

ARTICULACIÓN DE LA AGRICULTURA FAMILIAR CON EL SISTEMA DE INNOVACIÓN AGRÍCOLA EN EL ALTIPLANO MEXICANO

Edgar Iván García-Sánchez*

 <https://orcid.org/0000-0001-5774-4199>

Alberta Fernández Hernández**

 <https://orcid.org/0000-0003-1671-2208>

Jorge Aguilar Ávila***

 <https://orcid.org/0000-0002-6129-7050>

RECIBIDO: 02/06/2025 / ACEPTADO: 24/08/2025 / PUBLICADO: 15/09/2025

Cómo citar: García-Sánchez, E., Fernández Hernández, A., Aguilar Ávila, J. (2025). Articulación de la agricultura familiar con el sistema de innovación agrícola en el altiplano mexicano. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 27(3), 886-895. www.doi.org/10.36390/telos273.09

RESUMEN

Las unidades de producción agrícola operadas de manera familiar representan casi la totalidad de las explotaciones agrícolas en el mundo, dando cuenta de su importancia social y económica. El objetivo de este trabajo es contribuir a explicar cómo y para qué se articulan las unidades de producción familiar con el sistema de innovación agrícola en la región del altiplano mexicano, que se caracteriza por la dominancia de la agricultura cerealera de temporal. Mediante una metodología mixta (encuestas, entrevistas y análisis de redes con UCINET®), bajo un enfoque analítico con énfasis en redes y adopción de innovaciones, articulado dentro del marco de los sistemas de innovación, se identificó el conocimiento que aplican los agricultores para la producción de maíz, cebada y trigo, también se analizaron las redes que establecen con el resto de los componentes del sistema de innovación. Los resultados indican que los agricultores que crean redes multifamiliares aplican un mayor número de conocimientos relacionados con la siembra, la poscosecha, la planeación y las acciones conjuntas, lo que les permite tener rendimientos de maíz 16 % superiores a aquellos agricultores que trabajan de forma individual, en los otros cultivos la diferencia no es significativa. La investigación también reveló que se establecen escasos vínculos con el componente de investigación y desarrollo, situación que incrementa la vulnerabilidad de las unidades de producción familiar a los cambios constantes en el entorno en el que se desarrollan. Estos hallazgos evidencian la necesidad de políticas públicas para fortalecer la interacción entre las unidades de producción familiar y los actores de investigación y desarrollo, para mejorar su resiliencia frente a los desafíos del entorno agrícola contemporáneo.

Palabras clave: análisis de redes sociales, índice de adopción de innovaciones, sistema de innovación, maíz, cebada, trigo

Articulation of Family Farming with the Agricultural Innovation System in the Mexican Highlands

ABSTRACT

Family-operated agricultural production units represent nearly all farming operations worldwide, underscoring their social and economic significance. This study aims to analyze how and why family farming units engage with the agricultural innovation system in Mexico's Altiplano region, characterized by rainfed cereal agriculture. Using a mixed-methods approach—including surveys, interviews, and network analysis with UCINET®—and framed within innovation systems theory with emphasis on networks and innovation adoption, the research identifies the knowledge applied by farmers in maize, barley, and wheat production. It also examines the networks they establish with other components of the innovation system. Findings reveal that farmers who form multi-family networks apply a broader range of knowledge related to sowing, post-harvest practices, planning, and joint actions, resulting in maize yields 16% higher than those of farmers working individually. For other crops, yield differences were not statistically significant. The study also found limited connections with research and development actors, increasing the vulnerability of family farming units to ongoing environmental and technological changes. These results highlight the need for public policies that strengthen interactions between family farming units and research and development stakeholders, thereby enhancing their resilience to contemporary agricultural challenges.

Keywords: Social network analysis, innovation adoption index, Innovation system, maize, barley, wheat

Introducción

La discusión sobre el concepto agricultura familiar (AF) se ha abordado desde dos puntos de vista: el económico y el sociológico, pues es considerada una categoría híbrida, dentro de la estructura social agraria, entre los asalariados rurales y los capitalistas agrarios, sin ser ni uno ni otro (Balsa y Lopez, 2011). El debate académico planteado por Moran et al. (1993), sigue vigente, pues aún se debate sobre si la agricultura familiar es una forma de producción que puede permanecer en el sistema capitalista sin perder sus características como lo plantean los trabajos de Douwe Van Der Ploeg (2010) o Graeub et al. (2016), o una forma transitoria que, inevitablemente

* Centro de Investigaciones Interdisciplinarias sobre Desarrollo Regional de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, México. eigarcias@uatx.mx

** Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, México. afernandez@fira.gob.mx

*** Autor de correspondencia. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial de la Universidad Autónoma Chapingo, México. jaquilar@ciestaam.edu.mx

disminuirá en términos de cantidad y participación en la producción total a través del desarrollo de la agricultura capitalista y los agronegocios, como lo señala el trabajo de Hocsman (2015), o es una forma de producción que posiblemente se convertirá gradualmente en capitalista a través de la capacidad de la tecnología para superar las limitaciones de la base biofísica de la agricultura y la demanda desigual de mano de obra en las unidades de producción, como lo muestra el estudio de Fogel et al., (2017),

Desde el punto de vista teórico, para Djurfeldt (1996), la agricultura familiar consta de los dos elementos clave siguientes:

1. La agricultura familiar se caracteriza por una superposición entre tres unidades funcionales: (a) la unidad de producción (la granja o parcela), (b) la unidad de consumo (el hogar) y (c) la unidad de parentesco (la familia).

2. Para su reproducción, la agricultura familiar requiere mano de obra familiar, es decir, trabajo realizado por miembros de la familia (no solamente al trabajo gerencial). Esto implica que, si la granja o parcela ya no requiere de mano de obra familiar para su reproducción, ya no es una granja familiar teórica, aunque todavía puede ser una empresa familiar.

Otro elemento que caracteriza a la agricultura familiar es que de acuerdo a Gasson y Errington (1993), los agricultores que practican la agricultura familiar buscan cuatro objetivos: instrumentales, intrínsecos, sociales y personales. Los objetivos instrumentales incluyen metas como la maximización de los ingresos y la expansión del negocio. Los objetivos intrínsecos pueden incluir el disfrute del trabajo al aire libre y la independencia. Los objetivos sociales suelen incluir la continuación de la tradición familiar y/o el reconocimiento como buen agricultor dentro del entorno comunitario, mientras que los objetivos personales suelen girar en torno a nociones de realización personal y crecimiento personal.

La agricultura familiar enfrenta múltiples desafíos que afectan su productividad y sostenibilidad, entre ellos: reformas políticas que han reducido el apoyo al sector, estándares más estrictos de calidad e inocuidad, cambios en la demanda, volatilidad de los mercados, transformaciones en los valores sociales, avances tecnológicos, impactos climáticos y desastres ambientales (Banco Mundial, 2008; FAO, 2023). Estas condiciones obligan a las familias campesinas a desarrollar estrategias productivas y mercadológicas más complejas para asegurar la continuidad transgeneracional de la actividad agrícola y mantener su valor simbólico para las nuevas generaciones (Lankester, 2012).

Según Suess-Reyes y Fuetsch (2016), los sucesores suelen aportar ideas y recursos que favorecen la innovación en producción, comercialización y organización. En este contexto, el acceso a conocimiento e información resulta clave para acelerar los procesos de innovación. Las familias agrícolas con mayor disposición al aprendizaje —mediante la búsqueda activa de información y la participación en redes colaborativas— tienden a adoptar estrategias de diversificación con mayor frecuencia. Por ello, la conformación de redes se consolida como un factor estratégico para impulsar la innovación en el medio rural (Meert et al., 2005).

En concordancia con este planteamiento, en este trabajo se enfatiza en las relaciones que establecen los agricultores para acceder a nuevo conocimiento e información para la producción de maíz, trigo y cebada. Dichas relaciones se abordan desde el enfoque de redes sociales, que se entiende como una estructura compuesta por actores conectados mediante una o más relaciones (Knoke y Yang, 2008). Este enfoque ha sido ampliamente utilizado para analizar procesos de difusión de innovaciones (Díaz-José et al., 2013; Monge y Hartwich, 2008) y para el diseño de intervenciones orientadas a catalizar la innovación agrícola, al permitir identificar nodos estratégicos, flujos de información y patrones de colaboración entre actores rurales (Aguilar-Gallegos et al., 2016; Aguilar-Gallegos et al., 2017).

La innovación se concibe como la introducción y uso de conocimientos —nuevos o existentes— en procesos con relevancia económica o social (OECD, 1999), siendo inherente a las organizaciones que transforman ideas en cambios valorados por el mercado y la sociedad (Valdés García et al., 2019). Spielman et al. (2010), amplían esta noción al incluir acciones como la comercialización, planeación estratégica y administración.

Desde una perspectiva sistémica, la innovación surge del intercambio de saberes vinculados al mercado y de la incorporación de nuevos conocimientos o tecnologías, lo que le confiere un carácter relacional y dependiente de redes interinstitucionales, colaboración y entornos de aprendizaje (Edquist, 1997; Lundvall, 1992). Su éxito depende de la diversidad de capacidades y recursos acumulados en dichas redes (Spielman et al., 2009), así como de su adaptación a los contextos regionales específicos (García-Sánchez et al., 2019).

Este marco conceptual orienta el presente estudio, que se pregunta: ¿Qué prácticas agrícolas, administrativas y organizativas se implementan en las unidades de producción familiar de maíz, cebada y trigo en el altiplano mexicano? ¿Cómo se estructuran las redes técnicas de los agricultores y su articulación con el sistema de innovación? Las respuestas buscan aportar a la discusión sobre las estrategias de la agricultura familiar para mantenerse operativa y acceder a información y conocimiento.

Metodología

Con base en el marco conceptual previamente expuesto, este trabajo se abordó con una metodología mixta —que incluyó encuestas, entrevistas y análisis de redes— para recopilar datos cualitativos y cuantitativos relacionados con el perfil de las unidades de producción y de los agricultores. Bajo el marco analítico de los sistemas de innovación se identificaron las redes que los productores de maíz, cebada y trigo establecen con otros actores del sistema de innovación —organizaciones de gobierno, organismos financieros, organizaciones de investigación y desarrollo— para acceder a conocimiento e información técnica, comercial o administrativa.

La región de estudio

El trabajo de investigación se llevó a cabo en Españita, Tlaxcala, México, municipio ubicado en el Altiplano central mexicano a 2 640 metros sobre el nivel del mar. Su posición geográfica es 19° 27' latitud norte y 98°, 25' minutos longitud oeste; el clima es templado frío, con régimen de lluvias en los meses de julio a septiembre, la temperatura promedio anual máxima registrada es de 22.5 °C, la precipitación promedio anual, es de 1195.2 mm. La actividad agrícola se lleva a cabo principalmente bajo el régimen hídrico de temporal (97 % de la superficie sembrada), y los principales cultivos son el maíz, el trigo y la cebada con 1, 998 ha, 1, 692 ha, y 2, 100 ha respectivamente (INEGI, 2015)

Población y muestra

La población de estudio corresponde a los productores de maíz, trigo y cebada ubicados en el municipio, dado que el estudio pone especial énfasis en los agricultores que establecen redes productivas familiares, se aplicó una estrategia de muestreo intencional secuencial (Teddle y Yu, 2007) conocida como bola de nieve (Goodman, 1961), este tipo de muestro se emplea cuando la selección de casos se hace en función de su pertinencia para responder las preguntas de investigación, más que por criterios de representatividad. En total se entrevistaron 21 agricultores. La información se recopiló mediante cuestionarios aplicados de manera presencial entre los meses de noviembre y diciembre de 2023 y enero de 2024.

Instrumentos para la recolección de información

Como parte del proceso metodológico se elaboró un cuestionario dividido en cuatro secciones:

Sección 1. Perfil de los agricultores, que incluyó variables como nombre, ubicación, edad escolaridad, colaboración con familiares.

Sección 2. Perfil de la superficie cultivada, aquí se capturó información relacionada con superficie por cultivo (ha), variedades empleadas, rendimiento por variedad ($t \cdot ha^{-2}$).

Sección 3. Prácticas agronómicas, administrativas, organizacionales. Se elaboró un listado con las prácticas necesarias para lograr la competitividad y sustentabilidad en la producción de maíz, trigo y cebada. Cada práctica se codificó como 1 si fue implementada, y como 0 en caso contrario. Este listado se construyó con las sugerencias hechas por agricultores, asesores técnicos, investigadores de reconocido prestigio en la región. En el cuadro 1 se muestran las diferentes categorías en las que se organizaron estas prácticas y las prácticas incluidas en cada una.

Cuadro 1.

Catálogo de prácticas verificadas en las unidades de producción

a. Nutrición	b. Manejo de malezas, plagas y enfermedades	c. Siembra	d. Prácticas ecológicas
Análisis de suelo, aplicación de microelementos, rotación de cultivos, aplicación de fertilizantes basada en el análisis de suelo, aplicación fraccionada fertilizantes, aplicación de compostas o materia orgánica para complementar la fertilización química.	Control de malezas en las primeras etapas del cultivo, control de chapulín en campo, monitoreo y control de roya lineal amarilla, monitoreo y control de pulgón.	Aplicación de inductores para la emisión de raíces biológicos, utilización maquinaria de precisión, siembra de semilla mejorada, siembra la cantidad de semilla recomendada por expertos, asegura la densidad de plantas según las recomendaciones de expertos.	Uso de productos biodegradables, implementación de prácticas de conservación suelo, aplicación de agroquímicos de acuerdo a la dosis recomendada por el fabricante, rotación de agroquímicos de acuerdo a su grado de toxicidad.
e. Prácticas poscosecha	f. Acciones conjuntas	g. Planeación y administración	
Elimina impurezas y granos dañados, cuenta con bodegas especiales para conservar el grano, aplica peso hectolítrico, controla la humedad durante el almacenaje	Establece alianzas con sus pares para la gestión de apoyos, alianzas con sus pares para la hacer compras o ventas en común, intercambia experiencias productivas con sus pares, establece alianzas con sus pares para administrar un fondo de ahorro.	Uso de calendario de actividades, registro de prácticas efectuadas, registro de ingresos y egresos, contratación de seguro agrícola, es sujeto de crédito, contrata asistencia técnica /consultoría, asistencia a talleres de capacitación, giras de intercambio de experiencia o días demostrativos, practica agricultura por contrato	

Sección 4. Para analizar las redes productivas familiares y sus vínculos con actores del sistema de innovación, se formularon dos preguntas generadoras de nombres (ver Marsden (2003). La primera buscó mapear las redes técnicas entre agricultores, indagando a quién recurren ante problemas relacionados con la producción de maíz, trigo o cebada. La segunda se orientó a identificar las interacciones con organizaciones gubernamentales, de investigación, financieras o de la sociedad civil, preguntando con cuáles de estas instituciones se vinculan para tratar temas de producción de maíz y con qué frecuencia lo hacen.

Los nombres generados en esta sección se codificaron para calcular los indicadores de red de conocimientos e información e identificar el patrón de interacciones entre los agricultores y el resto de componentes del sistema

Estimación del efecto de las redes productivas familiares sobre la productividad y la adopción de innovaciones

El análisis estadístico evaluó el efecto de pertenecer a una red productiva familiar sobre la adopción de prácticas agronómicas, administrativas y organizativas, así como sobre los rendimientos agrícolas. Para ello, se incorporó en la Sección 1 de la encuesta una variable dicotómica que distingue a los agricultores según su colaboración regular con familiares en actividades productivas. Esta variable permitió construir tablas de contingencia 2 x 2 para analizar la asociación entre pertenencia a redes familiares y adopción de prácticas, utilizando el coeficiente V de Cramer conforme a las recomendaciones de (Cohen, 1988). Además, se aplicaron pruebas t de Student ($P < 0.10$) para identificar diferencias estadísticamente significativas en los rendimientos entre agricultores que forman parte de redes familiares y aquellos que no.

Índice de adopción de innovaciones

Para complementar el análisis de las prácticas reportadas por los productores se calculó el índice de adopción de innovaciones siguiendo la metodología propuesta por Muñoz-Rodríguez *et al.* (2004); utilizando el listado de innovaciones descrito en la sección 3 de la encuesta, se calculó el índice de adopción de innovaciones por categoría (Ecuación 1) para comparar el patrón de innovaciones entre los productores que forman redes familiares y los que no.

$$IAIC_i = \frac{\sum_{j=1}^n INAI_{jk}}{k} \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde:

$IAIC_k$ = j-ésima innovación de la k-ésima categoría verificada

$INAI$ = Índice de adopción del i-ésimo agricultor.

k = Número total de innovaciones en la k-ésima categoría.

Mapeo de la red de conocimientos e información y vinculación con otros actores del sistema de innovación

Además del análisis individual de las prácticas implementadas, se exploraron los patrones de interacción de los agricultores con sus pares y con el resto de componentes del sistema de innovación. Para ello se codificó la información proporcionada en la Sección 4 del cuestionario, siguiendo la metodología propuesta por Velázquez Álvarez y Aguilar-Gallegos (2005). Se construyeron y analizaron dos redes; a) la red técnica, una red modo-1 en la cual todos los nodos son agricultores y puede estar conectados entre sí (Wasserman y Faust, 1994), y b) la red de vínculos con otros actores del sistema de innovación, una red modo-2 o de afiliación, en la cual se mapean relaciones entre nodos de dos clases (Borgatti, 2009), es decir, los vínculos entre agricultores y organizaciones de gobierno, de financiamiento, de investigación y de la sociedad civil. Para visualizar las redes se utilizó el software para generación de sociogramas NetDraw v. 2.160 (Borgatti, 2002) lo que permitió identificar estructuras relacionales relevantes para el flujo de conocimiento estratégico.

Indicadores de análisis de redes sociales

Para complementar el análisis gráfico, se utilizaron algoritmos de UCINET® (Borgatti, 2002) para calcular indicadores de centralidad en redes sociales, los cuales describen la posición de los nodos y reflejan la importancia relativa de los actores en la estructura de la red (Borgatti y Halgin, 2011). Se estimaron el número de vínculos, grados, grados de intermediación y grado eigenvector, siguiendo las recomendaciones metodológicas de (Aguilar-Gallegos *et al.*, 2017). Dado que el generador de nombres identifica fuentes de conocimiento e información, los indicadores fueron normalizados en redes modo-2, donde el grado máximo corresponde al tamaño del conjunto opuesto de nodos (ver Borgatti y Halgin, 2011). Estos indicadores permiten identificar actores clave en la circulación de conocimiento técnico, administrativo y organizativo dentro del sistema de innovación.

Resultados y discusión

Perfil de los agricultores y de las unidades de producción

La investigación reveló que los agricultores dedicados a la producción de maíz, trigo y cebada son de edad madura (Tabla 1), concordando con el reporte de trabajos hechos por la (FAO-SAGARPA, 2014; INEGI, 2022) quienes señalan que el sector agroalimentario mexicano está siendo sostenido por productores cuya edad está alrededor de los 50 años. Según Ramírez Valverde *et al.* (2007), esta situación, indica un relevo lento en las unidades de producción, debido a la migración de los jóvenes que prefieren actividades productivas alternativas mejor remuneradas a las del sector primario (García López y García Moreno, 2010).

En relación con el nivel de estudios, la investigación indica que los agricultores tienen casi ocho años de educación formal (Tabla 1), es decir apenas logran concluir la educación primaria, de acuerdo con varios autores la baja escolaridad es una limitante para la adopción nuevas tecnologías o innovaciones (Aguilar-Gallegos *et al.*, 2013; Ramírez Valverde *et al.*, 2007), por lo que las estrategias encaminadas a fomentar la adopción de nuevas prácticas deben considerar esta situación.

En relación con la superficie dedicada a la producción de maíz, trigo y cebada, presenta una gran variación, siendo el promedio de 37.0 ha para maíz, 10.5 ha para cebada, 16.9 ha para trigo por productor entrevistado (Tabla 1). Para alcanzar esta superficie, los agricultores recurren al arrendamiento de tierras de otros agricultores, que por tener parcelas pequeñas tienen altos costos de operación y optan por no cultivarlas. Este fenómeno aunque relevante, excede el alcance de esta investigación; ha sido abordada por autores como De Janvry y Sadoulet (2001) o González-Estrada (2009).

La importancia económica del maíz, el trigo y la cebada radica en que son especies que tienen buenos rendimientos en las condiciones climáticas, edáficas y topográficas de la región (Arellano Vázquez *et al.*, 2011; Cruz Martínez *et al.*, 2015; Zamora Díaz *et al.*, 2008) y en que están integrados a cadenas agroalimentarias globales como la cerveza, la industria panificadora y la de masa y la tortilla (Pelupessy, 2001),

Tabla 1.

Atributos de los agricultores

Atributo	Mínimo	Promedio	Máxi	D. E ¹	C. V. ²
		mo			
Edad (Años)	25	50.0	79	3.2	6.4
Escolaridad (Años)	1	7.75	12	14.7	189.7
Superficie con maíz (ha)	10	37.0	110	28.2	76.2
Superficie con cebada (ha)	0	10.5	47	12.6	120.0
Superficie con trigo (ha)	0	16.9	40	11.5	68.0

¹: Desviación estándar, ²: Coeficiente de variación (%)

Como se observa en la Tabla 2, los rendimientos se encuentran por debajo del potencial reportado en parcelas experimentales (Arellano Vázquez et al., 2011; Cruz Martínez et al., 2015; Zamora Díaz et al., 2008). Para que las variedades mejoradas de estos granos alcancen su potencial productivo, además de condiciones climáticas favorables (ver SAGARPA et al., 2015), es necesaria la implementación de una serie de técnicas agronómicas como una adecuada preparación del suelo, manejo nutrición y una pertinente densidad de siembra (Arellano Vázquez et al., 2011; Larqué-Saavedra et al., 2014; Zamora Díaz et al., 2008).

Aunque la región de estudio cumple con las condiciones climáticas, la mayoría de los agricultores entrevistados no implementan las prácticas agronómicas necesarias para alcanzar el potencial de estas variedades (Figura 1). esta situación está relacionada con el acceso a información y conocimiento que se analiza más adelante.

Tabla 2.

Rendimiento de maíz, cebada y trigo obtenido por los agricultores

Maíz		Cebada		Trigo	
Variedad	t.ha ⁻¹	Variedad	t.ha ⁻¹	Variedad	t.ha ⁻¹
Criollo	5.0 a	Criolla	2.00 a	Zacatecas a	1.4 a
Z-60	5.6 a	Esmeralda	3.47 b	Tlaxcala a	1.5 a
Promedio	5.5	Promedio	2.9	Promedio	1.4
Potencial	8.0	Potencial	3.5	Promedio	3.8

Letras diferentes en la misma columna indica que hay diferencia estadística significativa ($P < 0.10$) según la prueba de t de Student para la comparación de promedios.

La adopción de innovaciones para la producción de maíz, cebada y trigo

Los agricultores entrevistados implementan solo el 30 % de las prácticas agronómicas, administrativas y organizativas recomendadas, siendo las más adoptadas las relacionadas con el control de plagas y enfermedades, seguidas por las de nutrición, mientras que las Acciones Conjuntas presentan menor adopción (Figura 2). Estos resultados evidencian que las ventajas agronómicas de las innovaciones técnicas no son suficientes si no se superan las debilidades del modelo actual de transferencia de tecnología impulsado por la academia y la política pública, el cual ha mostrado baja eficiencia. Esta problemática coincide con hallazgos en otros sistemas productivos, como el jitomate en invernadero (García-Sánchez et al., 2011; Vargas et al., 2015), el cacao, hule y palma de aceite (Aguilar-Gallegos et al., 2013), y la ganadería de doble propósito (Cuevas et al., 2013). En los apartados siguientes se examina el papel de las redes técnicas y el acceso a información en los patrones de adopción observados.

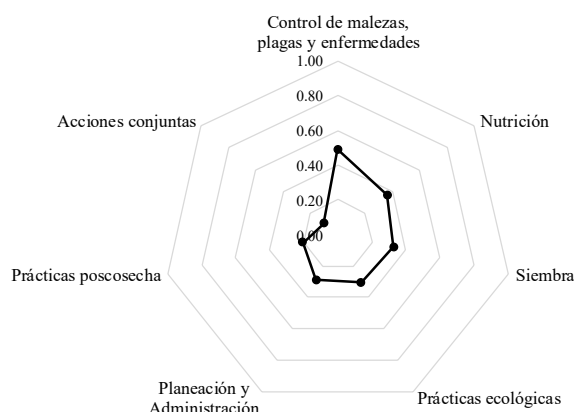


Figura 2.

Tasa de adopción de innovaciones por categoría

Las redes familiares y su efecto en el rendimiento

Los resultados esta investigación señalan que los productores que establecen redes familiares logran rendimientos de maíz significativamente más altos y homogéneos que aquellos que no lo hacen ($P < 0.10$). En contraste, los rendimientos de trigo y cebada presentan alta variabilidad y no difieren estadísticamente entre ambos grupos ($P < 0.10$; ver Tabla 3). Esta diferencia se atribuye a la prioridad que los agricultores otorgan al cultivo de maíz, lo cual incide en su disposición a adoptar innovaciones (Aguilar-Gallegos et al., 2013). El maíz ocupa la mayor superficie cultivada entre los entrevistados (ver Tabla 1), lo que lleva a ambos grupos a concentrar sus recursos en este cultivo. Además, las políticas públicas y programas de transferencia tecnológica se enfocan principalmente en el maíz (Turrent Fernández et al., 2017; Valerio-Robles et al., 2016), mientras que el desarrollo técnico en trigo y cebada depende de las agroindustrias mediante esquemas de agricultura por contrato (Aguilar Ávila y Schwentesius Rinderman, 2004).

Tabla 3.

Rendimiento (t.ha⁻¹) de maíz, cebada y trigo de acuerdo para los agricultores que forman o no redes familiares.

Cultivo/Estadístico	Red familiar	
	Si	No
Maíz		
Promedio	5.86 a	5.07 b

n	9	7
Desviación estándar	0.85	0.83
Coefficiente de variación (%)	14.5	16.4
Cebada		
Promedio	2.43 a	1.5 a
n	7	3
Desviación estándar	1.56	0
Coefficiente de variación (%)	64.2	0.0
Trigo		
Promedio	1.3 a	1.5 a
n	6	6
Desviación estándar	0.51	0.44
Coefficiente de variación (%)	39.2	29.3

Letras diferentes en la misma fila indica que hay diferencia estadística significativa ($P < 0.10$) según la prueba de t de Student para la comparación de medias.

Redes familiares y su efecto en la adopción de innovaciones

La información generada en este trabajo permitió identificar las diferencias en la tasa de adopción de innovaciones por categoría entre aquellos que forman redes familiares y los que no (Tabla 4), siendo en la categoría "Siembra" donde hay diferencia estadística significativa ($P < 0.10$), siendo los agricultores que forman redes familiares los que tienen una mayor tasa de adopción de innovaciones, pues hacen uso de semillas mejoradas, inductores de crecimiento de la raíz de origen biológico, aseguran la densidad de población de acuerdo al potencial de la región y el uso de implementos para siembra de precisión.

En cuanto a la tasa de adopción de las innovaciones incluidas en las categorías Prácticas Postcosecha, Planeación y Administración y las Acciones Conjuntas (Tabla 5), se observan diferencias muy significativas en la tasa de adopción de innovaciones entre aquellos que establecen redes familiares y los que no. Estas innovaciones permiten acceder a mejores precios, planificar estratégicamente insumos y ventas, controlar flujos financieros y generar economías de escala mediante compras y ventas colectivas. Además, facilitan el acceso a apoyos gubernamentales, lo que incrementa la rentabilidad de las unidades de producción.

Tabla 4.

Tasa de adopción de innovaciones por categoría de acuerdo a su pertenencia a una red familiar.

Categoría	Red familiar		Significancia
	No	Si	
Nutrición (%)	29.46	46.22a	N. S.
Control de malezas, plagas y enfermedades (%)	a	40.38	61.11a
Siembra (%)	a	23.08	46.67
Prácticas ecológicas (%)	a	b	*
Planeación y Administración (%)	a	26.92	36.11
Acciones conjuntas (%)	a	a	N. S.
Prácticas poscosecha (%)	a	19.31	43.22
		b	**
	0.0 a	25.00	**
	9.62 a	36.11	**
		b	

Medias en la misma fila con diferente literal indican diferencias significativas según prueba de t de Student. N. S.: No significativa, * $P < 0.10$; ** $P < 0.05$.

Los resultados permiten deducir que, en contextos donde los agricultores establecen redes familiares, estas redes actúan como mecanismos compensatorios frente a la limitada base de conocimientos e información técnica disponible. Según Solleiro-Rebolledo et al. (2015), esta limitación se debe a: i) una ineficiente articulación estratégica del sistema nacional de innovación agrícola, ii) el diseño de programas orientados a atender demandas de investigación e innovación dispersas, y iii) la escasez de recursos para actividades de investigación, desarrollo y difusión de tecnologías, derivada del reducido monto de recursos públicos asignados. Esta situación refuerza la importancia de las redes sociales como canales alternativos de acceso al conocimiento técnico y organizativo.

Estructura de la red técnica y la importancia de las redes familiares en la difusión de conocimientos técnicos

Derivado de los hallazgos sobre la adopción diferenciada de innovaciones, se analizó la estructura de las redes técnicas que los agricultores conforman, muchas de las cuales se sustentan en vínculos familiares. Se identificaron productores que establecen hasta trece vínculos con sus pares en la búsqueda de información y conocimiento técnico, mientras que otros son considerados fuente confiable por hasta diez agricultores. Además, la red cuenta con actores altamente influyentes, ya sea por su grado de intermediación o por su alcance a través de vínculos indirectos (eigenvector), lo que sugiere una estructura relacional que favorece la circulación de conocimientos y la adopción colectiva de prácticas (Tabla 5).

Tabla 5.

Indicadores de centralidad de la red técnica de los agricultores entrevistados

Indicador	Mínimo	Media	Máximo	Desviación estándar
Grados de salida	0	2.56	13.0	± 3.17
Grados de entrada	0	2.56	10.0	± 2.69
Intermediación	0	8.86	90.0	± 23.03
Eigenvector	0	0.12	0.33	± 0.10

Los agricultores Agr-21, Agr-10, Agr-03, Fam-17 son los actores que establecen vínculos directos con las organizaciones de educación, investigación y desarrollo (OEID) (Figura 2), esto permite inferir que son los primeros en adoptar las soluciones tecnológicas sugeridas por estas organizaciones, asumiendo la mayor carga de riesgo, pero proporcionando evidencias a sus pares de las ventajas relativas, compatibilidad, complejidad de las soluciones tecnológicas, elementos que de acuerdo con Rogers (1962) y Santos-Martínez et al. (2024) afectan la adopción de una innovación.

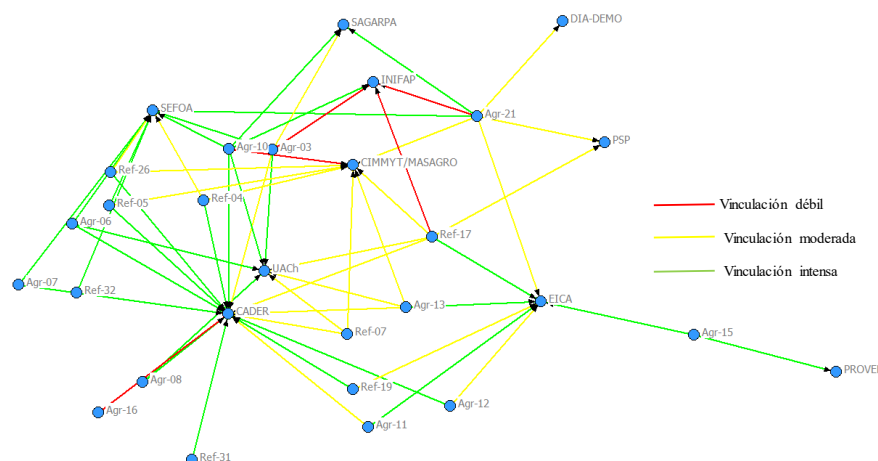


Figura 2.

Vinculación de los agricultores con el resto de los actores del sistema de innovación

El análisis de la Figura 3, da muestra de la importancia de las redes familiares para la difusión de conocimiento e información. En efecto, los agricultores que establecen vínculos productivos familiares, tienen grados de entrada más altos que aquellos que no establecen este tipo de relaciones; así actores como FAM-01, FAM-03, FAM-05, FAM-17 y FAM-23, juegan un rol importante como fuentes de información y conocimiento confiables, mientras que actores como AGRI-03, AGRI-06 y AGRI-10, se caracterizan por ser colectores, accediendo a información generada por otros actores con menor exposición al riesgo. Esta dinámica complementa el rol de los adoptantes tempranos vinculados a OEID, quienes validan las soluciones tecnológicas mediante su experiencia directa.

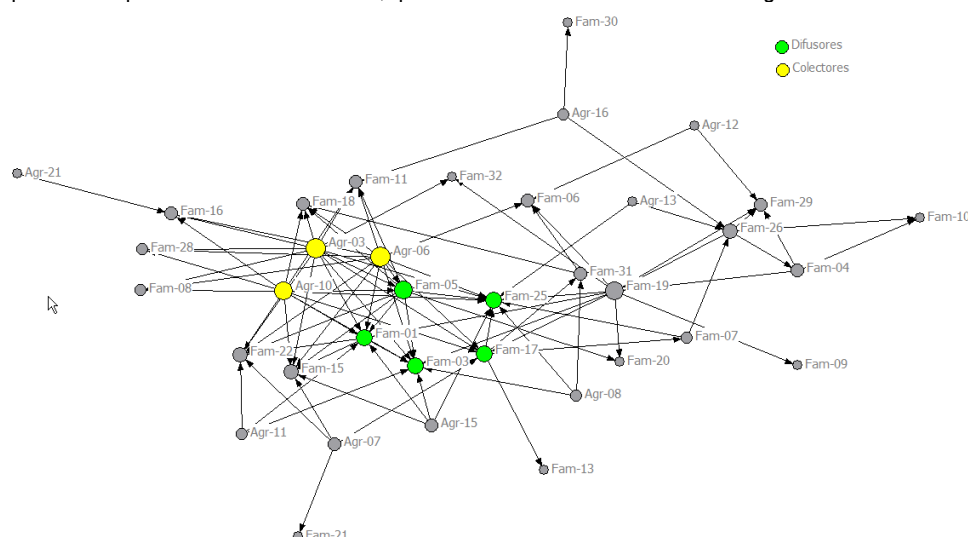


Figura 3.

Flujo de conocimientos técnicos en la red de agricultores entrevistados.
A mayor tamaño del nodo mayor es la centralidad de grado

El análisis de redes sociales revela que los agricultores recurren principalmente a familiares como primos o tíos para resolver problemas técnicos, lo que evidencia una estructura de agricultura multifamiliar en la región. Esta se compone de unidades familiares independientes pero vinculadas por relaciones de parentesco intergeneracional y/o colateral (Sippel, 2016).

Según este autor, dicha organización ha permitido a los pequeños productores: a) adaptarse al libre comercio y a la disminución del apoyo estatal mediante economías de escala y cumplimiento de estándares agroindustriales; b) cimentar sus granjas en valores

compartidos, donde la estabilidad familiar fortalece la cohesión interna (Quejada y Ávila, 2016); c) consolidar redes multifamiliares históricas que, al articularse con sus valores y responder al mercado, posibilitan movilidad social ascendente. No obstante, esta trayectoria plantea desafíos importantes para la sostenibilidad organizativa y la sucesión intergeneracional de las empresas familiares rurales (de Grammont, 2010).

Conclusión

Los hallazgos del presente trabajo, indican que pesar de que cerca del 60 % de los agricultores entrevistados utilizan semillas mejoradas y la región es apta para el cultivo de granos en temporal, los rendimientos siguen por debajo de su potencial debido a la escasa adopción de innovaciones orientadas a mejorar la fertilidad del suelo y reducir agroquímicos sintéticos. El sistema de innovación ha tenido un impacto limitado en la mejora de los rendimientos de maíz, trigo y cebada, y la política de libre comercio de granos ha restringido el aumento de ingresos, amenazando la continuidad generacional de las familias productoras.

Como respuesta, las unidades familiares han establecido redes de colaboración con parientes, lo que les permite acceder rápidamente a conocimiento técnico, comercial y apoyos gubernamentales, además de facilitar economías de escala y cumplir con los estándares de calidad y volumen exigidos por la agroindustria. Fomentar la innovación tecnológica e institucional desde un enfoque sistémico es esencial para potenciar la agricultura familiar y contribuir a la seguridad alimentaria, el empleo y la riqueza rural.

El uso del análisis de redes modo-2 permitió estimar con mayor precisión la centralidad de los actores del sistema de innovación, superando estudios que no distinguen la naturaleza de los vínculos. No obstante, el enfoque técnico-productivo del artículo limita la comprensión de la agricultura multifamiliar, especialmente en aspectos como la toma de decisiones interna, los procesos de sucesión y el impacto económico. Se recomienda abordar estos temas en futuras investigaciones, con énfasis en la movilidad social y la sostenibilidad de las empresas familiares rurales.

Declaración de Conflictos de Interés

No declaran conflictos de interés.

Contribución de autores

Autor	Concepto	Curación de datos	Análisis/ Software	Investigación / Metodología	Proyecto/ recursos / fondos	Supervisión/ validación	Escritura inicial	Redacción: revisión y edición final
1	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	X

Financiamiento

Ninguno.

Referencias

- Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, H., Muñoz-Rodríguez, M., & García-Sánchez, E. I. (2016). Análisis de redes sociales para catalizar la innovación agrícola: de los vínculos directos a la integración y radialidad. *Estudios Gerenciales*, 32(140), 197–207. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.06.006>
- Aguilar-Gallegos, N., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, V. H., & Aguilar-Ávila, J. (2013). Influencia del perfil de los productores en la adopción de innovaciones en tres cultivos tropicales. *Teuken Bidikay*, 4, 207–228. <http://revistes.uab.cat/redes/article/view/v28-n1-aguilar-olvera-gonzalez-et-al>
- Aguilar-Gallegos, N., Olvera Martínez, J. A., González Martínez, E. G., Aguilar Ávila, J., Muñoz Rodríguez, M., & Santoyo Cortés, H. (2017). La intervención en red para catalizar la innovación agrícola. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 28(1), 9–31. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.653>
- Aguilar Ávila, J., & Schwentesius Rinderman, R. (2004). *La producción de cebada maltera en México. Ventaja comparativa no capitalizada*. Universidad Autónoma Chapingo. https://ciestaam.edu.mx/reporte_investigacion/la-produccion-cebada-maltera-en-mexico-ventaja-comparativa-capitalizada/
- Arellano Vázquez, J. L., Vargas, J. V., Rojas Martínez, I., & Avila Perches, M. A. (2011). H-70: Híbrido De Maíz De Alto Rendimiento Para Temporal Y Riego Del Altiplano Central De México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(4), 619–626.
- Balsa, J., & Lopez, N. (2011). La agricultura familiar “moderna”. Caracterización y complejidad de sus formas concretas en la región pampeana. In G. Privera & C. Natalia López (Eds.), *Repensar la agricultura familiar* (pp. 45–75). Ediciones CICCUS.
- Banco Mundial. (2008). *World Development Report. Agriculture for Development*. Banco Mundial. <https://doi.org/978-0-8213-7298-2>
- Borgatti, S. P. (2002). NetDraw Software for Network Visualization. In *Analytic Technologies*.
- Borgatti, S. P. (2009). 2-Mode Concepts in Social Network Analysis. In R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of complexity and system science* (pp. 8279–8291). Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-0-387-30440-3_491
- Borgatti, S. P., & Halgin, D. S. (2011). Analyzing Affiliation Networks. *The Sage Handbook of Social Network Analysis*, 1941, 417–433. <https://doi.org/10.4135/9781446294413.n28>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (N. Y. U. Departament of Psychology (ed.); Second Edi). Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Cruz Martínez, E., Villaseñor Mir, H. E., Hortelano Santa Rosa, R., Pérez Herrera, P., & Espitia Rangel, E. (2015). El efecto de las bajas temperaturas sobre la calidad industrial del trigo de temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 793–802.
- Cuevas, R. V., Baca Del Moral, J., Cervantes, E. F., Espinosa, G. J. A., Aguilar, Á. J., & Loaiza, M. A. (2013). Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, Mexico. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 4(1), 31–46. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/2824>
- de Grammont, H. C. (2010). La evolución de la producción agropecuaria en el campo mexicano: concentración productiva, pobreza y

- pluriactividad. *Andamios. Revista de Investigación Social*, 7(13), 85–87. <https://doi.org/https://doi.org/10.29092/uacm.v7i13.119>
- De Janvry, A., & Sadoulet, E. (2001). *Access to land and land policy reforms* (Vol. 3, p. 35). World Institute for Development Economics Research. <https://www.rrdasbank.info/unupb3.pdf>
- Díaz-José, J., Rendón-Medel, R., Muñoz-Rodríguez, J., & Aguilar-Ávila, M. (2013). Análisis dinámico de redes en la difusión de innovaciones agrícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(7), 1095–1102. <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v4i7.1149>
- Djurfeldt, G. (1996). Defining and operationalizing family farming from a sociological perspective. *Sociologia Ruralis*, 36(3), 340–351. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.1996.tb00026.x>
- Douwe Van Der Ploeg, J. (2010). The Food Crisis, Industrialized Farming and the Imperial Regime. *Journal of Agrarian Change*, 10(1), 98–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1471-0366.2009.00251.x>
- Edquist, C. (1997). *Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations*. Psychology Press.
- FAO-SAGARPA. (2014). *Estudio sobre el envejecimiento de la población rural en México* (pp. 1–43). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2019/01/28/1608/01022019-2-estudio-sobre-el-envejecimiento-de-la-poblacion-rural-en-mexico.pdf>
- FAO. (2023). The State of Food and Agriculture 2023. In *The State of Food and Agriculture 2023*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cc7724en>
- Fogel, R., Benítez, J. Á., Enciso, M. Á., Paredes, R., Pereira, H., Valdez, S., & Aguilar, J. (2017). *La Transferencia de Tecnología orientada a la Agricultura Familiar Campesina*. Centro de Estudios Rurales Interdisciplinarios. <https://hugopereiracardozo.org/wp-content/uploads/2022/08/27.12.17-Libro-Transferencia-de-Tecnologias.pdf>
- García-Sánchez, E. I., Aguilar-Ávila, J., & Bernal-Muñoz, R. (2011). La agricultura protegida en México: La Adopción de Innovaciones y el Nivel de Equipamiento como Factores para su Categorización. *Teuken Bidikay*, 2, 193–212. <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/teu/article/view/1122>
- García-Sánchez, E. I., Vargas-Canales, J. M., Palacios-Rangel, M. I., & Aguilar-Ávila, J. (2019). Sistema de innovación como marco analítico de la agricultura protegida en la región centro de México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 15(81), 1–24. <https://doi.org/10.11144/javeriana.cdr15-81.sima>
- García López, R., & García Moreno, M. (2010). *La Gestión para Resultados en el Desarrollo. América Latina y el Caribe* (Segunda Ed). Banco Interamericano de Desarrollo. <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/teu/article/view/1081>
- Gasson, R., & Errington, A. J. (1993). *The farm family business*. CAB INTERNATIONAL.
- González-Estrada, A. (2009). Estimación de las estructuras agraria y económica de la producción de maíz y frijol en México. *Revista Mexicana de Economía Agrícola y de Los Recursos Naturales*, 2(1), 7–29.
- Goodman, L. (1961). Snowball sampling. *The Annals of Mathematical Statistics*, 32(1), 148–170. <http://www.jstor.org/stable/2237615>
- Graeb, B. E., Chappell, M. J., Wittman, H., Ledermann, S., Kerr, R. B., & Gemmill-Herren, B. (2016). The State of Family Farms in the World. *World Development*, 87, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.012>
- Hocsman, L. (2015). Agricultura familiar y descampesinización. Nuevos sujetos para el desarrollo rural modernizante. *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 25, 11–27. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales/article/view/6382>
- INEGI. (2015). *Anuario estadístico y geográfico de Tlaxcala 2015*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/TLAX_ANUARIO_PDF15.pdf
- INEGI. (2022). *Censo Agropecuario 2022*. Censo Agropecuario. <https://www.inegi.org.mx/programas/ca/2022/>
- Knoke, D., & Yang, S. (2008). *Social Network Analysis* (Second Ed). Sage Publications.
- Lankester, A. (2012). Self-perceived Roles in Life and Achieving Sustainability on Family Farms in North-eastern Australia. *Australian Geographer*, 43(3), 233–251. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00049182.2012.706202>
- Larqué-Saavedra, B., Sangerman-Jarquín, D., Villaseñor Mir, H. E., Omaña-Silvestre, J. M., & Navarro-Bravo, A. (2014). Transferencia de tecnología: el programa de trigo del CEVAMEX-INIFAP en Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(7), 1301–1316. <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/875/691>
- Lundvall, B.-Å. (1992). *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning*. Anthem Press.
- Marsden, P. V. (2003). Interviewer effects in measuring network size using a single name generator. *Social Networks*, 25(1), 1–16. [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(02\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(02)00009-6)
- Meert, H., van Huylbroeck, G., Vernimmen, T., Bourgeois, M., & van Hecke, E. (2005). Farm household survival strategies and diversification on marginal farms. *Journal of Rural Studies*, 21, 81–97. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2004.08.007>
- Monge, M., & Hartwich, F. (2008). Análisis de Redes Sociales aplicado al estudio de los procesos de innovación agrícola. *Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 14(34), 31. <https://doi.org/https://doi.org/10.5565/rev/redes.118>
- Moran, W., Blunden, G., & Greenwood, J. (1993). The role of family farming in agrarian change. *Progress in Human Geography*, 17(1), 22–42. <https://doi.org/10.1177/030913259301700102>
- Muñoz-Rodríguez, M., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., García-Muñoz, J. G., & Altamirano-Cárdenas, J.-R. (2004). Redes de innovación: un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el desarrollo rural. In *Universidad Autónoma Chapingo-Fundación Produce Michoacán* (Vol. 1, p. 135). UACH-Fundación PRODUCE Michoacán.
- OECD. (1999). *Managing National Innovation Systems*. OECD Publishing. <file:///content/book/9789264189416-en>
- Pelupessy, W. (2001). El Enfoque de la cadena global de mercancías como herramienta analítica en las economías en vías de desarrollo. *Economía y Sociedad, Enero-Abri*, 111–120. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/economia/article/view/1497/1417>
- Quejada Pérez, R. F., & Ávila Gutiérrez, J. N. (2016). Empresas familiares: conceptos, teorías y estructuras. *Revista Escuela de Administración de Negocios, Julio-Dici(81)*, 149–158. <https://doi.org/10.21158/01208160.n81.2016.1555>
- Ramírez Valverde, B., Ramírez Valverde, G., Juárez Sánchez, J. P., & Cesin Vargas, A. (2007). Tecnología e implementos agrícolas:

- Estudio longitudinal en una región campesina de Puebla, México. *Revista de Geografía Agrícola*, 38, 55–70.
<https://www.redalyc.org/pdf/757/75703806.pdf>
- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovations* (Third Edit). The Free Press.
- SAGARPA, COFUPRO, & INIFAP. (2015). *Agenda Técnica Agrícola*.
https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/_media/_agendas/4146_4843_Agenda_Técnica_Tlaxcala_2017.pdf
- Santos-Martínez, G., Ramos-Guzmán, F., Ruíz-Porras, M. C., & Quintero-Ramírez, J. M. (2024). La innovación como factor de éxito en emprendimientos mexicanos. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 9(18), 85–105.
<https://doi.org/10.35381/r.k.v9i18.4190>
- Sippel, S. R. (2016). Breaking ground: Multi-family farm entrepreneurs in Moroccan export agriculture. *Journal of Rural Studies*, 45, 279–291. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.03.013>
- Solleiro-Rebolledo, J. L., Aguilar-Ávila, J., & Sánchez-Arredondo, L. G. (2015). Configuración del sistema de innovación del sector agroalimentario mexicano. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 19, 1254–1264.
<https://www.redalyc.org/pdf/141/14132408011.pdf>
- Spielman, D. J., Davis, K., Negash, M., & Ayele, G. (2010). Rural innovation systems and networks: findings from a study of Ethiopian smallholders. *Agriculture and Human Values*, 28(2), 95–212. <https://doi.org/10.1007/s10460-010-9273-y>
- Spielman, D. J., Ekboir, J., & Davis, K. (2009). The art and science of innovation systems inquiry: Applications to Sub-Saharan African agriculture. *Technology in Society*, 31(4), 399–405. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2009.10.004>
- Suess-Reyes, J., & Fuetsch, E. (2016). The future of family farming: A literature review on innovative, sustainable and succession-oriented strategies. *Journal of Rural Studies*, 47, 117–140. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.07.008>
- Teddlie, C., & Yu, F. (2007). Mixed Methods Sampling: A Typology With Examples. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 77–100. <https://doi.org/10.1177/2345678906292430>
- Turrent Fernández, A., Cortés Flores, J. I., Espinosa Calderón, A., Hernández Romero, E., Camas Gómez, R., Torres Zambrano, J. P., & Zambada Martínez, Á. (2017). MasAgro o MIAF ¿Cuál es la opción para modernizar sustentablemente la agricultura tradicional de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(5), 1169–1185.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v8i5.116>
- Valdés García, C., Triana Velásquez, Y., & Boza Valle, J. A. (2019). Reflexiones sobre definiciones de innovación, importancia y tendencias. *Revista Avances*, 21(4), 532–552. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7090092.pdf>
- Valerio-Robles, M., Rendon-Medel, R., Ulises-Toledo, J., & Diaz-Jose, J. (2016). Adopción de prácticas de agricultura de conservación en Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, octubre(15), 3103–3113.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v0i15.429>
- Vargas, C. J. M., Palacios, R. M. I., Camacho, V. J. H., Aguilar, Á. J., & Ocampo, L. J. G. (2015). Factores de innovación en agricultura protegida en la región de Tulancingo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 827–840.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v6i4.622>
- Velázquez Álvarez, O. A., & Aguilar-Gallegos, N. (2005). *Manual introductorio al análisis de redes sociales. Ejemplos prácticos con UCINET 6.85 y NETDRAW 1.48*. http://revista-redes.rediris.es/webredes/talleres/Manual_ARS.pdf
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis. Methods and Applications* (First Edit). Cambridge University Press.
- Zamora Díaz, M., Solano Hernández, S., Gómez Mercado, R., Rojas Martínez, I., Ireta Moreno, J., Garza García, R., & Ortiz Trejo, C. (2008). Adabella: Variedad de cebada maltera para los Valles Altos de la Mesa Central de México. *Agricultura Técnica En México*, 34(4), 491–493. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60811120012>