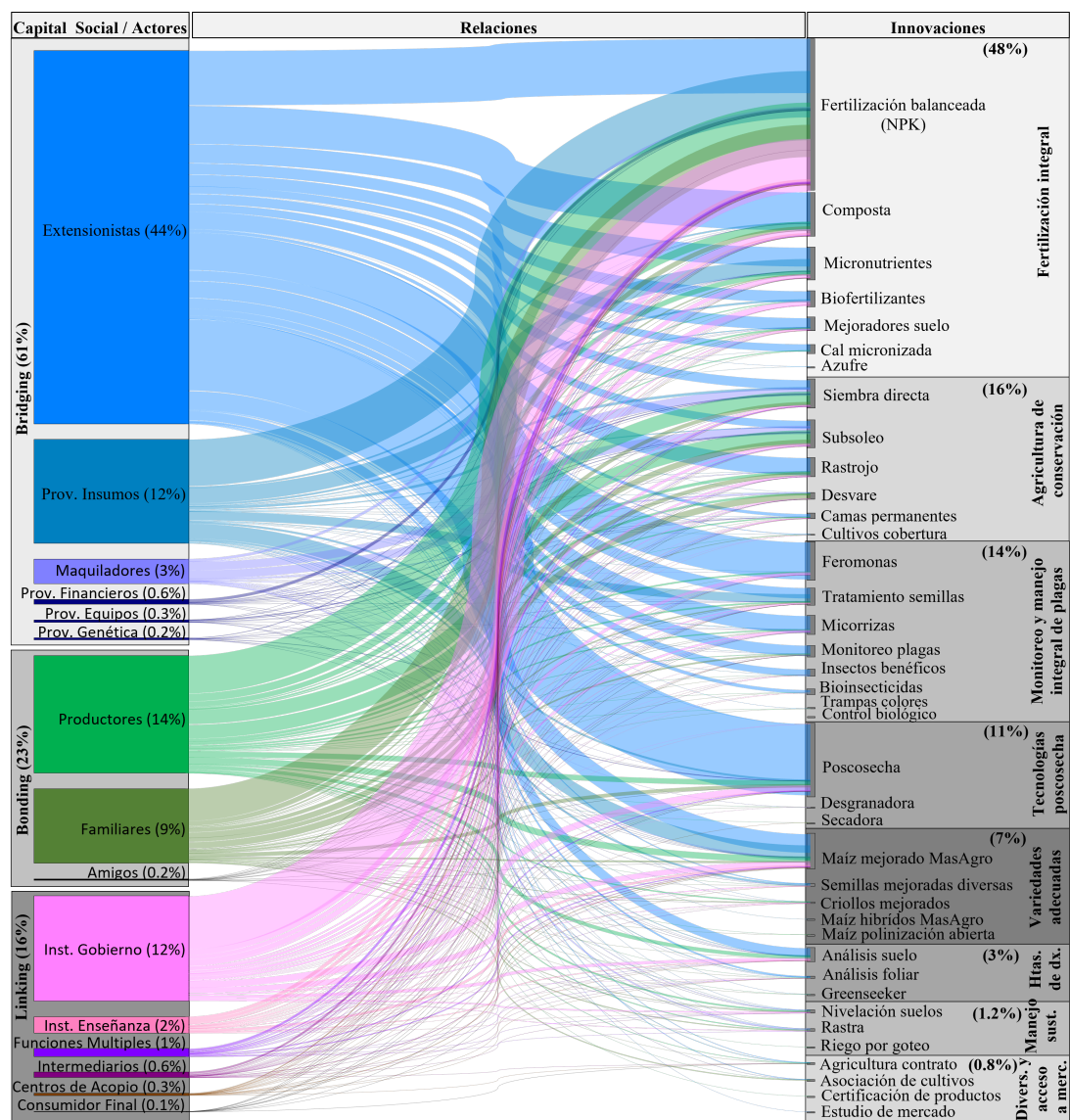


Figura 14. Relación de capital social con tipos de innovaciones agrícolas adoptadas.

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, los actores que integran las formas del capital social tienen la tendencia de especializarse en ciertos tipos de innovaciones. Además, en la medida que una innovación se difunde y es adoptada desarrolla diversas fuentes

de información, así los productores tienden a consultar distintas fuentes de información para formar un criterio de adopción o no adopción.

4.4.5 Equilibrio de capital social en la difusión de innovaciones

A medida que una innovación tiene mayor adopción su diversidad de capital social también aumenta. Una innovación está en equilibrio de capital social cuando es difundida por al menos una fuente de cada forma de capital. La Figura 15 muestra la relevancia de capital social para la difusión de innovaciones. Se encontró que algunas innovaciones guardan un equilibrio de capital social (como fertilización balanceada (NPK), análisis de suelo, entre otras), mientras que otras solo son promovidas por actores de una forma de capital social.

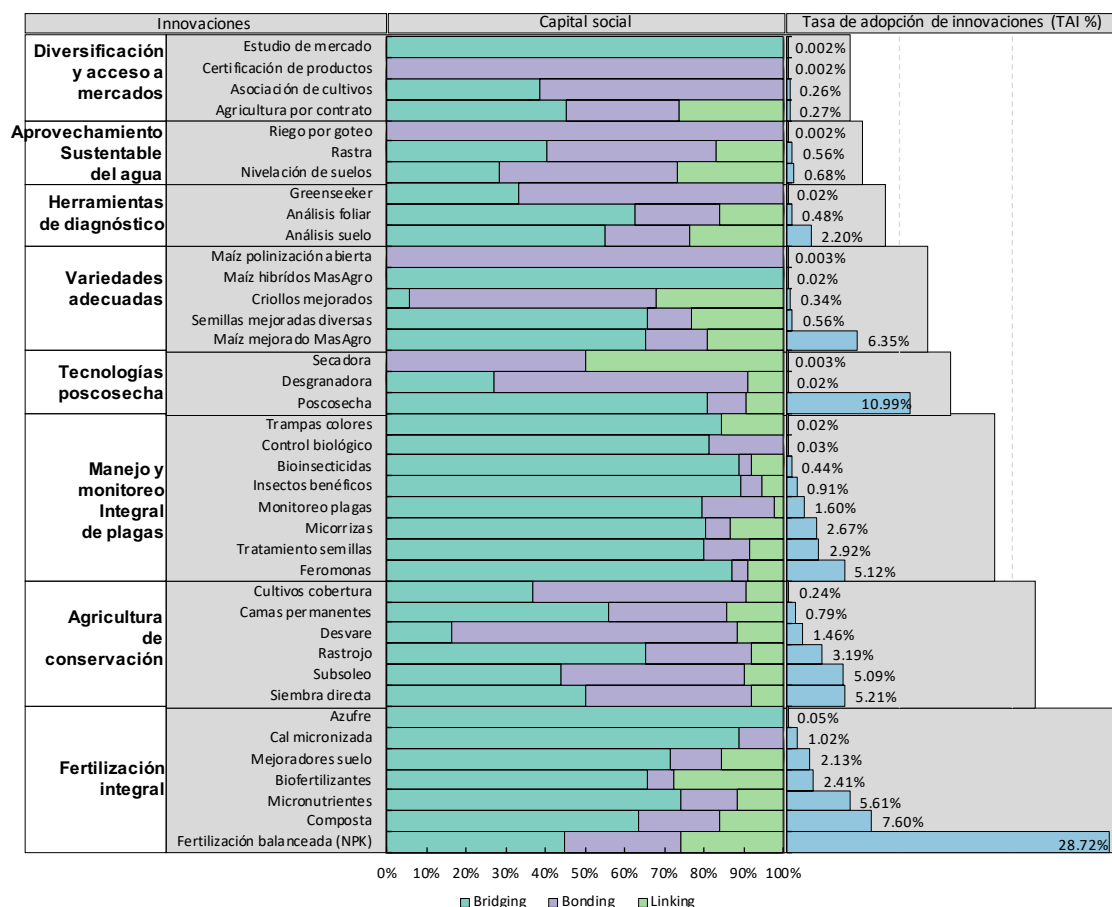


Figura 15. Equilibrio de bonding, bridging y linking y tasa de adopción de innovaciones.

Fuente: elaboración propia.

La Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI) refleja las necesidades de innovación en los productores. La categoría de innovaciones más adoptadas fue la fertilización integral, dado que 48% de los productores reportaron su adopción, esto refleja un amplio interés de los productores por conocimientos referentes a la nutrición de las plantas. No obstante, cuando las innovaciones promovidas son más especializadas su adopción disminuye, como, por ejemplo: la aplicación de azufre que es un elemento secundario útil en la síntesis de aminoácidos y vitaminas, que debe guardar una relación nitrógeno: azufre de 10:1, para evitar problemas de desarrollo vegetativo limitado.

Esto se asocia a dos complicaciones. En primer lugar, con el tipo de lenguaje, dado que innovaciones más especializadas son promovidas por un menor número de actores, el lenguaje es menos diverso y más técnico, se acota al actor promotor y generalmente el vínculo con esos actores es de la forma bridging o linking, donde predomina menor nivel de confianza comparado con bonding. En consecuencia, solo un pequeño porcentaje de productores que logran romper las barreras del lenguaje sean los primeros adoptantes, asumiendo el rol de actores fuentes para sus pares de productores.

En segundo lugar, la adopción de innovaciones más especializadas se asocia o incluso tienen como prerrequisito la adopción de innovaciones previas, por ejemplo, siguiendo con el caso de la aplicación de azufre, para adoptar esta innovación es necesario realizar un análisis de suelo para conocer la relación de azufre y complementarla. Por consiguiente, los productores combinan las formas del capital social y con ello las fuentes de información para lograr la adopción de innovaciones más especializadas.

4.5 Discusión

En primer lugar, examinamos las formas de capital social, la adopción de innovaciones y las mejoras en los rendimientos, después reflexionamos sobre el entorno en el que están inmersos los productores y como nuestros hallazgos

pueden contribuir en la comprensión de las relaciones de aprendizaje para la mejora en la adopción de innovaciones y rendimientos, en función de la pregunta a la que este documento se propone responder: ¿Cómo los productores gestionan el capital social de bonding, bridging y linking según sus necesidades de innovación, a través del análisis de sus redes sociales?

4.5.1 Capital social y adopción de innovaciones

La adopción de innovaciones aumenta con forme aumenta el acceso a las formas de capital social. Por lo tanto, el acceso al capital social es importante para innovar, pero combinar las formas de capital social para los objetivos de innovar es aún mejor, esto refleja las conclusiones más destacadas de Cofré-Bravo et al. (2019) y Dost & Badir (2019). Específicamente, la adopción de innovaciones aumentó hasta 27% en productores con acceso a alguna forma de capital social comparado con productores que no reportaron algún acceso.

Dentro de las formas de capital social destacaron los productores que reconocieron el acceso a bridging con un mayor nivel de adopción de innovaciones (12.8%). La importancia de bridging en este caso, está dada principalmente por los extensionistas dado que los productores recibieron asistencia técnica pública. El papel del extensionista destaca no solo como difusor de innovaciones, sino también como un articulador. Pues, la existencia de proveedores, instituciones y compradores manifiestan una trayectoria de las innovaciones previa a la intervención de los extensionistas. Por lo tanto, el extensionista articula actores de acuerdo a las necesidades que sus productores asesorados, estos hallazgos son una constante en estudios similares como Klerkx & Proctor (2013) y Oreszczyn et al. (2010).

Es importante destacar la participación de los mismos productores en la difusión de innovaciones. Un productor aprende de sus semejantes tal como lo reportan Díaz-José et al. (2016), dado que, busca observar los resultados de una innovación, antes de aplicarla en su unidad de producción. Hace uso del capital

social de bonding debido a que comparten lenguajes similares, lazos fuertes y niveles altos de confianza (Fisher, 2013).

4.5.2 Matices del capital social en los rendimientos

Los resultados demuestran que solo 3% de los productores desarrollan la destreza para combinar el bonding, bridging y linking para sus beneficios en rendimientos de hasta 1.8t/ha más en comparación con el resto de los productores, que combinan uno o dos formas de capital social o que no acceden. En consecuencia, futuros sistemas de extensión deben considerar promover con los productores el desarrollo del capital social en sus diferentes formas. Algunos estudios (Cofré-Bravo et al., 2019; Tiwana, 2008; Turner et al., 2017) le denominan “ambideztreza” al proceso de gestionar las relaciones con actores asociados a las diferentes formas del capital social.

Nos enfrentamos al dilema de qué es más conveniente, ¿Qué todos los productores alcancen la destreza de combinar las tres formas?, lo cual tiene un grado de dificultad muy elevado y demandaría mucho tiempo y recursos económicos, o ¿Incentivar al 3% de los productores para que se conviertan en fuentes de información y aprovechar el capital de bonding (productor a productor) para promover el contagio y la motivación del resto de los productores.

Los productores habitan en un territorio. En este medio se desenvuelven otros productores y un diverso grupo de actores, estableciendo relaciones de capital social dentro de un espacio geográfico determinado, conformando así un ecosistema. En este ecosistema existen factores internos como edad, escolaridad, disposición a preguntar, entre otros y factores externos: como la superficie sembrada, el clima, la composición del suelo, y otros más (Figura 16). Este estudio contribuye al reconocimiento de un ecosistema del capital social que influye de forma significativa en la adopción de innovaciones y que se refleja en los rendimientos.

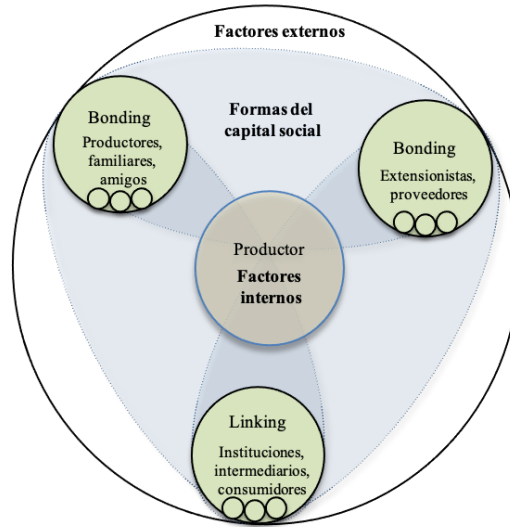


Figura 16. Ecosistema del capital social para la innovación.

Fuente: elaboración propia.

La adopción de una innovación está asociada con el resto de las innovaciones, es decir el hecho de adoptar una innovación podría implicar adoptar o no otra. Dado que las innovaciones pueden tener diferentes actores fuentes, en la mayoría de las veces en diferentes formas de capital social, una posible explicación de porque los productores deben moverse entre las diferentes redes de capital social para innovar.

4.6 Conclusiones

Los pequeños productores de bajos ingresos realizan diferentes configuraciones de sus redes. Las configuraciones dependen del acceso al capital social (*bonding*, *bridging* y *linking*), la disposición a preguntar y el nivel de autoconsumo. Entonces los productores que navegan por los diferentes matices del capital social innovan más y tienen mejores rendimientos.

Hay productores dinámicos que gestionan las diferentes formas de capital social donde se emplea diferentes tipos de lenguaje; en algunos el mismo que el productor, otros de tipo técnico y otros más de carácter formal. Una oportunidad de análisis futura podría profundizar en este grupo de productores dinámico, para

comprender las formas en que gestionan las tres formas de capital ante las diferencias del lenguaje.

Adicionalmente, en este estudio no consideraron las redes sociales virtuales a las que pueden acceder los pequeños productores de bajos ingresos y que en la situación actual de pandemia ocasionada por el SARS-CoV-2 (COVID-19) recobran gran importancia para acceder a información, sobre todo en aquellos actores con acceso a un solo capital social.

En lo que respecta a las recomendaciones sobre política pública, quienes diseñen, implementen o evalúen futuros programas y modelos de extensión, podrían emplear los conocimientos sobre las configuraciones de las redes de innovación de los productores de bajos ingresos para orientar mejor estos procesos. Un análisis de esta naturaleza puede identificar necesidades de información y en función de estas se puede orientar la intervención de los agentes de cambio para ayudar al productor a acceder a mayor diversidad de capital social.

4.7 Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Autónoma Chapingo y al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Porque, gracias a su colaboración facilitaron el acceso a la información para realizar el presente trabajo con fines de investigación.

4.8 Declaración de intereses

Los autores no informaron ningún posible conflicto de intereses.

4.9 Literatura citada

Adler, P. S., & Kwon, S.-W. (2002). Social Capital: Prospects for a New Concept. *Academy of Management Review*, 27(1), 17–40.
<https://doi.org/10.5465/amr.2002.5922314>

Aguilar-Gallegos, N., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, H., Aguilar-Ávila, J., & Klerkx, L. (2015). Information networks that generate economic value: A

study on clusters of adopters of new or improved technologies and practices among oil palm growers in Mexico. *Agricultural Systems*, 135, 122–132. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.01.003>

Aguirre-López, J. M., Díaz-José, J., Chaloupková, P., & Guevara-Hernández, F. (2020). Unraveling innovation networks in conservation agriculture using social network analysis. In G. Ragozini & M. P. Vitale (Eds.), *Challenges in social network research. Methods and applications* (pp. 133–148). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31463-7_9

Alarcón, F. (2018). Conocimientos y tecnología llevados al productor y al campo. *Enlace. La Revista de La Agricultura de Conservación*, 26–29.

Borgatti, S., Everett, M., & Freeman, L. (2002). *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Analytic Technologies, Harvard, MA.

Bourdieu, P. (1986). “The Forms of Capital.” In J. G. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (pp. 241–258). Greenwood Press.

Chen, X. (2005). Magic or Myth? Social capital and its consequences in the Asian, Chinese, and Vietnamese Contexts. In G. Mutz & R. Klump (Eds.), *Modernization and Social Transformation in Vietnam: Social Capital Formation and Institutional Building* (pp. 49–62). Institut für Asienkunde.

Cofré-Bravo, G., Klerkx, L., & Engler, A. (2019). Combinations of bonding, bridging, and linking social capital for farm innovation: How farmers configure different support networks. *Journal of Rural Studies*, 69(July 2018), 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.04.004>

Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *University of Chicago*, 94, 95–120. <http://www.jstor.org/stable/2780243%0A>Accessed:

Díaz-José, J., Rendón-Medel, R., Govaerts, B., Aguilar-Ávila, J., & Muñoz-Rodríguez, M. (2016). Innovation Diffusion in Conservation Agriculture: A

- Network Approach. *The European Journal of Development Research*, 28(2), 314–329. <https://doi.org/10.1057/ejdr.2015.9>
- Dost, M., & Badir, Y. F. (2019). Generation or adoption? The role of social capital. *Management Decision*, 57(7), 1457–1471. <https://doi.org/10.1108/MD-11-2017-1108>
- Fagerberg, J. (2006). Innovation: A guide to the literature. In J. Fagerberg & D. C. Mowery (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation* (Vol. 2004, Issue February 2016). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0001>
- Faure, G., Desjeux, Y., & Gasselin, P. (2012). New Challenges in Agricultural Advisory Services from a Research Perspective: A Literature Review, Synthesis and Research Agenda. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 18(5), 461–492. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2012.707063>
- Faust, K. (1997). Centrality in affiliation networks. *Social Networks*, 19(2), 157–191. [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(96\)00300-0](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(96)00300-0)
- Field, J. (2003). *Social Capital*. Routledge.
- Fisher, R. (2013). ‘A gentleman’s handshake’: The role of social capital and trust in transforming information into usable knowledge. *Journal of Rural Studies*, 31, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2013.02.006>
- Fukuyama, F. (1995). *Trust: the social virtues and the creation of prosperity*. Free Press. <http://www.bravo-mag.com/25-nigerian-ceos-in-fraud-scandal/>
- Futemma, C., De Castro, F., & Brondizio, E. S. (2020). Farmers and Social Innovations in Rural Development: Collaborative Arrangements in Eastern Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, 99(August), 104999. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104999>
- Gobierno de México. (2017). *Impulsan SAGARPA y CIMMYT acompañamiento*

técnico a beneficiarios de ProAgro Productivo.
<https://www.gob.mx/agricultura/prensa/impulsan-sagarpa-y-cimmyt-acompanamiento-tecnico-a-beneficiarios-de-proagro-productivo>

Granovetter, M. S. (1973). The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360–1380. <https://doi.org/10.1086/225469>

Hermans, F., Stuiver, M., Beers, P. J., & Kok, K. (2013). The distribution of roles and functions for upscaling and outscaling innovations in agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, 115, 117–128. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.09.006>

Hernández, S. R. (2014). *Metodología de la investigación* (sexta). Mc Graw Hill Education.

Hilkens, A., Reid, J. I., Klerkx, L., & Gray, D. I. (2018). Money talk: How relations between farmers and advisors around financial management are shaped. *Journal of Rural Studies*, 63(August), 83–95. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.09.002>

Hunecke, C., Engler, A., Jara-Rojas, R., & Poortvliet, P. M. (2017). Understanding the role of social capital in adoption decisions: An application to irrigation technology. *Agricultural Systems*, 153(2017), 221–231. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.02.002>

INEGI. (2017). *Producción de maíz en México*. 2017. <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/encagro/ena/2017/>

Kilelu, C., Klerkx, L., & Leeuwis, C. (2017). Supporting smallholder commercialisation by enhancing integrated coordination in agrifood value chains: Experiences with dairy hubs in Kenya. *Experimental Agriculture*, 53(2), 269–287. <https://doi.org/10.1017/S0014479716000375>

King, B., Fielke, S., Bayne, K., Klerkx, L., & Nettle, R. (2019). Navigating shades of social capital and trust to leverage opportunities for rural innovation.

Journal of Rural Studies, 68(January), 123–134.
<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.02.003>

Klerkx, L. (2020). Advisory services and transformation, plurality and disruption of agriculture and food systems: towards a new research agenda for agricultural education and extension studies. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 26(2), 131–140. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2020.1738046>

Klerkx, L., Adjei-Nsiah, S., Adu-Acheampong, R., Saïdou, A., Zannou, E., Soumano, L., Sakyi-Dawson, O., van Paassen, A., & Nederlof, S. (2013). Looking at Agricultural Innovation Platforms through an Innovation Champion Lens. *Outlook on Agriculture*, 42(3), 185–192.
<https://doi.org/10.5367/oa.2013.0137>

Klerkx, L., & Proctor, A. (2013). Beyond fragmentation and disconnect: Networks for knowledge exchange in the English land management advisory system. *Land Use Policy*, 30(1), 13–24.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.02.003>

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

Kratzer, A., & Ammering, U. (2019). Rural innovations in biosphere reserves – A social network approach. *Journal of Rural Studies*, 71(April 2018), 144–155.
<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.01.001>

Liu, T., Bruins, R. J. F., & Heberling, M. T. (2018). Factors Influencing Farmers' Adoption of Best Management Practices: A Review and Synthesis. *Sustainability*, 10(2), 432. <https://doi.org/10.3390/su10020432>

Manson, S. M., Jordan, N. R., Nelson, K. C., & Brummel, R. F. (2014). Modeling the effect of social networks on adoption of multifunctional agriculture. *Environmental Modelling & Software*, 75, 1–14.

<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.09.015>

Meijer, S. S., Catacutan, D., Ajayi, O. C., Sileshi, G. W., & Nieuwenhuis, M. (2015). The role of knowledge, attitudes and perceptions in the uptake of agricultural and agroforestry innovations among smallholder farmers in sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 13(1), 40–54. <https://doi.org/10.1080/14735903.2014.912493>

Mishra, S. (2020). Social networks, social capital, social support and academic success in higher education: A systematic review with a special focus on ‘underrepresented’ students. *Educational Research Review*, 29(December 2019), 100307. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100307>

Muñoz-Rodríguez, M., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., García-Muñiz, J. G., & Altamirano- Cárdenas, J. R. (2004). *Redes de Innovación: Un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el Desarrollo Rural*. Fundación Produce de Michoacán/Universidad Autónoma Chapingo. http://publicaciones.ciestaam.edu.mx/libros/7_Red_de_Innovacion.pdf

Oreszczyn, S., Lane, A., & Carr, S. (2010). The role of networks of practice and webs of influencers on farmers’ engagement with and learning about agricultural innovations. *Journal of Rural Studies*, 26(4), 404–417. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2010.03.003>

Poulton, C., Dorward, A., & Kydd, J. (2010). The Future of Small Farms: New Directions for Services, Institutions, and Intermediation. *World Development*, 38(10), 1413–1428. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.06.009>

Prokopy, L. S., Floress, K., Klotthor-Weinkauff, D., & Baumgart-Getz, A. (2008). Determinants of agricultural best management practice adoption: Evidence from the literature. *Journal of Soil and Water Conservation*, 63(5), 300–311. <https://doi.org/10.2489/jswc.63.5.300>

Putnam, R. D. (2000). *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American*

Community (T. Skocpol & M. P. Fiorina (eds.)). Simon and Schuster.

Rossi Borges, J. A., Lansink, A. G. J. M. O., & Emvalomatis, G. (2019). Adoption of innovation in agriculture: a critical review of economic and psychological models. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 13(1), 36. <https://doi.org/10.1504/IJISD.2019.096705>

Saavedra, F., & Rello, F. (2010). *Cambios estructurales de las economías rurales en la globalización*. <http://www.worldbank.org/afr/ruralstruc>

SADER-SIAP. (2019). *Panorama agroalimentario 2019*. <https://www.gob.mx/fira/documentos/panorama-agroalimentario>

Slangen, L. H. G., van Kooten, G. C., & Suchánek, P. (2004). Institutions, social capital and agricultural change in central and eastern Europe. *Journal of Rural Studies*, 20(2), 245–256. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2003.08.005>

Steiner, A., Farmer, J., & Bosworth, G. (2019). Rural social enterprise – Evidence to date, and a research agenda. *Journal of Rural Studies*, 70(September), 139–143. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.08.008>

Tiwana, A. (2008). Do bridging ties complement strong ties? An empirical examination of alliance ambidexterity. *Strategic Management Journal*, 29(3), 251–272. <https://doi.org/10.1002/smj.666>

Tsai, W., & Ghoshal, S. (1998). Social Capital and Value Creation: The Role of Intrafirm Networks. *Academy of Management Journal*, 41(4), 464–476. <https://doi.org/10.2307/257085>

Turner, J. H. (2000). The formation of social capital. In P. Dasgupta & I. Serageldin (Eds.), *Social capital: a multifaceted perspective* (pp. 94–146). The World Bank. http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/1999/11/19/000094946_99110505361324/Rendered/PDF/multi_page.pdf#page=339

- Turner, Klerkx, L., White, T., Nelson, T., Everett-Hincks, J., Mackay, A., & Botha, N. (2017). Unpacking systemic innovation capacity as strategic ambidexterity: How projects dynamically configure capabilities for agricultural innovation. *Land Use Policy*, 68(July), 503–523. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.054>
- Uphoff, N., & Wijayaratna, C. M. (2000). Demonstrated Benefits from Social Capital: The Productivity of Farmer Organizations in Gal Oya, Sri Lanka. *World Development*, 28(11), 1875–1890. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(00\)00063-2](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(00)00063-2)
- USDA. (2020). *Foreign Agricultural Service*. Countries & Regions - Mexico. <https://www.fas.usda.gov/regions/mexico>
- van Oorschot, W., Arts, W., & Gelissen, J. (2006). Social Capital in Europe. *Acta Sociologica*, 49(2), 149–167. <https://doi.org/10.1177/0001699306064770>
- van Rijn, F., Bulte, E., & Adekunle, A. (2012). Social capital and agricultural innovation in Sub-Saharan Africa. *Agricultural Systems*, 108, 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.12.003>
- Woolcock, M., & Narayan, D. (2000). Social Capital: Implications for Development Theory, Research, and Policy. *The World Bank Research Observer*, 15(2), 225–249. <https://doi.org/10.1093/wbro/15.2.225>
- Yan, Y., & Guan, J. (2018). Social capital, exploitative and exploratory innovations: The mediating roles of ego-network dynamics. *Technological Forecasting and Social Change*, 126(September), 244–258. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.004>

5 CONCLUSIONES GENERALES

Esta tesis ha demostrado que los vínculos sociales que establece un pequeño productor son un elemento importante para aumentar la adopción de innovaciones agrícolas. En suma, se identificó que a mayor gestión de vínculos de aprendizaje con actores asociados a las formas de capital social de bonding, bridging o linking se obtienen mejores rendimientos. Esto se demuestra al analizar los elementos escalables que contribuyen a la mejora de la adopción de innovaciones y los rendimientos en más de 28 000 pequeños productores de maíz, en casi el 50% de las entidades federativas de México.

Para explicar el fenómeno, esta investigación se enfoca en la interacción social, que derivan en vínculos de aprendizaje del pequeño productor con otros actores, con quien comparte recursos como territorio y conocimiento. Además, se evidencia que variables como edad, escolaridad del productor y superficie sembrada, son variables limitadas para explicar este fenómeno, porque solo funcionan en contextos concretos.

La innovación debe ser considerada como el producto de un proceso de interacción estratégica entre actantes y actores con diferentes mandatos, competencias y recursos, que afecta el statu quo tanto social como tecnológico, a través del aumento en el valor de lo ofertado. Esto permite pensar en la innovación como un proceso complejo que deriva de diversas interacciones sociales con normas, reglas y niveles de confianza diferentes en cada interacción.

Esta tesis contribuye a reducir el problema de la escasa cobertura de los servicios de extensión agrícola, específicamente la ineffectividad de los procesos de transferencia de innovaciones. Pues, quienes diseñen, implementen o evalúen programas de extensión podrían emplear los métodos y conocimientos generados en esta tesis para orientar mejor estos procesos. Un análisis con este enfoque permite identificar necesidades de innovación y en función de esto se puede orientar la intervención para que el pequeño productor acceda a mayor y mejor conocimiento.

Dado que este análisis se aplicó a pequeños productores de maíz dentro de un proceso de extensión, se sugiere analizar otros sistemas, considerando periodos más largos y diferentes contextos agrícolas. Aunque la muestra analizada no proviene de un muestreo simple aleatorio y los resultados deben tomarse con precaución sobre todo al momento de extrapolar, la cantidad de productores participantes y la diversidad territorial que se incluye en el estudio, permitieron hacer un análisis confiable y de alcance nacional.

Se necesita más investigación en diferentes sistemas de producción y períodos para corroborar la relación entre las formas del capital social (bonding, bridging y linking), los vínculos de aprendizajes y la mejora en los rendimientos. También, para comprender mejor las implicaciones de estos resultados, los estudios futuros podrían abordar un análisis profundo sobre la pequeña proporción de los productores que establecen vínculos de aprendizaje con actores de las tres formas del capital social, con la intención de explorar el perfil detallado de estos productores.