



Universidad Autónoma Chapingo

Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la
Agroindustria y la Agricultura Mundial

Escalamiento de innovaciones agrícolas en la producción de maíz de los valles centrales de México

TESIS

Que como requisito parcial
para obtener el grado de:

Doctora en Ciencias en Problemas Económico-Agroindustriales

Presenta:

Tania Alejandra Casaya Rodríguez

Bajo la supervisión de:

Dr. Roberto Rendón Medel



Mayo, 2025

Chapingo, Estado de México



APROBADA



**Escalamiento de innovaciones agrícolas en la producción de maíz de los
valles centrales de México**

Tesis realizada por **Tania Alejandra Casaya Rodríguez** bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial
para obtener el grado de:

Doctora en Ciencias en Problemas Económico-Agroindustriales

Director:



Dr. Roberto Rendón Medel

Asesor:



Dr. Jorge Aguilar Ávila

Asesora:



Dra. Katharina Josefa Friedhilde Schiller

Lector externo:



Dr. Ruben Oliver Espinoza

DEDICATORIA

A mi compañero de vida Daniel, por estar juntos en el camino y no soltar mi mano cuando he necesitado de su motivación y fuerza; este trabajo ha sido un buen pretexto para aprender juntos.

A mis hijos, Miguel Ángel y Rafael, por ser mi motor, por ceder pacientemente una porción de su tiempo cuando he tenido que ausentarme y siempre regalarme sus sonrisas amorosas al volver.

A mis padres Juan Carlos y Ena María, por trazar con sus huellas mi camino a seguir de tesón, compromiso, responsabilidad, dedicación y pasión en cada aspecto de la vida.

A mi abuelo Aristo Rodríguez (Don Tito), porque marcó mi carrera con la bondad que caracteriza a las personas (hombres y mujeres) que trabajan el campo; porque a través de él aprendí a admirar y respetar el esfuerzo de los productores.

A mis amigos Paco, Pablo, Toño, Gerardo, José Manuel y muchos más colegas extensionistas, por haber sido parte de innumerables charlas y discusiones sobre innovación agrícola. Porque nuestras dudas sirvieron de estímulo para aventurarme en este proceso de investigación.

Con cariño,

Tania Casaya

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo y al CUESTAAM, por ver en mí a una persona con sed de conocimiento y brindarme la oportunidad de formar parte de la comunidad de posgrado.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONACYTH), por facilitarme un entorno propicio para el estudio en mi etapa adulta mediante el financiamiento en estos cuatro años.

Al Dr. Roberto Rendón Medel, por su dirección y por guiar mis ideas de una manera reflexiva, porque acompañó este proceso de maduración y me alentó siempre a ver “un poco más allá”.

Al Dr. Jorge Aguilar Ávila, por su asesoría, comentarios y preguntas detonadoras que contribuyeron de manera significativa en este trabajo.

A colegas y mentores del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT):

A la Dra. Nele Verhulst y la Dra. Katharina Schiller, por asesorarme y alentar mi incursión al ámbito científico de forma analítica y su experiencia internacional.

Al Dr. Lennart Woltering, María Boa y Eva Valencia; por su siempre entusiasta conversación y por poner a mi alcance una comunidad de aprendizaje (The Scaling Community of Practice) que contribuyó enormemente en mi crecimiento profesional.

A todos los profesores del CUESTAAM, por todo el conocimiento que me brindaron, por ampliar mi perspectiva y enriquecer el desarrollo de mi investigación.

Por hacer de este tiempo un camino que ha valido la pena recorrer, ¡gracias!

DATOS BIOGRÁFICOS

Tania Alejandra Casaya Rodríguez nació en 1983 en Managua, Nicaragua. En el 2004 obtuvo el grado de Ingeniera Agrónoma por parte de la Universidad EARTH de Costa Rica. En 2011 concluyó sus estudios de posgrado en la Maestría en Ciencias del programa de Producción y de Salud animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).



En 2025 se incorporó al equipo de Livelihoods Venture como gerente de proyectos en México. Durante diez años desempeñó el cargo de gerente de Valles Altos en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en dicho período fortaleció sus habilidades como gestora de la red de innovación para la cartera de proyectos que se desarrollaron en la región tales como *MasAgro* en los estados de México, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala y la Ciudad de México, *Maíz Sustentable BIMBO* en Hidalgo, *Aguas Firmes* en el altiplano cebadero, *Proagro productivo*, *Prodeter* y el programa *Altepetl* en Ciudad de México. Fue jefa de proyectos productivos en el municipio de Santa Cruz Xoxocotlán del estado de Oaxaca y coordinadora de producción en el Grupo para Promover la Educación y el Desarrollo Sustentable A.C. (GRUPEDSAC) en los estados de México y Oaxaca. Antes de iniciar sus estudios de posgrado desempeñó cargos como asesora y coordinadora de los proyectos *Partnership for food industry development: meat, seafood and poultry* y *Desarrollo socioeconómico de productores lecheros en la cuenta Amerrisque* en Nicaragua con Cooperative League of the USA (CLUSA) en coordinación con Louisiana State University (LSU) y Cooperative Resources International (CRI).

RESUMEN GENERAL

Escalamiento de innovaciones agrícolas en la producción de maíz de los valles centrales de México ¹

En el desarrollo rural se busca escalar impactos sociales, ambientales y económicos. Sin embargo, se requiere una mejor comprensión del escalamiento ya que es moldeado por la diversidad de actores que intervienen, las innovaciones que se promueven y las dinámicas de gestión que facilitan un entorno de innovación de cambio y adaptación. Este trabajo analiza como los actores, funciones y estructura de las redes sociales propician procesos de escalamiento de la adopción de innovaciones agrícolas. Se utilizaron estudios de caso de redes de actores que propician la toma de decisiones para adoptar innovaciones tecnológicas en diferentes estratos de productores de maíz del centro de México. Los resultados mostraron que redes heterofílicas ($0.153 < EI\text{-índice} < 0.833$) poseen actores vinculados de manera más efectiva para el escalamiento debido al capital relacional que aportan. Las redes para el aprendizaje y acceso a información tienen mayor tamaño, mientras que las de toma de decisiones sobre cambios tecnológicos son redes pequeñas y de lazos fuertes. Los productores dosifican la innovación orientados por su entorno, siendo los atributos relacionados a la certidumbre y disponibilidad de las tecnologías, los que tienen mayor influencia en la adopción. A mayor vinculación de los productores con el mercado, los criterios económicos de la innovación tienen mayor peso en su decisión de adoptar. Se identificaron dos elementos detonadores del proceso de escalamiento: la presencia de actores con función de articuladores de la red y el mercado. Los hallazgos muestran que las políticas públicas de extensión tienen que definir su ambición de escalamiento con base en las diferencias de sistemas, contextos y tipos de productores de manera que mitiguen el riesgo de innovar y fomenten la gestión de relaciones entre actores para asegurar impactos en el sector rural.

Palabras clave: capital relacional, extensionismo, gestión sistémica, usuario tecnológico, innovación

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
Autora: Tania Alejandra Casaya Rodríguez
Director de tesis: Roberto Rendón Medel

ABSTRACT

Scaling of agricultural innovations in maize production in the central valleys of Mexico ²

Rural development seeks to scale social, environmental and economic impacts. However, a better understanding of scaling is required as it is shaped by the diversity of actors involved, the innovations that are promoted, and the management dynamics that facilitate an innovative environment of change and adaptation. This research analyzes how the actors, functions and structure of social networks promote processes of scaling the adoption of agricultural innovations. Case studies of networks of actors that promote decision-making to adopt technological innovations in different strata of maize farmers in central Mexico were used. The results showed that heterophilic networks ($0.153 < EI\text{-index} < 0.833$) have actors linked in a more effective way for scaling due to the relational capital they provide. The networks for learning and access to information are larger, while those for making decisions about technological changes are small networks with strong ties. Farmers dose innovation guided by their environment, with attributes related to the certainty and availability of technologies having the greatest influence on adoption. The greater the link between farmers and the market, the greater the economic criteria of innovation in their decision to adopt. Two triggering elements of the scaling process were identified: the presence of actors with the role of articulators of the network and the market. The findings show that public extension policies must define their scaling ambition based on the differences in systems, contexts and types of farmers in a way that mitigates the risk of innovation and encourages the management of relationships between actors to ensure impact on the rural sector.

Key words: relational capital, technical advice service, systemic broker, technological user-oriented, innovation.

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: Tania Alejandra Casaya Rodríguez

Supervisor: Roberto Rendón Medel

CONTENIDO GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS	II
Datos biográficos.....	III
Resumen general	IV
Abstract	V
CONTENIDO GENERAL	VI
Lista de tablas	IX
Lista de figuras	X
CAPITULO 1. Introducción general	12
1.1 Objetivos y preguntas de la investigación	15
1.2 Estructura de la tesis.....	16
1.3 Literatura citada	17
CAPÍTULO 2. La innovación como acción humana: marco teórico y conceptual	21
2.1 Innovación	21
2.2 Construcción social de la tecnología.....	27
2.3 Adopción.....	30
El extensionismo como herramienta de transferencia tecnológica.....	31
2.4 Literatura citada	36
CAPÍTULO 3. Las redes, las relaciones y el escalamiento: marcos de referencia	44
3.1 Escalamiento	44
Enfoques que complementan el entendimiento del escalamiento.....	44
3.2 Redes.....	51
3.3 Capital relacional	54
3.4 Literatura citada	56

CAPÍTULO 4. El escalamiento de innovaciones es una cuestión social: estudio de casos en México	59
4.1 Resumen.....	59
4.2 Introducción.....	59
4.3 Principales conceptos sobre escalamiento	62
4.4 Materiales y métodos	64
4.5 Resultados y discusión	67
4.5.1 Características demográficas y entorno productivo.....	67
4.5.2 La red de actores	72
4.6 Conclusiones.....	80
4.7 Limitaciones y perspectivas del estudio	81
4.8 Literatura citada	82
CAPÍTULO 5. ¿Qué orienta la adopción de innovaciones agrícolas? un análisis y priorización de las tecnologías desde la perspectiva de los productores	87
5.1 Resumen.....	87
5.2 Introducción.....	88
5.3 Marco de referencia	91
5.4 Metodología	93
5.5 Resultados y discusión	98
5.6 Conclusiones.....	107
5.7 Orientaciones futuras	108
5.8 Literatura citada	108
CAPÍTULO 6. Discusión y conclusiones generales.....	115
6.1 Discusión general.....	115
6.2 Implicaciones en los procesos de intervención	117
6.3 Conclusiones generales.....	123

6.4	Contribuciones de la investigación.....	125
6.5	Limitaciones y futuras investigaciones	125

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Perspectivas sobre el entendimiento general del escalamiento dependiente de los actores, el entorno y el fin que se busca	51
Tabla 2. Principales diferencias entre los estudios de caso	64
Tabla 3. Indicadores para el análisis de redes sociales en los estudios de caso	65
Tabla 4. Características de la población encuestada	68
Tabla 5. Estructura de las redes de los estudios de caso en Teotihuacán y Mezquital	74
Tabla 6. Características, atributo y criterios utilizados en la valoración tecnológica	95
Tabla 7. Flujos unicriterio netos por tipología de productor	102
Tabla 8. Flujos netos	103
Tabla 9. Sensibilidad de la clasificación resultante del método PROMETHE en dos escenarios de pesos de los criterios para tres estratos de productores. .	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ideas clave que dan estructura al marco teórico y referencial de la investigación.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 2. Estructura de los capítulos que conforman la tesis	16
Figura 3. Relación entre la tecnología, la innovación y el desarrollo rural.....	29
Figura 4. Estructura general de la cadena de valor de maíz como ejemplo en la descripción del enfoque para abordar el escalamiento (elaboración propia adaptado a partir de descripción de cadena de valor de Quintero & Sánchez, 2006)	45
Figura 5. Esquema que representa la estructura general de la red de valor que conforma el eslabón de proveedores de insumos dentro de la cadena de valor de maíz en el ejemplo descrito (elaboración propia)	47
Figura 6. Planteamiento para el análisis del escalamiento desde un enfoque de cadena de valor y las intervenciones a nivel red de valor (elaboración propia)	48
Figura 7. Mapa conceptual de las dimensiones que componen el objeto de estudio.....	64
Figura 8. Diversidad de actores en las redes de maíz en los casos de Teotihuacán y Mezquital con quienes interactúan los productores (expresada en valor relativo).....	73
Figura 9. E-I Índice de las redes técnicas, estratégicas, sociales y comerciales de los estudios de caso.....	78
Figura 10. Diferencia en la Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI) en los estudios de caso Mezquital y Teotihuacán.....	79
Figura 11. Mapa de México con la ubicación geográfica del estudio	94
Figura 12. Diferencia en el peso de los atributos para la adopción de innovaciones por estrato de productor	98
Figura 13. Sistema productivo y percepción del cambio que implica de cada una de las innovaciones por tipología de productor	119
Figura 14. Esquema de la forma de la intervención basada en la gestión del conocimiento y las implicaciones que representa el entendimiento de la adopción desde la perspectiva de los productores.	121

Al reflexionar sobre lo aprendido durante los últimos cuatro años, una idea domina a todas las demás:

La materia prima para el desarrollo rural no es la tierra, ni los cultivos, tampoco las tecnologías; son las personas.

Tania Casaya

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El poder transformador de la innovación sigue siendo el centro de discusiones sobre el desarrollo (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022) . La creciente preocupación por atender la crisis mundial de inseguridad alimentaria obliga a los países a enfocar sus esfuerzos en asegurar para su población el acceso a alimentos sanos e inocuos en entornos donde coexisten la producción local que abastece mercados internos y la producción que participa de las dinámicas internacionales de comercio de manera competitiva. Todo esto teniendo en cuenta la conservación de los recursos naturales ante un escenario sin retorno de crisis climática.

Al hablar de desarrollo convergen diferentes visiones, pero en todas ellas innovar es el mecanismo para lograrlo. Una visión productiva lo explica como el aumento de la producción, la industrialización y el comercio de mercancías; por su parte en el ámbito económico tiene que ver con los procesos de expansión de las libertades y las capacidades de que disponen las personas relacionadas con la adquisición y uso de bienes y servicios. Desde el punto de vista social el desarrollo atiende problemas como la desigualdad y la pobreza orientado a facilitar recursos como la vivienda, la salud y la educación (Paz & Rodríguez, 1968), y en particular del sector rural, resolver el estancamiento productivo (Gómez & Tacuba Santos, 2016).

De manera muy simplificada, el desarrollo rural forma parte del desarrollo general de un país, un estado o una región; y busca propiciar cambios en el entorno de manera que las comunidades tengan acceso a bienes y servicios que les permitan satisfacer sus necesidades básicas y expandir sus oportunidades. En este mismo sentido, las actividades del sector primario representan un eslabón crucial para lograr avances en el desarrollo y reducir las condiciones de pobreza de sus pobladores (Delgadillo-Mácias & Torres-Torres, 2010). Las zonas rurales han sido en México, como en muchos países, objetivo para la intervención de proyectos que buscan su desarrollo. Entre los mecanismos para promover tal cambio, el extensionismo agrícola juega un papel catalizador.

En 2021 la participación del sector rural en el presupuesto de egresos de la federación (PEF) fue de 4.5% con un presupuesto de \$49.2 mil millones de pesos

asignado a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) como cabeza de sector (CNA, 2021b). La derrama en apoyos directos en este período benefició a 1.97 millones de productores en México, 84% de los cuales fueron productores de pequeña escala según cifras oficiales del gobierno en su tercer informe. Sin embargo, teniendo en cuenta que hay en México 7.9 millones de terrenos en las zonas rurales con actividad agrícola, ganadera o forestal, y que 4.3 millones de éstas pertenecen a unidades de producción medianas y pequeñas; aún existe una brecha entre la cantidad de personas beneficiadas y la población total rezagada (INEGI, 2019).

Los donantes e inversores de programas e investigaciones para el desarrollo buscan que las intervenciones generen impactos que sean sostenidos en el tiempo y para un número grande de beneficiarios; es decir que requieren que su inversión genere beneficios a escala. Esto obliga a reflexionar sobre el desarrollo y la innovación como procesos de transformaciones profundas y cambio estructurales e institucionales.

El escalamiento como concepto se ha incluido cada vez con más frecuencia como parte de la ambición que tienen las intervenciones en el sector rural (McLean & Gargani, 2019). Los programas se plantean propiciar procesos de escalamiento no sólo para asegurarse de hacer masivos los impactos de su intervención, sino para demostrar la eficiencia que tienen proyectos y programas de desarrollo rural. Aun así, la forma de medir el escalamiento se ha centrado en los números máximos de beneficiarios alcanzados y persiste una brecha entre la medición del impacto y las perspectivas preocupadas por la complejidad del proceso de innovación.

Para éste estudio se profundizó en el entendimiento de la innovación y la adopción de tecnologías como partes del proceso de escalamiento. En la literatura aparecen de manera consensuada al menos tres tipos de escalamiento: el horizontal, el vertical y el profundo que están presentes en los procesos de gestión de las innovaciones dependiendo de los actores y dinámicas presentes en el entorno (Moore & Riddell, 2015). La Figura 1 esquematiza los objetos de estudio y de análisis que guiaron esta investigación.

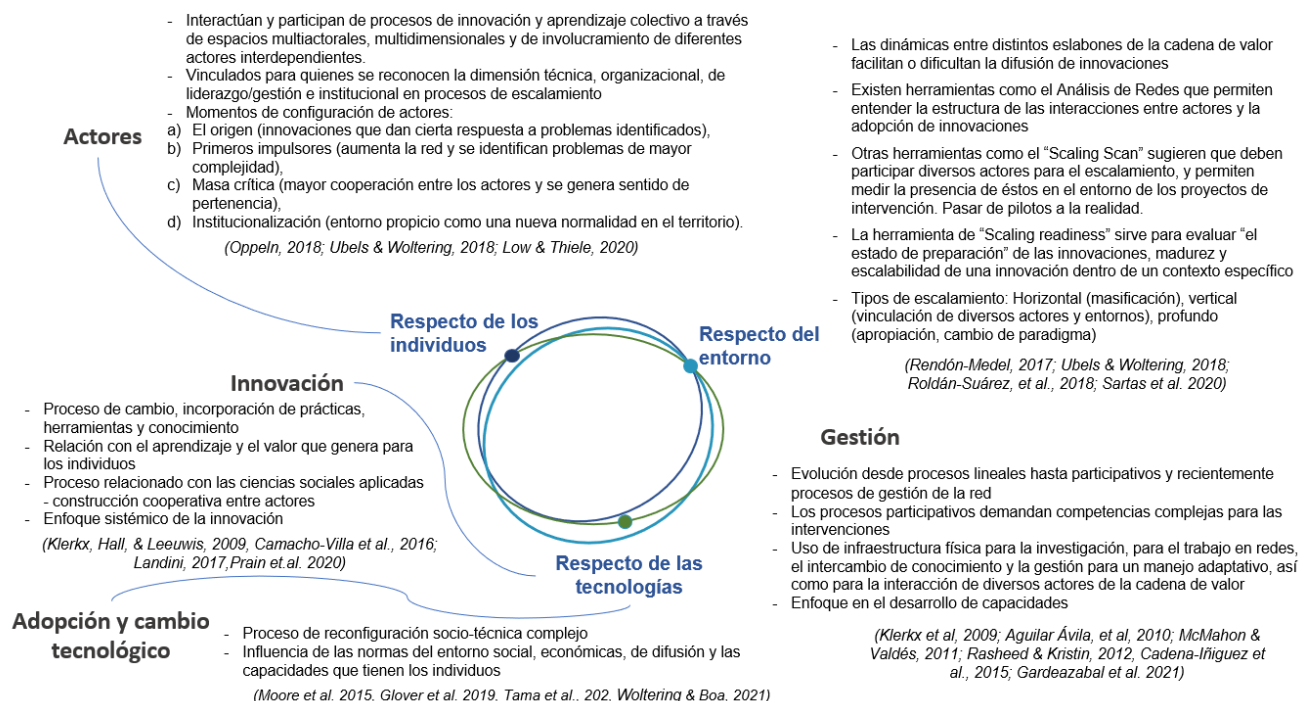


Figura 1. Ideas clave que dan estructura al marco teórico y referencial de la investigación

Con este trabajo contribuimos a las discusiones sobre escalamiento mediante estudios empíricos y análisis de casos con una perspectiva social de la innovación. La habilidad de innovar de cada individuo está moldeada por su capital social y representa la capacidad de generar nuevas combinaciones de elementos existentes (University of Oxford, 2014). Por lo tanto, la gestión de la innovación como parte de los modelos de intermediación (como el extensionismo), son importantes en la explicación de como los individuos recombinan el conocimiento y las prácticas pasadas en formas nuevas mediante cambios estructurales, estrategias y acciones concretas.

Entender el escalamiento con atención en el proceso que ocurren en la red de actores, las características y roles que cada uno tiene en el contexto de los sistemas de innovación en México aportará elementos para medir el impacto del proceso de innovación desde el punto de vista de los requerimientos tecnológicos de las innovaciones y la dinámica social los actores; además de brindar elementos de toma de decisión para quienes diseñan estrategias de intervención en el sector rural con miras a resolver problemas que afectan a una gran población.

La comprensión del escalamiento se relaciona con la diversidad de actores que intervienen, las innovaciones que se promueven y la estrategia que se implementa para la gestión de la red. Por lo tanto, mediante el análisis de los actores relacionados con la innovación agrícola en la zona central de México y la identificación de factores que propician la adopción tecnológica, este trabajo aportará al entendimiento del fenómeno de escalamiento como estrategia para el desarrollo rural y brindará un marco de referencia metodológica para su medición como aporte a las discusiones actuales a nivel internacional.

1.1 Objetivos y preguntas de la investigación

Con base en el planteamiento del problema mencionado anteriormente, los objetivos de esta tesis son tres:

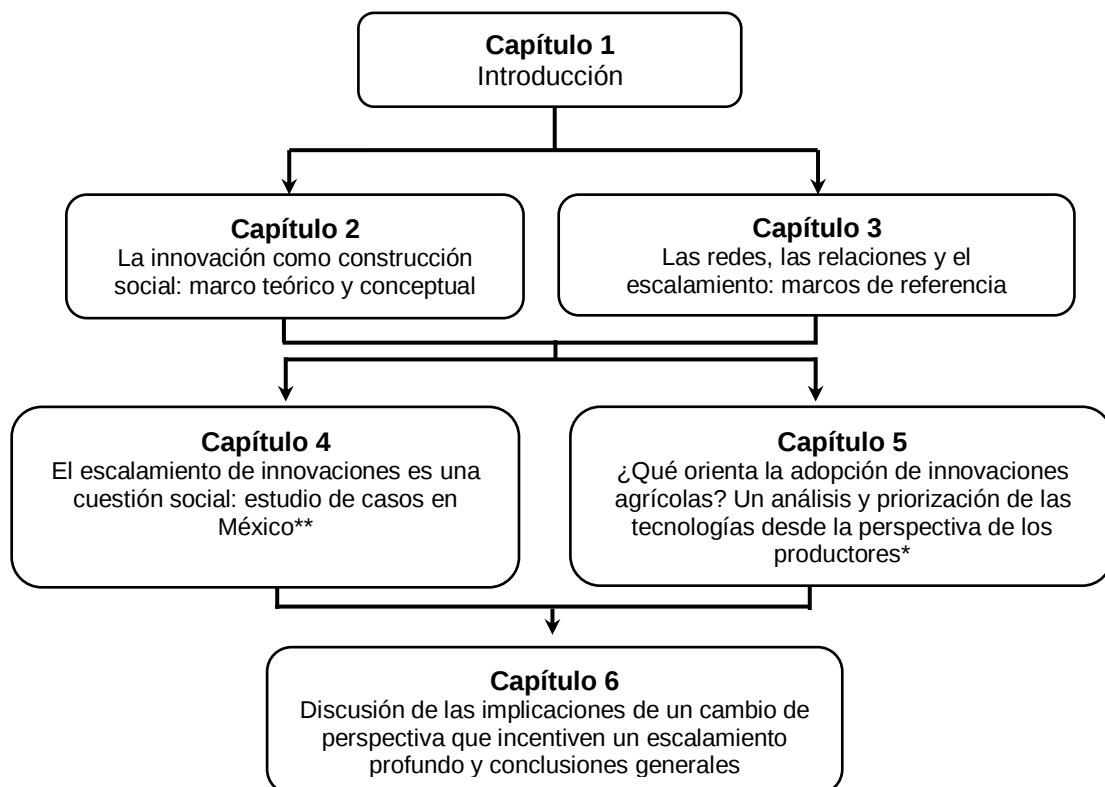
- 1 Reconocer la dinámica a nivel de los productores de maíz, los actores vinculados, sus funciones y sus relaciones en los valles centrales de México mediante el uso de redes sociales para aportar al entendimiento del escalamiento.
- 2 Analizar los factores relacionados con la adopción de innovaciones en la zona de los valles centrales de México como una contribución a los estudios sobre escalamiento
- 3 Proponer los lineamientos generales de procesos de intervención en el ámbito de la extensión rural que incentiven procesos de escalamiento de innovaciones.

Los objetivos de esta tesis están orientados a dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

- 1 ¿De qué manera está constituida la red de actores en la zona central de México de modo que se propicia el escalamiento de innovaciones?
- 2 ¿Qué elementos y características de las innovaciones percibidas por los productores dominan la toma de decisión de adoptar?
- 3 ¿Cuáles deberían ser los lineamientos de procesos de intervención en extensión rural que incentiven procesos de escalamiento de innovaciones?

1.2 Estructura de la tesis

Esta tesis está estructurada en siete capítulos (Figura 2). Después de este capítulo introductorio que brinda los argumentos del problema que abordamos, los objetivos y las preguntas que guiaron la investigación, los capítulos 2 y 3 exponen el marco teórico que soporta al objeto de estudio y el marco de referencia que corresponde al objeto de análisis respectivamente. Los capítulos 4 y 5 muestran los principales resultados de la investigación, en estos apartados se reconoce la red de actores y sus dinámicas que favorecen procesos de escalamiento, además de analizar los elementos que intervienen en la construcción de la decisión de adoptar innovaciones por parte de los productores de maíz en la región de estudio. Finalmente, en el capítulo 6 se presentan los principales aportes que genera esta investigación y las implicaciones que nuestros hallazgos ofrecen para entonces, cerrar nuestro documento con las limitantes que tuvo nuestro trabajo y recomendaciones para futuras líneas de investigación.



**Artículo aceptado *Artículo

Figura 2. Estructura de los capítulos que conforman la tesis

Los capítulos 4 y 5 se presentan con una estructura de artículos científicos, según los lineamientos de cada una de las revistas a las que han sido sometidos para arbitraje. Cada uno de estos capítulos puede variar en estructura, forma de presentar los cuadros y figuras ya que atiende a las normas establecidas por las revistas a las que fueron sometidos para su arbitraje. El capítulo 6 se prevé como aporte en capítulo de libro de modo que presenta una estructura diferente a los dos anteriores. Con respecto a la literatura citada, se incluye en cada capítulo su propia lista de referencias; dado que los capítulos están conectados por los marcos teóricos y de referencia, existen algunas citas que se comparten entre ellos.

1.3 Literatura citada

- Aguilar Ávila, J., Altamirano Cárdenas, J. R., & Rendón Medel, R. (2010). *Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural* (V. H. Santoyo Cortés, Ed.). CIESTAAM – UACH.
- Cadena-Iñiguez, P., Camas-Gómez, R., Rodríguez-Hernández, F. R., Berdugo-Rejón, J. G., Ayala-Sánchez, A., Zambada-Martínez, A., Morales-Guerra, M., Espinosa-Paz, N., & López-Báez, W. (2015). Contribuciones del INIFAP al extensionismo en México y la gestión de la innovación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 883–895. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i4.627>
- Camacho-Villa, T. C., Almekinders, C., Hellin, J., Martínez-Cruz, T. E., Rendon-Medel, R., Guevara-Hernández, F., Beuchelt, T. D., & Govaerts, B. (2016). The evolution of the MasAgro hubs: responsiveness and serendipity as drivers of agricultural innovation in a dynamic and heterogeneous context. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 22(5), 455–470. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2016.1227091>
- CNA. (2021a). *Análisis del proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) 2022 para el campo*.
- CNA. (2021b). *Análisis del proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) 2022 para el campo*.

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *Innovación para el desarrollo: la clave para una recuperación transformadora en América Latina y el Caribe* (LC/CCIT.3/3/-*), Santiago, 2022
- Delgadillo-Macias, J., & Torres-Torres, F. (2010). El desarrollo rural y la gestión del territorio Rural. Rural Development and Territorial management. *Revista de Economía*, XXVII (74), 49–66. <http://132.248.9.34/hevila/RevistadeeconomiaMeridaYucatan/2010/vol27/no74/2.pdf>
- Gardeazabal, A., Lunt, T., Jahn, M. M., Verhulst, N., Hellin, J., & Govaerts, B. (2021). Knowledge management for innovation in agri-food systems: a conceptual framework. *Knowledge Management Research & Practice*, 00(00), 1–13. <https://doi.org/10.1080/14778238.2021.1884010>
- Glover, D., Sumberg, J., Ton, G., Andersson, J., & Badstue, L. (2019). Rethinking technological change in smallholder agriculture. *Outlook on Agriculture*, 48(3), 169–180. <https://doi.org/10.1177/0030727019864978>
- Gómez, L. O., & Tacuba Santos, A. (2016). La política de desarrollo rural en México. *Journal of Economic Literature*, 14.
- INEGI. (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019. problemática principal*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/#Tabulados>
- INEGI. (2021). *Panorama general. Censo agropecuario 2022*. <https://doi.org/10.18356/674d6a83-es>
- Klerkx, L., Hall, A., & Leeuwis, C. (2009). Strengthening agricultural innovation capacity: Are innovation brokers the answer? *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 8(5–6), 409–438. <https://doi.org/10.1504/IJARGE.2009.032643>
- Low, J. W., & Thiele, G. (2020). Understanding innovation: The development and scaling of orange-fleshed sweet potato in major African food systems. *Agricultural Systems*, 179(December 2019), 102770. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102770>
- McLean, R., & Gargani, J. (2019). *Scaling Impact innovation for the public good*. Routledge.

- McMahon, M. A., & Valdés, A. (2011). Análisis del extensionismo Agrícola en México. In *Análisis del Extensionismo Agrícola en México*. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/EXTENSIONISMO/ESTUDIO OCDE EXTENSIONISMO.pdf>
- Moore, M.-L., & Riddell, D. (2015). Scaling Out, Scaling Up, Scaling Deep: Strategies of Non-profits in Advancing Systemic Social Innovation and the learning processes to support it. In *Journal of Corporate Citizenship*. <https://doi.org/10.9774/gleaf.4700.2015.ju.00009>
- Oppeln, C. Von. (2018). *Plataformas Multiactorales de Gestión para dinamizar el desarrollo y la innovación agropecuaria local Multiactor Management Platforms to Boost Local Development and Agricultural Innovation*. 6(2).
- Prain, G., Wheatley, C., Odsey, C., Verzola, L., Bertuso, A., Roa, J., & Naziri, D. (2020). Research-development partnerships for scaling complex innovation: Lessons from the Farmer Business School in IFAD-supported loan-grant collaborations in Asia. *Agricultural Systems*, 182(January 2019), 102834. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102834>
- Paz, P., & Rodríguez, O. (1968). *Conceptos de desarrollo y subdesarrollo*. Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social.
- Rendón-Medel, R. (2017). Conversatorio: Desafíos de los servicios de extensión rural; procesos de transición, nuevas perspectivas para los países. *Desafíos Del Extensionismo. Una Perspectiva Desde Las Redes*. <https://es.slideshare.net/FAOoftheUN/desafos-del-extensionismo-una-perspectiva-desde-las-redes>
- Roldán-Suárez, E., Rendón-Medel, R., & Cadena-Íñiguez, P. (2016). Identificación de módulos demostrativos en estrategias de gestión de la innovación. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 13(2), 179. <https://doi.org/10.22231/asyd.v13i2.325>
- Sartas, M., Schut, M., Proietti, C., Thiele, G., & Leeuwis, C. (2020). Scaling Readiness: Science and practice of an approach to enhance impact of research for development. *Agricultural Systems*, 183(June), 102874. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102874>

- Tama, R. A. Z., Ying, L., Yu, M., Hoque, M. M., Adnan, K. M., & Sarker, S. A. (2021). Assessing farmers' intention towards conservation agriculture by using the Extended Theory of Planned Behavior. *Journal of Environmental Management*, 280(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111654>
- Ubels, Jacobs. F., & Woltering, L. (2018). *The Scaling Scan - A practical tool to determine the strengths and weaknesses of your scaling ambition*.
- University of Oxford. (2014). *The Oxford handbook of innovation management* (M. Dodgson, D. M. Gann, & N. Phillips, Eds.).
- Woltering, L., & Boa-Alvardo, M. (2021). Insights on scaling of innovations from agricultural research for development: views from practitioners. *Knowledge Management for Development Journal*, 1–19.

CAPÍTULO 2. LA INNOVACIÓN COMO ACCIÓN HUMANA: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Innovación

La innovación no es un hecho aislado, tiene que ver más con “nuevas combinaciones” de elementos que ya existían.

(Schumpeter citado por Ammon Salter & Oliver Alexy.
The nature of innovation. University of Oxford, 2014)

Innovar es parte de la capacidad adaptativa del ser humano (Harari, 2022). En diversos sectores, incluyendo a la agricultura, la innovación ha permitido afrontar crisis, aprovechar oportunidades y adaptarse a las condiciones del entorno (Camacho-Villa et al., 2016a; Sánchez-Sánchez et al., 2020). Así, innovar ha estado vinculado a la modernización de procesos y al aumento de la productividad y competitividad del sector agropecuario mediante la optimización de los recursos (Aguilar-Gallegos et al., 2016; Garrido-Rubiano et al., 2017).

Partiendo del significado de innovación según la Real Academia Española, el término innovar en su origen etimológico viene del latín “innovo - are” que significa “hacer nuevo o renovar” (Borges & Camilo José Cela, 2013). En este estudio estamos tomando como marco teórico de la innovación a las corrientes que la explican desde una perspectiva económica y social; ya que la agricultura es por sí misma una actividad que en principio responde a la necesidad social de asegurar la sobrevivencia de los individuos y forma parte de las dinámicas de intercambio comercial de mercancías y la demanda de otros sectores económicos (Bula, 2020).

En la primera mitad del siglo XX, debido al creciente interés por entender al desarrollo, desde la perspectiva económica Joseph Schumpeter definió a la innovación como un proceso evolutivo en el que los cambios, procedentes de entornos de crisis y tensiones, sirven de combustible para la creatividad. En este sentido, innovar tiene que ver con la introducción de nuevos bienes mediante el uso de nuevos insumos, la incorporación de novedosos métodos de producción o formas de organización. Durante este período se fortaleció la perspectiva del

empresario como agente activo de la innovación, y a la innovación como motor del desarrollo (Sweezy, 1943; Veiga, 2001).

El entendimiento de la innovación se sustenta hasta nuestros días, en gran medida, a las contribuciones de Schumpeter y su visión de que la innovación requiere más que mera invención de donde la base de la competencia (entre empresas principalmente) es el motor de la evolución capitalista. Antes que él, Marx marcó la pauta para entender que los procesos de cambio económicos surgen desde dentro del sistema (Montoya Suárez, 2004).

Por su parte, Howard Stevenson estudió a la innovación como parte de un proceso en donde la mentalidad emprendedora no implica sólo la creación de un nuevo producto, sino también la capacidad de idear nuevas formas de gestión y organización para llevar a cabo una determinada tarea soportado principalmente en las oportunidades más que en los recursos (Gartner & Baker, 2010). Los procesos de innovación, entonces, ocurren influenciados por el entorno y las habilidades de los individuos. Low & Thiele (2020) mencionan cuatro dimensiones para tener en cuenta en los estudios sobre innovación: la técnica, la organizacional, la de liderazgo y el ambiente institucional.

Otro exponente relevante desde la teoría económica, en el contexto mundial de la post guerra en la segunda mitad del siglo XX, fue Christopher Freeman quien destaca a la innovación como el acto de integrar tecnologías existentes para la creación o mejora de algo. Destaca que la relación entre ciencia, tecnología e industria es un patrón característico en las etapas tempranas del desarrollo de nuevas industrias (Freeman, 1979).

En el ámbito empresarial, la innovación es un medio para lograr la diferenciación y se concibe al cambio como una búsqueda decidida de oportunidades internas y externas para el emprendimiento. Peter Drucker describió a la innovación como la acción de dotar a los recursos de valor económico mediante una nueva capacidad de producir riqueza. Ya Drucker advertía que invertir en conocimiento que pudiera transformarse en innovación representaba un elemento clave en la competitividad entre empresas y entre países; y que por tanto la creación de sociedades del conocimiento sería un factor importante en la competencia por el desarrollo (Drucker, 2004).

Otras corrientes se enfocan en la capacidad de los individuos como agentes en donde la innovación ocurre, a este tipo de corrientes “centradas en las personas” las ubicaremos en nuestro estudio como corrientes de tipo sociológicas. En este sentido, al hablar de individuos e innovación, el conocimiento se vuelve un factor determinante en el proceso de cambio y novedad.

La innovación entonces no se refiere únicamente a los artefactos (la tecnología), sino que también está inmersa en el aspecto social, cultural, institucional; y puede ser además “inclusiva”, “verde”, “ecológica”, “abierta”, “pública”, entre otros atributos que en los últimos años se le han conferido (Edwards-Schachter, 2018). Hoy en día, se entiende a la innovación en un sentido mucho más amplio de flujos, actores, canales y por tanto resultados que moldea y cambia a la sociedad desde su base (Schubert, 2018).

La innovación se refiere a la introducción de algo nuevo en la práctica, está relacionado a la “acción” (Godin et al., 2021). En las últimas dos décadas han tomado relevancia las perspectivas de innovación centrada en las personas, es decir, que entienden a la innovación como un proceso de red en que las organizaciones locales (agricultores, artesanos, usuarios tecnológicos) generan soluciones que responden a situaciones particulares, así como a intereses y valores de las comunidades; a esto se le ha denominado “innovaciones de base” (Sheikh & Kumar, 2021). Desde esta perspectiva, las dimensiones de la innovación tales como su costo accesible, el conocimiento indígena, la informalidad, la forma en que se adapta a las condiciones locales son importantes.

En los últimos diez años se ha observado una tendencia creciente por el entendimiento y medición de procesos de innovación en diversas áreas del conocimiento. Se ha demostrado que la innovación se relaciona con el aprendizaje y este a su vez se genera por la interacción entre actores (Jiménez-Carrasco et al., 2023; OECD, 2005; West et al., 2014). Como bases para nuestro trabajo, destacamos que la interacción y la comunicación entre individuos, hacen posible la construcción de nuevas combinaciones para responder a desafíos y oportunidades específicas de un contexto.

De todas las contribuciones anteriores, podemos sintetizar que la innovación se refiere a un cambio estimulado por la necesidad de adaptarse al entorno y mejorar un producto o el desempeño de un proceso. Estos cambios usan como vehículo al conocimiento que se obtiene de la combinación de las capacidades internas (de los individuos y las empresas) y la interacción con su entorno. De aquí retomamos para nuestro estudio, como elementos clave, las premisas que indican que la construcción del conocimiento tiene dos bases: la experiencia y la interacción (entre individuos y el entorno). Ambas acciones fuertemente vinculadas a nuestra naturaleza social (Lugo-Morin, 2010).

La innovación entonces es un proceso dinámico y adaptativo que surge de la interactividad entre diversos actores para el contexto social, político, cultural y económico en el que ocurre (Biggs, 2008; Camacho-Villa et al., 2016a). La percepción de novedad va a depender del contexto, es decir, que no es necesaria la invención de algo completamente nuevo, sino que la adaptación de algo que ya funciona en un nuevo entorno u organización es innovador cuando logra cubrir una necesidad concreta y genera valor.

Tipos de innovación

Si bien en nuestro estudio no profundizaremos en explicar al escalamiento por el tipo de innovación agrícola que se difunde, es pertinente establecer criterios básicos de la clasificación de las innovaciones. A lo largo de las décadas se ha llegado a cierto consenso entre la comunidad científica de que los tipos de innovación se puede clasificar en grandes rubros:

Innovación Técnica: Relacionadas con la mejora de los procesos de producción para obtener un producto de mejor calidad. En estudios particulares de acompañamiento técnico en México, se refiere a la introducción de nuevas tecnologías agrícolas, como variedades mejoradas de maíz y trigo, herramientas de diagnóstico para fertilización y prácticas de manejo sostenible. Este tipo de innovaciones son, por lo general, las que concentran el mayor interés de los programas de desarrollo rural para ser cuantificadas y en cierta medida se vuelven en indicadores de medición del éxito de las intervenciones (Camacho-Villa et al., 2016).

Innovación organizativa: desde el punto de vista empresarial, estas se enfocan en cambios externos a la empresa, como el cooperativismo, promoviendo la colaboración entre empresas para mejorar la competitividad. En esta clasificación puede incluirse modelos de gestión de la red de actores que abarca la organización de plataformas experimentales y parcelas de demostración donde se prueban y adaptan diferentes tecnologías con los agricultores (Roldán-Suárez et al., 2018).

Innovaciones administrativas: Incluyen prácticas como llevar registros contables y de producción, así como cambios en la comercialización de productos. Aunque fueron bien recibidas, algunas prácticas administrativas fueron menos aceptadas. Dentro de esta tipología se pueden contemplar las innovaciones de Estructura Empresa-Familia que se centran en cómo involucrar a los familiares en la gestión de la empresa, considerando aspectos de sucesión y cooperación familiar (Sánchez-Sánchez et al., 2020).

Innovación social: Implica la creación de redes y alianzas estratégicas entre diversos actores locales, incluyendo agricultores, autoridades locales, líderes comunitarios y organizaciones académicas, para facilitar el intercambio de conocimientos y recursos (Hellin & Camacho, 2017)

Innovación en la gestión: Se relaciona con el conjunto de acciones y tramites que se realizan para facilitar procesos entre actores de modo que se logre llevar a cabo, de manera personal o empresarial, la producción o ejecución de proyectos. En México se implementó desde 2010 un enfoque de gestión adaptativa utilizado por los Hubs, como una metodología para responder a las condiciones específicas y cambiantes de su contexto agrícola, ajustando las intervenciones tecnológicas de extensionismo y los apoyos de acuerdo con las necesidades locales (Roldán-Suárez et al., 2020).

De los estudios realizados en México sobre procesos de innovación de la gestión en el sector rural; específicamente mediante modelos de extensión implementados en la última década, se reconoce dos tipos de trayectorias o sistemas de innovación en el contexto de programas públicos de desarrollo, que son:

Modelos con una trayectoria orquestada: que se refiere a un enfoque estructurado y planificado en donde las intervenciones se coordinan de manera estratégica para lograr resultados específicos en el desarrollo, y

Modelos de trayectoria impulsada por oportunidades: en los cuales la innovación surge de acciones oportunistas que aprovechan circunstancias específicas del contexto social, político y económico. Aquí, los actores locales juegan un papel clave en identificar y realizar cambios innovadores (Hellin & Camacho, 2017).

Para cualquiera de las trayectorias en que la innovación se propicie, el contexto institucional y social en el que ocurre la innovación se deriva de las acciones de diversos actores que establecen alianzas y reconfiguran los recursos para atender problemas que responden a las necesidades y condiciones particulares de cada comunidad o región (Ocampo-Ledesma et al., 2019).

Uno de los elementos más documentados en torno a la innovación es la interacción entre los actores (Klerkx et al., 2009a), sugiriendo que, a mayor interacción y diversidad de actores, se presentan mayores condiciones para desarrollar un ambiente propicio para la innovación. La innovación efectiva tiene un componente social específico, es decir que responde a una necesidad o demanda específica (Low & Thiele, 2020) y frecuentemente hay una selección deliberada acerca de qué observar y qué medir; por tanto, el estudio de procesos de innovación requiere de estrecha interacción con las ciencias sociales aplicadas.

Como lo mencionan Shilomboleni *et. al.* (2019) el entorno en el que se encuentran los productores puede estar caracterizado por múltiples factores de estrés como las variaciones del clima (condiciones específicas que propician problemas de producción) e incertidumbres socioeconómicas que hacen a la interacción de los diversos actores compleja y que por tanto el impacto de las innovaciones sea impredecible.

Ya que la innovación lleva implícito un elemento de inclusión (Heeks *et al.*, 2013) y uno de escalamiento (Moore & Riddell, 2015) hoy en día continua la discusión sobre su medición, la estimación de sus impactos y papel de las instituciones de investigación públicas o privadas en estos procesos (Alexander & Martin, 2013). Si se entiende a la innovación como un proceso moldeado de acuerdo con las

características y requerimientos de diversos actores, y el término “impacto” se refiere a los beneficios creados para las personas y comunidades a quienes la innovación está dirigida; entonces la innovación es una manera potencial de crear impacto (Seelos & Mair, 2017).

Para determinar el nivel de innovación ya sea de una tecnología o una metodología, se mide la adopción y ésta no está desvinculada de la adaptación (van der Veen, 2010). Diversos autores encuentran cada vez más necesario hablar de la innovación como “el resultado de procesos de construcción cooperativa entre actores que aportan diferentes perspectivas y conocimiento” (Landini, 2017) en donde cada individuo hace la combinación más efectiva y eficiente de acuerdo con los recursos con los que cuenta.

2.2 Construcción social de la tecnología

*“Los materiales en sí mismo carecen de uso humano;
el hombre debe aprender a darles forma. (...)”*

*Una técnica es un modo de hacer algo aprendido individualmente,
pero garantizado socialmente (...)”*

(John D. Bernal. Historia social de la ciencia. 1968)

La esencia de la agricultura fue la capacidad de mantener a más gente viva cuando se atravesaban peores condiciones, esto fue sin duda un gran aporte y un nuevo reto para las formas de relacionamiento entre individuos que pasaron de ser clanes para formar sociedades (Harari, 2022). Junto con la domesticación de los cultivos y animales, la invención de herramientas de trabajo y técnicas que facilitaran las labores de producción formó parte del mosaico de conocimientos y apropiación cultural a través del tiempo.

La tecnología tiene que pensarse en función de la gente, de los diferentes sistemas y contextos. La tecnología se entiende como el conjunto de herramientas (hardware), prácticas (orgware) y conocimiento (software) que cambian sin un orden específico entre ellas y que responden a condiciones particulares de la necesidad de cada sistema o individuos dentro del mismo (OECD, 2005). La tecnología es suma de la técnica (conocimiento empírico basado en la práctica) y el conjunto de teorías o fundamentos que permiten el

aprovechamiento del conocimiento científico. La tecnología tiene diferentes dimensiones, es decir que deja de ser sólo el instrumento, sino que es también política (relaciones de poder), cultura (relaciones de identidad), economía (relaciones de consumo, producción, distribución) y territorio (dividido por requerimientos de técnica diferentes).

Desde la perspectiva social, las diversas condiciones que intervienen en la generación y difusión técnica, el punto de partida es el plano de la razón instrumental que permite conocer el instrumento y aprender su uso. A partir de esto, los instrumentos evolucionan incorporando nuevas adaptaciones como parte de un proceso de acumulación de conocimiento. Esto permite ver a la tecnología no por los resultados que genera sino por el proceso en que fue construido socialmente como parte de conflictos económicos y políticos.

Un descubrimiento o una invención se vuelve “innovación” sólo si es usada y su uso es funcional para los individuos (Godin et al., 2021). El desarrollo implica la construcción de un producto que satisfaga necesidades dependiendo del usuario y la adaptación a su actividad, por lo tanto, la tecnología adquiere características propias y que los “saltos tecnológicos” surgen como la acumulación de la técnica, el conocimiento y el diseño específico para el tipo de usuario (Ocampo-Ledesma, et al., 2019) moldeada por el “nudo de relaciones” que existe entre los diversos actantes y entornos (Figura 3).

Los usuarios de las innovaciones han sido, y siguen siendo en muchos casos, considerados como grupos homogéneos y pasivos que “necesitan” y “demandan” la innovación; sin embargo, los cambios tecnológicos son procesos complejos en donde los actores y las distintas categorías de éstos participan en igualdad de importancia de modo que rompe la condición de orden y dinámicas de poder jerárquico que se suele atribuir en los procesos de innovación (Callon, 1986; Tavner, 2021).

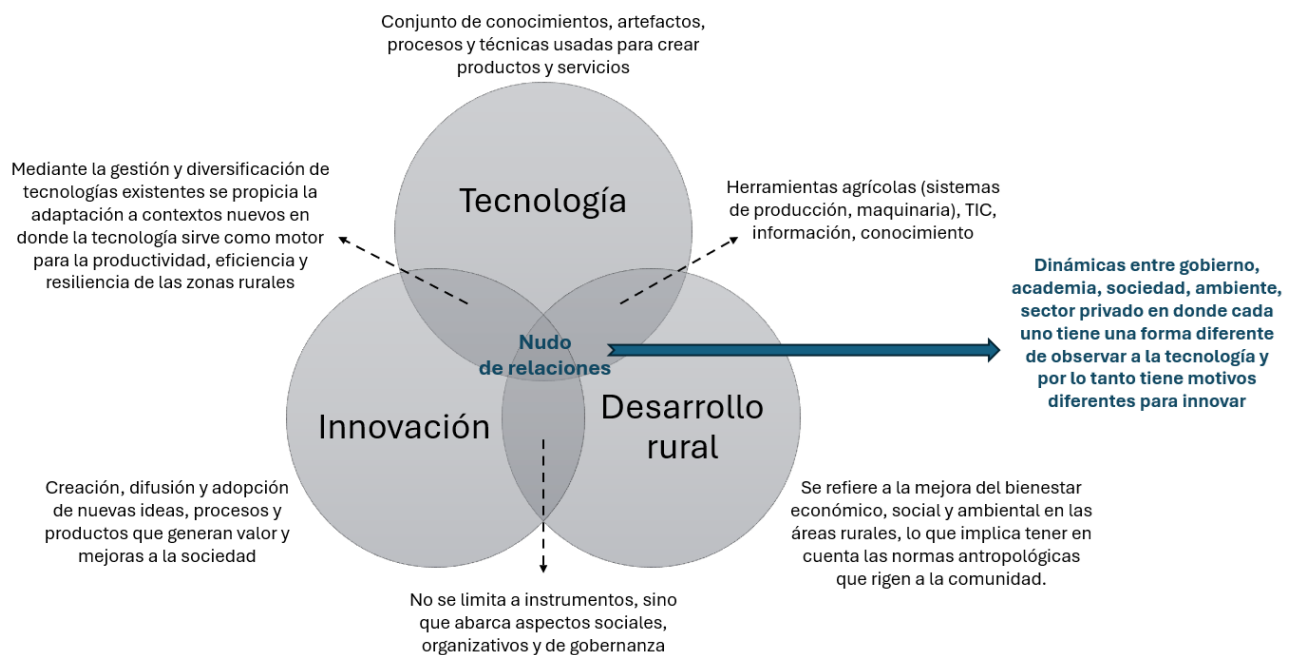


Figura 3. Relación entre la tecnología, la innovación y el desarrollo rural

La sociedad agrícola, más allá de ser vista como el objeto de intervenciones que buscan su desarrollo, tiene influencia activa en la construcción de tecnologías y la innovación. A menudo la innovación agrícola surge de la colaboración entre diversos actores, incluidos gobiernos, instituciones educativas, organismos no gubernamentales y la propia comunidad agrícola. Entender a los cambios tecnológicos desde un enfoque colaborativo facilita que las innovaciones sean aceptadas y adaptadas a las necesidades locales integrando además el conocimiento local en los sistemas de investigación y desarrollo (Biggs, 2008). El tipo de productor influye significativamente en la adopción y adaptación tecnológica. Las características estructurales y de organización propias de las unidades productivas son distintas y así las motivaciones para adoptar nuevas prácticas representará riesgos diferentes en términos de inversión requerida, capacidades, conocimiento y tiempo. Por lo tanto, entender el tipo de productor y sus motivaciones es esencial para diseñar intervenciones tecnológicas efectivas (Hammond *et al.*, 2017).

2.3 Adopción

“Cada día, acudían a esta universidad viviente, a estos pueblos, para tocar, oler, husmear, observar, escuchar. (...) volvían a sus pueblos e implementaban el proceso”

(Chip Heath & Dan Heath. Cambia el chip. 2011)

La decisión de que una innovación sea o no usada es un proceso que requiere tiempo. Muchas innovaciones requieren un largo período desde el momento en que están disponibles hasta el momento en que son ampliamente adoptadas como resultado de una serie de acciones. Por lo tanto, para entender el fenómeno de la adopción de innovaciones, el enfoque debe ser en los usuarios de las innovaciones y en el grado en que dichos actores deciden incorporar ideas nuevas.

El fenómeno de adopción no es plano, tiene factores que la condicionan además de ser un proceso selectivo. Entre los factores que influyen en la adopción se pueden distinguir varias dimensiones relacionadas con la influencia social (como la diferenciación entre castas o grupos sociales), la economía (acceso a información, recursos y servicios), las características individuales de los adoptantes y la conectividad que tengan con otros actores de la cadena tales como instancias de investigación, el mercado y los distribuidores de insumos (Varshney *et al.*, 2022).

En la actualidad incluso se discute el papel que las normas de género desempeñan en la adopción de tecnologías agrícolas; ya que influye en las oportunidades que tienen mujeres y hombres para acceder a conocimientos y recursos. Las normas de género se entienden como las reglas socialmente constituidas que enmarcan lo que se considera típico y apropiado para hombres y mujeres en una sociedad específica; esto puede restringir la capacidad que tienen ciertas poblaciones marginadas (como mujeres y jóvenes) para aprender, probar, adaptar o adoptar nuevas tecnologías y prácticas agrícolas, limitándose así su participación y los beneficios que pueden obtener de las intervenciones agrícolas (López *et al.*, 2022).

El mayor exponente de los estudios de difusión y adopción fue Rogers, quien identificó cinco etapas secuenciales en el proceso de adopción de innovaciones.

El proceso comienza con la etapa del conocimiento, seguido de una etapa en donde se forma una actitud ante el cambio (etapa de persuasión), y entonces con base en la información disponible se decide si se adopta o se rechaza (etapa de decisión), posteriormente se implementa la innovación para finalmente confirmar la decisión tomada. Aunque se ha definido con un conjunto de etapas, previo a este proceso los usuarios tecnológicos llegan al inicio de este proceso dependiendo de varios factores tales como su experiencia previa, los problemas y necesidades que tienen y condiciones propias del sistema al que pertenecen. La adopción de innovaciones está fuertemente ligada al contexto social. La decisión de innovar es tanto un proceso económico como social. Autores como Morison mencionan que incluso a pesar de los beneficios evidentes que una innovación demuestre, la adopción de ésta depende más del contexto social en que la innovación es introducida que de la tecnología por sí misma. De manera similar otros autores argumentan que existen efectos del entorno que facilitan o dificultan la adopción tales como la influencia que ejerce la red de actores (Bikhchandani 1992), el fenómeno de “comportamiento de manada” (Banerjee 1992) y la interacción social.

El tiempo y la velocidad en que se adoptan las innovaciones tiene que ver con la reafirmación de la cultura tecnológica, si incorporar la tecnología es costeable por el usuario o algún actor específico lo está costearo y los beneficios que produce desde la perspectiva del uso social, es decir, la capacidad de sostenimiento que tienen los usuarios y el sistema para el uso de la innovación. La adaptación es parte importante del proceso de adopción ya que diversifica la funcionalidad de las tecnologías existentes a contextos nuevos.

El extensionismo como herramienta de transferencia tecnológica

Rogers pone especial énfasis en la importancia del relacionamiento entre individuos, principalmente de los potenciales adoptantes y con líderes de opinión o grupos influenciadores durante el proceso de difusión. Durante la etapa de persuasión, los individuos se ven involucrados de manera más psicológica en el proceso de innovación y de manera activa buscan, interpretan y evalúan la credibilidad de la información que reciben sobre la innovación. En esta etapa, la mayor parte de la variación en la adopción se explica debido a cinco atributos: la

ventaja relativa (economía y estatus), la compatibilidad (valores, normas y prácticas), la complejidad (dificultad en el entendimiento y uso), que se pueda probar (el grado en que una innovación puede ser experimentada) y que sea observable (el grado en que los efectos de la adopción sean visibles).

En el ámbito agrícola, la extensión rural ha servido como un instrumento de política pública y programas cuya función es la vinculación con el territorio para la transferencia tecnológica. Este rol de difusión tecnológica es usado de igual manera por los eslabones de servicio y proveeduría de insumos en la cadena de valor; es decir, que la transferencia de tecnología a través del extensionismo es un mecanismo facilitador de la innovación en el sector rural.

Sin embargo, los cuestionamientos a procesos de extensión han sido constantes y se enfocan en discutir la funcionalidad de las intervenciones para impactar el territorio de interés y reducir la desigualdad que persiste entre sistemas productivos (Turrent Fernández *et al.*, 2014), además de la visión técnica dominante que contrasta con los conocimientos locales.

A nivel internacional y nacional se han documentado diversos modelos de gestión cada uno con su funcionalidad y contexto que abarcan desde los procesos lineales hasta los participativos para la transferencia de tecnología; y recientemente procesos de gestión de la innovación (Aguilar Ávila *et al.*, 2010; Cadena-Iñiguez *et al.*, 2015; McMahon & Valdés, 2011) en los cuales se hace uso de asistencia técnica (Amaro-Rosales & de Gortari-Rabiela, 2016) y el análisis de las interacciones en plataformas multiactor (Hermans *et al.*, 2017).

Los enfoques que contemplan la diversidad de actores y contextos en los que ocurre la difusión tecnológica están orientados al desarrollo participativo, pero esta perspectiva demanda competencias complejas en los extensionistas (Rasheed & Kristin, 2012). Wigboldus y Leeuwis (2013) señalan que, en los últimos 60 años, el concepto de extensionismo se ha ido complementando o transformando (principalmente en países de Europa y Norteamérica) por un concepto más relacionado al desarrollo rural y al escalamiento (Moore & Riddell, 2015) que combina el carácter unidireccional horizontal de la extensión con conceptos de co-innovación (Landini, 2017).

Se reconoce que el desarrollo mediante la extensión rural es un ejercicio interdisciplinario que involucra a productores como sujetos de intervención, pero también interactúa con otros actores rurales para fortalecer la producción y las dinámicas organizativas y comerciales, por lo que las ciencias sociales apoyan mediante el desarrollo de capacidades de los extensionistas para el manejo de grupos, la gestión de conflictos y la comprensión de los productores (Landini, 2017).

La extensión rural ha fungido como herramienta pública que persigue dinamizar el desarrollo. El desarrollo rural se relaciona con la acción de cambiar a la agricultura y las condiciones de pobreza de sus pobladores mediante una intervención con perspectiva integradora de poblaciones marginadas o minoritarias que se enfoca en poner a disposición recurso económico, invertir en infraestructura y contemplar al sector productivo como motor para asegurar la alimentación (Delgadillo-Mácias & Torres-Torres, 2010; Soloaga *et al.*, 2020).

En el caso de México, el desarrollo rural se enfoca en la generación de empleo, la incorporación del sector agrícola en la economía nacional y la priorización de buena parte de estos esfuerzos hacia las zonas marginadas (McMahon & Valdés, 2011). En los proyectos de desarrollo, las preguntas giran frecuentemente en el “impacto” que intenta cuantificar los logros, medir la mejora productiva o el desarrollo en un territorio. Desde una visión territorial, se debe considerar cómo las intervenciones acentúan o reducen la brecha entre quien accede a la innovación, generando ventajas o desventajas en la ejecución de programas públicos (Muñoz Rodríguez *et al.*, 2018).

El desarrollo rural para que sea sostenible a través del tiempo debe contemplar estrategias de diversificación multisectorial de la modernización agrícola destinadas al “conjunto” de la población rural con procesos incluyentes en lo social, lo económico y lo territorial (Delgadillo-Mácias & Torres-Torres, 2010; Galán Cuevas *et al.*, 2019). Debe ser además un proceso que combina el aumento de la producción con una distribución justa de las riquezas, y que toma en cuenta mecanismos de respeto y renovación ambiental para proteger los activos naturales reduciendo los impactos negativos del crecimiento sobre el medio ambiente (Gómez & Tacuba Santos, 2016).

Al hablar de sostenibilidad del proceso de desarrollo rural, la pertenencia de los actores que intervienen juega un rol importante; algunas corrientes consideran que un agente intermediario de la innovación que fomenta el desarrollo debe ser neutral y objetivo, y jugar un papel en muchos casos de “árbitro” para reducir las desigualdades de poder y agendas en conflicto. Sin embargo, también hay posiciones que plantean la importancia de que dichos procesos de gestión deben ser manejados por actores locales para garantizar continuidad y sostenibilidad de la intervención a través del tiempo (Muñoz Rodríguez *et al.*, 2018).

La gestión del desarrollo rural mediante el extensionismo rural sigue jugando un papel importante en la investigación y en las agendas gubernamentales por representar una vía para atender los problemas de pobreza en las zonas rurales, la inseguridad alimentaria y la limitada productividad (Santos Chávez *et al.*, 2019) aunque suele ser acotado casi exclusivamente a procesos de capacitación y asistencia técnica y no se hace exponencial su función como gestor territorial de diferentes actores con la capacidad de mejorar con su intervención la calidad de vida de la población rural (Rendón Medel *et al.*, 2018).

La extensión como “una acción comunicativa que busca influir a las personas de una manera particular, visto desde una esfera pública” representa un eslabón importante de las medidas de políticas empleadas por los gobiernos para tener influencia en las zonas rurales (Santos Chávez *et al.*, 2019) y cada vez más se ha documentado el valor que generan los ejercicios de extensión vinculados a la investigación y el acceso a información. Desde el estudio del proceso y los impactos de la extensión rural se propone una perspectiva sistémica de las intervenciones para aplicar la investigación usando métodos participativos para el escalamiento horizontal y vertical de tecnologías, prácticas, servicios y procesos (Aggarwal *et al.*, 2018).

Se ha discutido el papel que juegan los gestores sistémicos en moldear o aprovechar la heterogeneidad de cada contexto para facilitar la innovación, entendiendo a ésta como el aprovechamiento de las mejores ideas disponibles (Aggarwal *et al.*, 2018; Camacho-Villa *et al.*, 2016) para promover procesos de desarrollo rural que requieren de la integración de conocimientos técnicos y sociales (Landini, 2017). El enfoque de plataforma multiactor utilizado como

estrategia de intervención en programas de desarrollo facilita procesos de innovación y aprendizaje colectivo a través de espacios multiactorales, multidimensionales y de involucramiento de diferentes actores interdependientes (Oppeln, 2018).

Gardeazabal et al. (2021) mencionan que en México se ha trabajado con el concepto de Hub como un sistema de innovación agroalimentaria que se organiza a partir de infraestructura física para la investigación, que es usada para el trabajo en redes, el intercambio de conocimiento y la co-creación en donde los gestores sistémicos facilitan un manejo adaptativo y la interacción dentro del sistema, así como el desarrollo de capacidades (Klerkx et al., 2009; Lente et al., 2020).

La creación de capital social y lazos de confianza se facilita por la interacción con la comunidad e incrementa paulatinamente la intención de adopción de tecnologías (Tama et al., 2021); este proceso de asimilación de una tecnología y su adopción en el sistema requiere de una reconfiguración socio-técnica compleja y puede explicar mejor los procesos de escalamiento vertical y profundo (Glover et al., 2019; Woltering & Boa-Alvarado, 2021).

Aun cuando existe un debate sobre qué actor juega de forma más efectiva el rol de gestor en el sistema, los elementos coincidentes mencionan a la educación (desarrollo de capacidades) y la extensión desde un punto de vista multifactorial (Hellin & Camacho, 2017) como acciones que deben contener los procesos de gestión. El modelo de Hub ha propiciado la interacción entre actores lo que incrementa el valor de la densidad entre las estructuras (evolución, redes más cercanas) que se puede relacionar a mayor acceso al conocimiento (Rendón Medel et al., 2018).

El concepto de escalamiento como respuesta a la eficiencia de la inversión sobre todo pública y privada se ha enfocado en el alcance masivo que tenga una intervención, es decir que se incremente el uso de innovaciones más allá del grupo de beneficiarios que participan en una etapa de diseño inicial y de evaluación tecnológica (Sartas et al., 2020). El escalamiento horizontal ha dado respuesta a esta masificación como el número de individuos utilizando una

tecnología mediante la difusión y acceso a la información de las innovaciones (Moore & Riddell, 2015).

El escalamiento se ha incluido en el diseño de estrategias para el desarrollo rural y su operacionalización, pero hace falta un entendimiento profundo ya que el escalamiento es un proceso complejo que va más allá de la difusión de innovaciones enfocado a propiciar adopción (Gebreyes et al., 2021; Woltering & Boa-Alvarado, 2021); es decir, que se relaciona más con la gestión de la red de conocimiento agrícola y las configuraciones del entorno que propician cambios tecnológicos sostenidos a través del tiempo.

2.4 Literatura citada

- Aggarwal, P. K., Jarvis, A., Campbell, B. M., Zougmore, R. B., Khatri-chhetri, A., & Vermeulen, S. J. (2018). The climate-smart village approach: framework of an integrative strategy. *Ecology and Society*, 23(1).
- Aguilar Ávila, J., Altamirano Cárdenas, J. R., Rendón Medel, R., & Santoyo Cortés, V. H. (2010). *Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural*. Universidad Autónoma Chapingo.
- 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>
- Alexander, A. T., & Martin, D. P. (2013). Intermediaries for open innovation: A competence-based comparison of knowledge transfer offices practices. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(1), 38–49. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.07.013>
- Amaro-Rosales, M., & de Gortari-Rabiela, R. (2016). Políticas de transferencia tecnológica e innovación en el sector agrícola mexicano. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(3), 449–471. <https://doi.org/10.22231/asyd.v13i3.406>
- Biggs, S. (2008). Learning from the positive to reduce rural poverty and increase social justice: Institutional innovations in agricultural and natural resources

- research and development. *Experimental Agriculture*, 44(1), 37–60.
<https://doi.org/10.1017/S0014479707005959>
- Borges, A., & Camilo José Cela, U. (2013). La innovación en la organización de eventos. In *Compé, Revista Científica de Comunicación* (Vol. 1). Ediciones Protocolo.
- Bula, A. (2020). Importancia de la agricultura en el desarrollo socio-económico. *Puente Académico*.
- Cadena-Iñiguez, P., Camas-Gómez, R., Rodríguez-Hernández, F. R., Berdugo-Rejón, J. G., Ayala-Sánchez, A., Zambada-Martínez, A., Morales-Guerra, M., Espinosa-Paz, N., & López-Báez, W. (2015). Contribuciones del INIFAP al extensionismo en México y la gestión de la innovación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 883–895.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v6i4.627>
- Callon, M. (1986). Some elements of a sociology of translation: domestication of the Scallops and the fishermen of Sr. Brieuc Bay. In J. Law (Ed.), *Power, and Belief: A new sociology of knowledge?* R.K.P.
- Camacho-Villa, T. C., Almekinders, C., Hellin, J., Martinez-Cruz, T. E., Rendon-Medel, R., Guevara-Hernández, F., Beuchelt, T. D., & Govaerts, B. (2016). The evolution of the MasAgro hubs: responsiveness and serendipity as drivers of agricultural innovation in a dynamic and heterogeneous context. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 22(5), 455–470.
<https://doi.org/10.1080/1389224X.2016.1227091>
- Delgadillo-Macias, J., & Torres-Torres, F. (2010). El desarrollo rural y la gestión del territorio Rural. Rural Development and Territorial management. *Revista de Economía*, XXVII(74), 49–66.
- Drucker, P. F. (2004). La disciplina de la innovación. In *Harvard Business Scholl Publishing Corporation*.
- Edwards-Schachter, M. (2018). The nature and variety of innovation. In *International Journal of Innovation Studies* (Vol. 2, Issue 2, pp. 65–79). KeAi Publishing Communications Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2018.08.004>
- Freeman, C. (1979). The determinants of innovation: Market demand, technology, and the response to social problems. *Futures*, 206–215.

- Galán Cuevas, G. E., Castañeda Hidalgo, E., Juárez Sánchez, J. P., Lozano Trejo, S., Santiago Martínez, G. M., & Pérez León, M. I. (2019). El agroturismo en dos municipios de la Sierra Juárez, Oaxaca, México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 16(2), 219–237. <https://doi.org/10.22231/asyd.v16i2.1008>
- Gardeazabal, A., Lunt, T., Jahn, M. M., Verhulst, N., Hellin, J., & Govaerts, B. (2021). Knowledge management for innovation in agri-food systems: a conceptual framework. *Knowledge Management Research & Practice*, 00(00), 1–13. <https://doi.org/10.1080/14778238.2021.1884010>
- Garrido-Rubiano, M. F., Martínez-Medrano, J. C., Martínez-Bautista, H., Granados-Carvajal, R. E., & Rendón-Medel, R. (2017). Pequeños productores de maíz en el Caribe colombiano: Estudio de sus atributos y prácticas agrícolas. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(1), 7–23. https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:556
- Gebreyes, M., Mekonnen, K., Thorne, P., Derseh, M., Adie, A., Mulema, A., Kemal, S. A., Tamene, L., Amede, T., Haileslassie, A., Gebrekirstos, A., Mupangwa, W. T., Ebrahim, M., Alene, T., Asfaw, A., Dubale, W., & Yasabu, S. (2021). Overcoming constraints of scaling: Critical and empirical perspectives on agricultural innovation scaling. *PLoS ONE*, 16(5 May), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251958>
- Glover, D., Sumberg, J., Ton, G., Andersson, J., & Badstue, L. (2019). Rethinking technological change in smallholder agriculture. *Outlook on Agriculture*, 48(3), 169–180. <https://doi.org/10.1177/0030727019864978>
- Godin, B., Gaglio, G., & Vinck, D. (Eds.). (2021). *Handbook on Alternative Theories of Innovation*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781789902303>
- Gómez, L. O., & Tacuba Santos, A. (2016). La política de desarrollo rural en México. *Journal of Economic Literature*, 14.
- Hammond, J., van Wijk, M. T., Smajgl, A., Ward, J., Pagella, T., Xu, J., Su, Y., Yi, Z., & Harrison, R. D. (2017). Farm types and farmer motivations to adapt: Implications for design of sustainable agricultural interventions in the rubber

- plantations of Southwest China. *Agricultural Systems*, 154, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.02.009>
- Harari, Y. N. (2022). *Sapiens. De animales a dioses: breve historia de la humanidad* (Primera edición). Penguin Random House.
- Heeks, R., Amalia, M., Kintu, R., & Shah, N. (2013). Inclusive Innovation: Definition, Conceptualisation and Future Research Priorities. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3438439>
- Hellin, J., & Camacho, C. (2017). Agricultural research organizations' role in the emergence of agricultural innovation systems. *Development in Practice*, 27(1), 111–115. <https://doi.org/10.1080/09614524.2017.1256373>
- Hermans, F., Sartas, M., Van Schagen, B., Van Asten, P., & Schut, M. (2017). Social network analysis of multi-stakeholder platforms in agricultural research for development: Opportunities and constraints for innovation and scaling. *PLoS ONE*, 12(2), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169634>
- Jiménez-Carrasco, J. S., Rendón-Medel, R., Díaz-José, J., & Segura-Salazar, C. M. (2023). Nadie innova más de lo que sus relaciones lo permiten: El caso de pequeños productores. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. <https://doi.org/https://doi.org/10.19136/era.a10nIII.3718>
- Klerkx, L., Hall, A., & Leeuwis, C. (2009). Strengthening agricultural innovation capacity: are innovation brokers the answer? *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 8(5/6), 409. <https://doi.org/10.1504/IJARGE.2009.032643>
- Landini, F. P. (2017). Rol esperado de los psicólogos en la extensión rural en el noreste argentino. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(2), 233–245. https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:630
- Lente, H. Van, Boon, W. P. C., & Klerkx, L. (2020). Positioning of systemic intermediaries in sustainability transitions: Between storylines and speech acts. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 36, 485–497. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.02.006>
- López, D. E., Frelat, R., & Badstue, L. B. (2022). Towards gender-inclusive innovation: Assessing local conditions for agricultural targeting. *PLoS ONE*, 17(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263771>

- Low, J. W., & Thiele, G. (2020). Understanding innovation: The development and scaling of orange-fleshed sweet potato in major African food systems. *Agricultural Systems*, 179(December 2019), 102770. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102770>
- Lugo-Morin, D. R. (2010). La construcción del conocimiento: algunas reflexiones. *Límite. Revista de Filosofía y Psicología*, 5(21), 59–75.
- McMahon, M. A., & Valdés, A. (2011). Análisis del extensionismo Agrícola en México. In *Análisis del Extensionismo Agrícola en México*.
- Montoya Suárez, O. (2004). Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico. *Scientia et Technica*, X (25).
- Moore, M.-L., & Riddell, D. (2015). Scaling Out, Scaling Up, Scaling Deep: Strategies of Non-profits in Advancing Systemic Social Innovation and the learning processes to support it. In *Journal of Corporate Citizenship*. <https://doi.org/10.9774/gleaf.4700.2015.ju.00009>
- Muñoz Rodríguez, M., Santoyo Cortés, V. H., Gómez Pérez, D., & Altamirano Cárdenas, L. R. (2018). *¡Otro campo es posible!*
- Ocampo-Ledesma, J. G., Palacios-Rangel, M. I., Lozano-Toledano, A., & Aguilar-Ávila, J. (2019). *Genealogías, trayectorias y redes: Metodologías para los estudios sociales de la ciencia, la tecnología y la innovación* (Vol. 7). Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.
- OECD. (2005). *Manual de Oslo: directrices para la recogida e interpretación de información relativa a innovación*.
- Oppeln, C. Von. (2018). *Plataformas Multiactorales de Gestión para dinamizar el desarrollo y la innovación agropecuaria local Multiactor Management Platforms to Boost Local Development and Agricultural Innovation*. 6(2).
- Rasheed, S. V., & Kristin, D. (2012). *The “New Extensionist”: Roles, Strategies, and Capacities to Strengthen Extension and Advisory Services*.
- Rendón Medel, R., Roldán Suárez, E., Hernández Hernández, B., & Cadena Íñiguez, P. (2018). Los procesos de extensión rural en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(1), 151. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i1.746>

- Roldán-Suárez, E., Rendón-Medel, R., Camacho-Villa, T. C., & Aguilar-Ávila, J. (2018). Gestión de la interacción en procesos de innovación rural. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 19(1), 15–28. https://doi.org/doi.org/10.21930/rcta.vol19_num1_art:609
- Roldán-Suárez, E., Rendón-Medel, R., Camacho-Villa, T. C., Aguilar-Ávila, J., & Toledo, J. (2020). La innovación en el sector rural de México: el papel del gestor sistémico. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 20(2), 119. <https://doi.org/10.7201/earn.2020.02.06>
- Sánchez-Sánchez, A., Santoyo-Cortés, V. H., De La Vega-Mena, M., Muñoz-Rodríguez, M., & Martínez-González, E. G. (2020). Adoption of innovations and associated factors in agricultural and agroindustrial family businesses of Mexico. *Estudios Gerenciales*, 36(154), 43–55. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.154.3424>
- Santos Chávez, V. M., Álvarez Macías, A., Pérez Gachuz, F., & Pérez Sosa, L. (2019). El extensionismo rural mexicano: análisis coyuntural con enfoque de políticas públicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(1), 63–77. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i1.1117>
- Sartas, M., Schut, M., Proietti, C., Thiele, G., & Leeuwis, C. (2020). Scaling Readiness: Science and practice of an approach to enhance impact of research for development. *Agricultural Systems*, 183(December 2019), 102874. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102874>
- Schubert, C. (2018). Social innovation. A new instrument for social change? In W. Rammert, A. Windeler, H. Knoblauch, & M. Hutter (Eds.), *Innovation society today. Perspectives, fields, and cases* (pp. 371–391). Springer.
- Seelos, C., & Mair, J. (2017). *Innovation and scaling for impact. How effective social enterprises do it*. Stanford University.
- Sheikh, F. A., & Kumar, H. (2021). Grassroots innovation: mainstreaming the discourse of informal sector. In B. Godin, G. Gaglio, & D. Vinck (Eds.), *Handbook on alternative theories of innovation* (pp. 212–232). Edward Elgar.
- Shilomboleni, H., Owaygen, M., De Plaen, R., Manchur, W., & Husak, L. (2019). Scaling up innovations in smallholder agriculture: Lessons from the Canadian

- international food security research fund. *Agricultural Systems*, 175(October 2018), 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.05.012>
- Soloaga, I., Plassot, T., & Reyes, M. (2020). *Caracterización de los espacios rurales en México a partir de estadísticas nacionales*.
- Sweezy, P. M. (1943). Professor Schumpeter's Theory of Innovation. *The Review of Economics and Statistics*, 25(1), 93–96. <https://www.jstor.org/stable/1924551>
- Tama, R. A. Z., Ying, L., Yu, M., Hoque, M. M., Adnan, K. M., & Sarker, S. A. (2021). Assessing farmers' intention towards conservation agriculture by using the Extended Theory of Planned Behavior. *Journal of Environmental Management*, 280(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111654>
- Tavner, B. (2021). User-centred innovation: from innovative users to use centred programmes. In B. Godin, G. Gaglio, & D. Vinck (Eds.), *Handbook on alternative theories of innovation* (Edward Elgar, pp. 148–161).
- Turrent Fernández, A., Espinosa Calderón, A., Cortés Flores, J. I., & Mejía Andrade, H. (2014). Análisis de la estrategia MasAgro-maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5, 1531–1547.
- University of Oxford. (2014). *The Oxford handbook of innovation management* (M. Dodgson, D. M. Gann, & N. Phillips, Eds.). Oxford University Press.
- van der Veen, M. (2010). Agricultural innovation: Invention and adoption or change and adaptation? In *World Archaeology* (Vol. 42, Issue 1, pp. 1–12). <https://doi.org/10.1080/00438240903429649>
- Varshney, D., Mishra, A. K., Joshi, P. K., & Roy, D. (2022). Social networks, heterogeneity, and adoption of technologies: Evidence from India. *Food Policy*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2022.102360>
- Veiga, L. (2001). Innovación y competitividad. *Hoy&Ayer*, 72–87.
- West, J., Salter, A., Vanhaverbeke, W., & Chesbrough, H. (2014). Open innovation: The next decade. *Research Policy*, 43(5), 805–811. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.03.001>

- Wigboldus, S., & Leeuwis, C. (2013). Towards responsible scaling up and out in agricultural development. An exploration of concepts and principles. In *Centre for Development Innovation Discussion Paper*.
- Woltering, L., & Boa-Alvarado, M. (2021). Insights on scaling of innovations from Agricultural Research for Development: views from practitioners Lennart Woltering and María Boa-Alvarado. *Knowledge Management for Development Journal*, 1–19.

CAPÍTULO 3. LAS REDES, LAS RELACIONES Y EL ESCALAMIENTO: MARCOS DE REFERENCIA

3.1 Escalamiento

“Los cambios importantes y mejoras fundamentales a menudo son el resultado de pequeños pasos insignificantes a través de largos períodos de tiempo”

(Christian Seelos & Johanna Mair. Innovation and Scaling for impact. 2017)

El escalamiento se ha abordado dependiendo de la meta que se persigue, desde la perspectiva de un proceso multiplicador que se encuentra en la literatura como “escalamiento horizontal” (Scaling out), la de un proceso vinculante de “escalamiento vertical” con actores tomadores de decisiones a nivel de gobiernos o industria (Scaling up), y el de un cambio sistémico como “escalamiento profundo” (Scaling deep) (Woltering & Boa-Alvarado, 2021). Un enfoque sistémico de la innovación puede abordar mejor la complejidad del proceso de escalamiento (Spielman et al., 2008).

El escalamiento de una innovación depende a su vez del escalamiento de otras prácticas complementarias y por tanto del cambio o abandono de algunas prácticas existentes; por lo tanto, el escalamiento está estrechamente vinculado con la dinámica e interdependencia entre individuos (Sartas et al., 2020).

Enfoques que complementan el entendimiento del escalamiento

El concepto de escalamiento plantea que los factores que propician la adopción de tecnologías ocurren en el entorno al que el individuo pertenece y no sólo a los cambios dentro del sistema productivo.

Un ejemplo de esto es lo descrito por González Ramírez y colaboradores (2020) quienes documentaron un proceso de escalamiento desde un enfoque de cadena de valor global no sólo refiriéndose a que una empresa puede crecer a otro eslabón de la cadena en la que participa, sino también al crecimiento interno en tecnificación para solventar factores críticos en su producción.

Desde este enfoque, tomando en cuenta que la red de valor concibe en el centro a la empresa tractora que arrastra a los actores de la periferia (sobre todo proveedores) a su crecimiento (Ruiz-Díaz & Muñoz-Rodríguez, 2016) y que en una cadena de valor cada eslabón es por sí sólo una red de valor, entonces este enfoque podría usarse para explicar que las intervenciones sean más eficientes para lograr que una o varias innovaciones se adopten mediante el estudio de las características de los individuos y la estructura de la red en la que están inmersos.

Porter (1985) describe a la cadena de valor como el conjunto de actividades que van desde el diseño, producción, venta, distribución de un producto; y el funcionamiento que tiene la cadena de valor está influido por su contexto, historia y el entorno que se ha facilitado o promovido, por ejemplo, los tratados en los que participan los países.

La cadena de valor permite identificar el esquema en el que está inmersa la producción respecto del resto de eslabones y representa un enfoque que permite definir acciones con tendencia a desarrollar ventajas competitivas o de intervenciones que las propicien (Quintero & Sánchez, 2006).

Al hacer un acercamiento en cada uno de los eslabones que conforman la cadena de valor, se aprecia que cada eslabón a su vez es una o varias redes de valor que se conforma por diversos actores y relaciones entre ellos de proveeduría, competencia, complementariedad o consumo (Figura 4.)

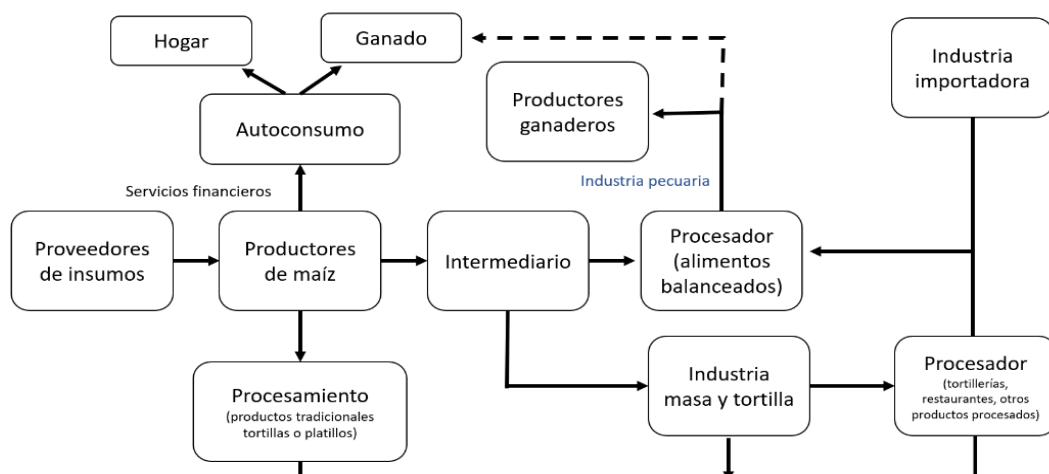


Figura 4. Estructura general de la cadena de valor de maíz como ejemplo en la descripción del enfoque para abordar el escalamiento (elaboración propia adaptado a partir de descripción de cadena de valor de Quintero & Sánchez, 2006)

Con frecuencia se asume que al producir buenas tecnologías éstas escalan automáticamente; pero la experiencia muestra que no es suficiente con poner a disposición de los usuarios una tecnología, sino que es necesario soportar el proceso de escalamiento (Woltering & Boa-Alvarado, 2021); por lo tanto, para estudiar el escalamiento de tecnologías es necesario entender la dinámica que existe entre los actores.

El proceso de adopción tecnológica no es binario (sí o no), involucra varias etapas que un agricultor puede atravesar, desde el conocimiento inicial de una tecnología hasta su uso efectivo y sostenido, y su posterior masificación (Brown et al., 2021). El escalamiento en el uso de una tecnología debe medirse también desde la dinámica de la red de valor de los proveedores. Por ejemplo, para el escalamiento de implementos para siembra directa como parte de los principios de la agricultura de conservación, la adopción de dicho implemento no depende únicamente de que el productor desee hacer un cambio en su sistema, sino que se requiere también la adopción de la tecnología por parte con otros actores que interactúan en su red.

En el ejemplo de la siembra directa resulta importante involucrar a los proveedores de maquinaria para que éstos faciliten el acceso a la tecnología y de que otros actores en la red de valor cuenten con las capacidades de proveeduría para el mantenimiento de los implementos especializados para dicha práctica. (Figura 6.)



Figura 5. Esquema que representa la estructura general de la red de valor que conforma el eslabón de proveedores de insumos dentro de la cadena de valor de maíz en el ejemplo descrito (elaboración propia)

A medida que los agricultores se vuelven más conscientes de una tecnología y evalúan su utilidad y beneficios, pueden mostrar interés, y eventualmente adoptar la tecnología si superan las barreras como la falta de acceso o los costos. Esta comprensión compleja del proceso de adopción es fundamental para facilitar el escalamiento, tomando en consideración las brechas existentes entre los productores de una región ante la exposición y la propiedad de maquinaria, lo que limita el acceso a la tecnología agrícola (Brown et al., 2021).

Mediante el estudio de las características del individuo y su función dentro de la red se podría modelar la forma en que una tecnología es adoptada (Figura 7); de modo que una intervención con enfoque de cambio sistémico combina la transferencia de tecnología con los esfuerzos para generar cambios en las esferas sociales y políticas, así como en los arreglos institucionales y comerciales (Shilomboleni et al., 2019; Woltering & Boa-Alvarado, 2021).

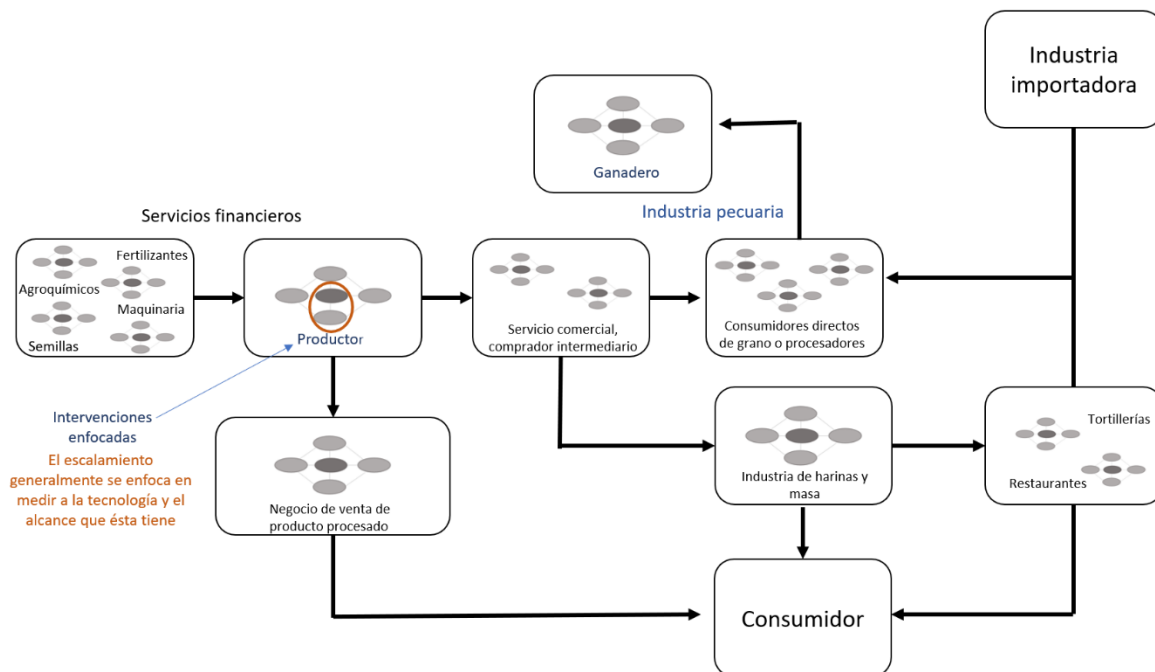


Figura 6. Planteamiento para el análisis del escalamiento desde un enfoque de cadena de valor y las intervenciones a nivel red de valor (elaboración propia)

Entonces el escalamiento se relaciona en este aspecto en la replicabilidad a escala de metodologías y el aprovechamiento de las condiciones particulares que hagan más efectiva una intervención; así las intervenciones basadas en redes permiten con cierto grado de efectividad que la difusión de innovaciones en una población logre mayor cobertura (Rendón-Medel, 2017; Roldán-Suárez et al., 2018).

Se han implementado herramientas que permiten medir la presencia de diversos actores (Ubels & Woltering, 2018); en la medida en que estén todos presentes y contribuyan todos a un mismo fin entonces se logra escalar. Se reconocen cuatro momentos (PPP Lab; CIMMYT, 2017):

1. El origen: como la presencia de conciencia de los individuos (solos o en colectivo) de los problemas a los que se enfrentan. En este punto las intervenciones con innovaciones comienzan a dar cierta respuesta a esos problemas.
2. Los primeros impulsores: con la dinámica que propicia la búsqueda de soluciones específicas aumenta la interacción de individuos y se genera cierta dirección o influencia hacia donde pueden enfocarse los recursos

(conocimiento, inversión, etc.) para resolver los problemas. También en esta dinámica de aumento en la red se propicia la identificación de más problemas o de mayor complejidad.

3. La masa crítica: donde hay mayor cooperación entre los actores o grupos de actores y se crea una visión colectiva. Aquí se genera sentido de pertenencia en un sector. Aunque se podría dibujar en este punto la creación de cadenas, lo cierto es que los individuos desde el origen ya formaban parte de cadenas o redes de valor que por determinadas circunstancias no estaban dando todas las respuestas a sus problemas.
4. La institucionalización: en donde se propicia el entorno de reglas (escritas y no escritas) como una nueva normalidad en el territorio.

Las dos primeras etapas son las que con frecuencia son impulsadas por el equipo de innovación quienes desarrollan, validan tecnologías y tienen influencia directa en la actividad de implementación. Ya que se toma en cuenta la presencia de una “masa crítica” en la cual se refuerza (si ya existía) o se crea una visión colectiva; el escalamiento puede identificarse desde un enfoque de la participación de cada actor como parte de una red de valor como socios efectivos que hacen contribuciones explícitas para mejorar el uso de las innovaciones. En la última etapa de institucionalización interactúan socios de la red de innovación que influyen el proceso de adopción, aunque no están directamente vinculados al diseño y validación de tecnologías; se podría medir el valor que representa la nueva normalidad para distintos actores que conforman en sistema de innovación y que por tanto permitiría que el escalamiento sea sostenible en el tiempo.

Las fases descritas permiten pensar que las intervenciones para el escalamiento deben enfocarse en fomentar conglomerados en el territorio, división de trabajo y especialización, confianza y creación de saberes; y cultura colectiva y comunitaria similar a los distritos industriales (Becattini, 2006). Sin embargo, el escalamiento de tecnologías no ha sido del todo exitoso, es decir no se ha documentado con certeza el pasar de innovaciones a nivel de validación hacia lograr impacto a gran escala en temas de productividad, resiliencia al cambio

climático y alcance de los impactos; esto se ha visto acentuado sobre todo aquellas intervenciones que atienden a las poblaciones rurales más pobres o con altos índices de marginación (Shilomboleni et al., 2019; Woltering et al., 2019). Las intervenciones que no toman en cuenta la complejidad del entorno en que se desarrolla la actividad agrícola, así como las normas de género podrían, sin querer, mantener o intensificar las disparidades sociales existentes. Por lo tanto, se requiere que las estrategias de innovación agrícola integren una perspectiva profunda del entorno social para poder promover un cambio transformador que permita la participación inclusiva en los procesos de innovación. (López et al., 2022)

Investigar el escalamiento se debe centrar en cómo explicar los factores que intervienen en el proceso y las redes que lo favorecen o limitan. Los estudios deben de profundizar en las relaciones entre factores que intervienen en la adopción de innovaciones agrícolas y la evolución en la superficie y número de productores adoptantes (escalamiento horizontal), los actores que intervienen y adoptan las innovaciones (escalamiento vertical) y el cambio sistémico que se genera de la adopción (escalamiento profundo).

Hoy en día no hay un marco de referencia comprensible que brinde soporte científico y conceptos clave para el uso de herramientas y metodología que sirva de guía para el desarrollo, implementación y monitoreo de las estrategias de escalamiento (Sartas et al., 2020); por lo tanto, los estudios deberán presentar el escalamiento de forma más desagregada que permita un mejor entendimiento del proceso.

El escalamiento como parte de la planeación y medición del impacto es una alternativa para el diseño de intervenciones y una contribución metodológica a nivel global. La Tabla 1. muestra de forma resumida como al entender los factores que propician el escalamiento entonces se podría dar respuesta a diferentes actores que intervienen en el sistema productivo brindando elementos para el diseño de intervenciones que propicien el desarrollo rural.

Tabla 1. Perspectivas sobre el entendimiento general del escalamiento dependiendo de los actores, el entorno y el fin que se busca

	Programas	Extensionistas	Investigadores	Productores
¿Qué se entiende por escalamiento?	Alcance de metas, logro de resultados # de productores beneficiarios, Superficie beneficiada	Relacionado al logro de resultados dependiendo del programa en el que participan. Entender la diversidad y complejidad del sistema productivo	Replicabilidad y alcance de una tecnología Variación en el uso de una tecnología Representatividad y mitigación de efectos negativos no deseados (reducir brechas en la población de usuarios tecnológicos)	Adopción de tecnologías y la densidad de la red a la que está vinculado
Respuesta que puede dar entender los factores del escalamiento	Eficiencia del recurso invertido (\$)	Eficiencia y efectividad de la intervención	Uso de una tecnología de forma masiva y diferenciada por tipo de usuario tecnológico	La capacidad que tiene una tecnología en resolver un problema Adopción
----- Cambio sistémico -----				

Elaboración propia.

3.2 Redes

“(...) las estructuras invisibles que se establecen de manera no prevista a partir de las interacciones, de individuos tomando sus decisiones, en entornos de información limitada (...) forman estructuras funcionales intermitentes que producen valor (...)”

(entrevista a José Luis Molina, Knitting networks podcast. Agosto 2020)

La teoría de las redes sociales es un campo interdisciplinario que estudia las complejas interacciones entre individuos, el significado que éstas tienen y la forma en que dichas estructuras son afectadas partiendo del reconocimiento de que cada uno de los individuos es independiente en sus acciones. Para explicar el dinamismo inherente a las relaciones de los individuos, cinco perspectivas permiten el estudio: 1) **la acción** que considera a los fenómenos sociales como el resultado de las decisiones tomadas por los individuos basadas en consideraciones subjetivas de circunstancias objetivas, modificando las

estructuras sociales y a su vez, afectando futuras acciones; 2) el enfoque de **la interacción** que se entiende como los patrones de significado subjetivo que los actores construyen y negocian; 3) la **sociología relacional** que se centra en cómo las redes constituyen estructuras de significado que trascienden a los individuos creándose así relaciones e historias compartidas que son la base para las expectativas sobre el comportamiento de los diferentes actores; 4) los **impulsos de interacción y agencia** que hace énfasis en la capacidad que tienen los individuos para actuar y dar forma a su entorno social reconociendo en ellos atributos más allá de las estructuras sociales; y finalmente 5) **la posición en la red** que afecta sus oportunidades y restricciones, así como sus intereses y la manera en que toman decisiones. Las redes pueden ofrecer diferentes recursos y oportunidades dependiendo de la posición (Fuhse, 2020).

Es necesario entender las interacciones que los individuos tienen con su entorno (si estas son fuertes o débiles) y la función que cada actor tiene dentro de la red para explicar las decisiones que toma influenciadas por una intervención (García-Valdecasas Medina, 2011); ya que generalmente los proyectos piloto ocurren en condiciones con algún grado de control se dificulta su transición a una escala en la realidad de un territorio o una población (Woltering et al., 2019). Entre las formas de relacionarse que tienen los distintos actores que conforman la red, algunos autores mencionan las relaciones de negociación, cooperación, subordinación, confianza, conflicto, instituciones (tanto formales como informales) y organización, lo que demuestra la complejidad del capital social en los distintos contextos en que ocurre la innovación (Lugo-Morin, 2013).

Mediante la teoría de redes es posible analizar las relaciones y la interacción entre actores en diversos contextos, incluida la innovación en el sector agropecuario. Mediante el estudio de las interacciones entre actores se conocen los flujos de información y por tanto la forma en que las redes se consolidan y se vuelven funcionales para la innovación (Aguilar Ávila et al., 2010).

Las redes son fundamentales para el intercambio de conocimiento y experiencia local, así como para la creación de sinergias entre múltiples partes interesadas que dan paso a procesos de gobernanza. Estudios desde esta perspectiva de redes sugiere que las dinámicas entre diversos actores son cruciales para la

gestión del conocimiento sobre todo cuando ocurre de manera colaborativa, inclusiva y activa desde lo local (Aranda-Camacho et al., 2016).

Otra contribución práctica que hace el análisis de redes al ámbito agrícola, sobre todo a los procesos de intervención técnica, es la identificación de estrategias que, al conocer las posiciones de los actores dentro de la red y sus relaciones, permite una planeación eficaz que aumenta la participación y difusión de innovaciones. En este sentido, la teoría de redes contribuye al entendimiento de la complejidad de elementos sociales y económicos que moldean a la innovación y sirve para la definición de herramientas que fomenten la innovación (Aguilar Ávila et al., 2010)

Las intervenciones de programas basados en la gestión de la red de actores logran alinear los intereses de actores provenientes de diferentes contextos y marcos institucionales, tanto en los aspectos relacionados con tecnología, financiamiento y políticas. Contribuyendo, por ende, a reducir las brechas tecnológicas, sociales y culturales que a menudo dificultan la colaboración efectiva entre diferentes actores (Roldán-Suárez et al., 2020).

En los últimos veinte años, la comunidad científica de las redes sociales a ha sugerido diversos indicadores y niveles que son útiles para evaluar las relaciones entre actores en redes. Algunos de los indicadores utilizados en estudios de innovación agrícola, principalmente en México, utilizan: niveles de articulación o “coo-petencia” que van desde el reconocimiento hasta las dinámicas asociativas que implican relaciones formales donde se comparten objetivos estratégicos y recursos. Otros indicadores se enfocan en la evaluación de la forma en que fluye la información, lo que permite identificar a aquellos “actores referidos” como fuentes de información para la toma de decisiones. Se puede también cuantificar la constitución de las redes, así como la conectividad y densidad de las interacciones (Aguilar Ávila et al., 2010).

3.3 Capital relacional

“los actores (todos ellos) tienen en mayor o menor medida capital social, ya que las redes son un recurso que cada individuo puede acumular y al cual puede acceder cuando le representa un valor”

(Jan Fuhse. Theories of social networks. The oxford handbook of social networks. 2020)

El capital relacional como concepto proviene del ámbito empresarial y se define como el conjunto de conocimientos derivados de las relaciones que se tienen con otros agentes, tales como clientes, proveedores y aliados. Estas relaciones aportan valor y una base de conocimientos que son necesarios para las estrategias de mejoramiento y eficiencia dentro de la empresa. Cada agricultor es dueño de su propia empresa productiva, por lo tanto, es pertinente el uso de estos conceptos para entender la forma en que se relacionan con su entorno e innovan (Delgado-Verde et al., 2011).

La red social, como el conjunto de relaciones que tiene los productores y que van más allá que las vinculadas a procesos productivos, es un elemento crucial en la incorporación de nuevas tecnologías. Los agricultores que aprenden a través de sus redes sociales son más propensos a adoptar innovaciones; como se mostró en el uso de semillas híbridas de mostaza en India en donde alrededor del 63% de los agricultores las comenzaron a utilizar al aprender sobre ellas por parte de miembros de su red social (Varshney et al., 2022)

Las relaciones interpersonales son clave para la formación y el mantenimiento del capital social; destacando la cohesión social y la confianza entre los elementos que amalgaman el tejido social. La confianza es el “pegamento” que une a las relaciones económicas y sociales entre los individuos. Ésta se construye a través del tiempo y de la percepción de “apoyo” que los miembros de una comunidad sienten cuando cuentan con otros miembros (percepción de ayuda y cooperación). Las relaciones de los individuos en su entorno social, como el número de conexiones voluntarias, influyen en su nivel de confianza (Martínez-Cárdenas et al., 2015).

El capital social se puede definir como el conjunto de relaciones sociales que surgen de las conexiones entre individuos y grupos; y que además requieren un marco institucional formal e informal, para su efectividad y permanencia a través

del tiempo. Destacan como elementos que permiten el mantenimiento de dichas conexiones a la cultura, la historia y las experiencias de cada comunidad. A través de procesos relacionales, se generan formas de capital social que incluyen cooperación, confianza y redes de apoyo entre los actores sociales en el sistema productivo de un territorio. Este capital social permite a los agricultores y otros miembros de la comunidad acceder a información, recursos y sistemas de apoyo que les permiten mejorar sus ingresos y mantener a sus unidades familiares (Lugo-Morin, 2013).

Por capital social que poseen los individuos, en nuestro estudio, nos referimos a aquel que les permite tomar decisiones a los productores. La decisión de incorporar una innovación a su sistema está influenciada por elementos, algunos inherentes al funcionamiento de las tecnologías como los beneficios que éstas les brinden en la resolución de los problemas que tiene su producción (percepción del beneficio y desempeño de la tecnología); y otros adquiridos por la relación con la red en su entorno que le permite formar un criterio ante la innovación tales como el acceso a los proveedores, la información y la forma en que los productores se vinculan para su aprendizaje (modelos de aprendizaje social) así como la existencia de un entorno que mitigue el riesgo de innovar como los subsidios o incentivos de actores de gobierno o el mercado (Brown et al., 2021).

La creación de redes y asociaciones juega un papel crucial en la difusión de prácticas exitosas y en la capacidad de respuesta ante desafíos que afectan a una región (Biggs, 2008). Se pueden orquestar relaciones más eficientes para la innovación a través de los gestores sistémicos; quienes actúan como intermediarios para facilitar la interacción entre diferentes actores involucrados en el proceso de innovación agrícola. La gestión de innovación debe ser flexible y adaptarse a la evolución del proceso continuo, fomentando conexiones y vínculos que benefician a todos los participantes y tomando en cuenta el entorno político e institucional (Klerkx et al., 2009).

3.4 Literatura citada

- Aguilar Ávila, J., Altamirano Cárdenas, J. R., & Rendón Medel, R. (2010). *Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural*. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM).
- Aranda-Camacho, Y., Parrado-Barbosa, Á., & Mosquera-Vásquez, T. (2016). La gestión social del conocimiento en el escalamiento de innovaciones que contribuyen a la seguridad alimentaria y nutricional. *III Congreso Internacional Gestao Territorial Para o Desenvolvimento Rural*.
- Becattini, G. (2006). Vicisitudes y potencialidades de un concepto: el distrito industrial. *Economía Industrial*, 359, 21–28.
- Brown, B., Paudel, G. P., & Krupnik, T. J. (2021). Visualizing adoption processes through a stepwise framework: A case study of mechanization on the Nepal Terai. *Agricultural Systems*, 192. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2021.103200>
- Delgado-Verde, M., Martín-de-Castro, G., Navas-López, J. E., & Cruz-González, J. (2011). Capital social, capital relacional e innovación tecnológica. una aplicación al sector manufacturero español de alta y media-alta tecnología. *Cuadernos de Economía y Dirección de La Empresa*, 14(4), 207–221. <https://doi.org/10.1016/j.cede.2011.04.001>
- Fuhse, J. (2020). Theories of social networks. In *The oxford handbook of social networks* (pp. 34–49). Oxford University Press.
- García-Valdecasas Medina, J. I. (2011). Una definición estructural de capital social. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 20(1), 132. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.411>
- González-Ramírez, M. G., Santoyo-Cortés, V. H., Arana-Coronado, J. J., & Muñoz-Rodríguez, M. (2020). The insertion of Mexico into the global value chain of berries. *World Development Perspectives*, 20, 100240. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2020.100240>
- Klerkx, L., Hall, A., & Leeuwis, C. (2009). Strengthening agricultural innovation capacity: are innovation brokers the answer? *International Journal of*

- Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 8(5/6), 409.
<https://doi.org/10.1504/IJARGE.2009.032643>
- Lopez, D. E., Frelat, R., & Badstue, L. B. (2022). Towards gender-inclusive innovation: Assessing local conditions for agricultural targeting. *PLoS ONE*, 17(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263771>
- Lugo-Morin, D. R. (2013). El capital social en los sistemas territoriales rurales: avance para su identificación y medición. *Estudios Sociológicos*, 31(91), 167–202. <https://www.jstor.org/stable/23622258>
- Martínez-Cárdenas, R., Ayala-Gaytán, E. A., & Aguayo-Téllez, S. (2015). Confianza y capital social: evidencia para México Trust and social capital: evidence for México. In *Economía, Sociedad y Territorio: Vol. XV*.
- Porter, M. E. (1985). Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. In *Macmillan, Inc.* <https://doi.org/10.1007/978-3-319-54540-0>
- PPP Lab; CIMMYT. (2017). *The Scaling Scan*. 1–2.
- Quintero, J., & Sánchez, J. (2006). La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico. *Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 8(3), 377–389.
- Rendón-Medel, R. (2017). Conversatorio: Desafíos de los servicios de extensión rural; procesos de transición, nuevas perspectivas para los países. *Desafíos Del Extensionismo. Una Perspectiva Desde Las Redes*.
- Roldán-Suárez, E., Rendón-Medel, R., Camacho-Villa, T. C., & Aguilar-Ávila, J. (2018). Gestión de la interacción en procesos de innovación rural. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 19(1), 15–28.
https://doi.org/doi.org/10.21930/rcta.vol19_num1_art:609
- Roldán-Suárez, E., Rendón-Medel, R., Camacho-Villa, T. C., Aguilar-Ávila, J., & Toledo, J. (2020). La innovación en el sector rural de México: el papel del gestor sistémico. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 20(2), 119.
<https://doi.org/10.7201/earn.2020.02.06>
- Ruiz-Díaz, E., & Muñoz-Rodríguez, M. (2016). Análisis de la competitividad sistémica de la red de valor mango Ataulfo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3039–3049.

- Sartas, M., Schut, M., Proietti, C., Thiele, G., & Leeuwis, C. (2020). Scaling Readiness: Science and practice of an approach to enhance impact of research for development. *Agricultural Systems*, 183(December 2019), 102874. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102874>
- Shilomboleni, H., Owaygen, M., De Plaen, R., Manchur, W., & Husak, L. (2019). Scaling up innovations in smallholder agriculture: Lessons from the Canadian international food security research fund. *Agricultural Systems*, 175(October 2018), 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.012>
- Spielman, D. J., Davis, K. E., Negash, M., & Gezahegn, A. (2008). *Rural Innovation Systems and Networks: Findings from a Study of Ethiopian Smallholders*.
- Ubels, Jacobs. F., & Woltering, L. (2018). *The Scaling Scan - A practical tool to determine the strengths and weaknesses of your scaling ambition*.
- Varshney, D., Mishra, A. K., Joshi, P. K., & Roy, D. (2022). Social networks, heterogeneity, and adoption of technologies: Evidence from India. *Food Policy*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2022.102360>
- Woltering, L., & Boa-Alvarado, M. (2021). Insights on scaling of innovations from Agricultural Research for Development: views from practitioners Lennart Woltering and María Boa-Alvarado. *Knowledge Management for Development Journal*, 1–19.
- Woltering, L., Fehlenberg, K., Gerard, B., Ubels, J., & Cooley, L. (2019). Scaling – from “reaching many” to sustainable systems change at scale: A critical shift in mindset. *Agricultural Systems*, 176(December 2018). <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102652>

CAPÍTULO 4. EL ESCALAMIENTO DE INNOVACIONES ES UNA CUESTIÓN SOCIAL: ESTUDIO DE CASOS EN MÉXICO ³

4.1 Resumen

Buscamos reconocer con enfoque de escalamiento vertical (arreglos de actores e instituciones) y profundo (pragmatismo y apropiación) los elementos detonadores de cambio sistémico como evidencia empírica de las relaciones entre actores mediante el Análisis de Redes Sociales. Mediante el estudio de casos con productores del centro de México encontramos que la gestión del capital relacional es clave en el escalamiento de innovaciones agrícolas, siendo las fuerzas del mercado y la presencia de actores articuladores dos elementos que dinamizan la red y orientan la innovación. El entorno comercial y de políticas públicas agrícolas y sociales moldean el potencial de escalamiento.

Palabras clave: Análisis de redes, capital relacional, escalamiento, innovación, producción de maíz.

4.2 Introducción

En el ámbito de la extensión agrícola, la forma más frecuente de medir los impactos de las intervenciones hace énfasis en el número máximo de beneficiarios adoptantes de innovaciones, es decir que domina una visión de lograr una masificación (*scaling-out*) en la mayoría de los casos estandarizada; pero persiste una brecha con los recientes enfoques que reconocen la complejidad de la innovación, las herramientas y las perspectivas con que se planean las intervenciones para lograr beneficios a nivel de los sistemas productivos (Sartas *et. al.*, 2020; Woltering & Boa-Alvarado, 2021). Por tanto, estudiar las dinámicas que generan cambios institucionales y a nivel de políticas

³ Este capítulo fue aceptado para publicación en “*Revista Economía Agraria y Recursos Naturales*”. En este documento se presenta siguiendo los lineamientos establecidos en el Manual para la Elaboración del Documento de Graduación (2016). Se presentaron algunos de los resultados de este capítulo en el 44th Sunbelt 2024 Congress organizado por el International Network for Social Network Analysis (INSNA); bajo el título de “Networks and Scaling: case studies with maize Farmers in México”, que se llevó a cabo en la Universidad Heriot-Watt en Edimburgo, Escocia.

públicas (*scaling-up*) así como en las relaciones de los individuos, su cultura, los valores y las creencias que determinan la forma de producir (*scaling-deep*) resultan importantes (Moore & Riddell, 2015). Un enfoque sistémico de la innovación puede abordar mejor la complejidad del escalamiento cuyo potencial está moldeado por la red social en la que las innovaciones están incorporadas, difundidas, soportadas y usadas (Gebreyes *et. al.*, 2021; Hermans *et. al.*, 2017; Prain *et. al.*, 2020), reconociendo tanto relaciones nuevas como aquellas de largo tiempo entre individuos en donde la confianza, la retroalimentación y el aprendizaje continuo son elementos clave y forman parte del capital relacional como dinamizador de la innovación (Martín de Castro *et. al.*, 2009).

Para hacer una aproximación a la complejidad de los procesos de escalamiento, esta investigación se desarrolló mediante dos estudios de caso que surgen a partir de la metodología de gestión del conocimiento basada en la validación local de las tecnologías, la definición técnico-productiva de la problemática principal en un entorno específico y el desarrollo de capacidades de acuerdo con las tecnologías identificadas como prioritarias para difundir (Gardeazabal *et. al.*, 2021). Para cada estudio de casos se tomó como base un total de 22 tecnologías promovidas en los últimos cinco años a través de la intervención técnica de programas gubernamentales de extensión en la zona geográfica de Valles Altos que comprende los estados de México, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y la Ciudad de México. Estos estados se localizan en la región centro-oriental de México y se caracteriza por tener altitudes entre los 1800 hasta 2300 m (Ramírez-López *et. al.*, 2013) y que en su conjunto representan 2.44 millones de hectáreas en superficie de uso agrícola de las cuales el 50% se destinan para la producción de maíz según el censo agropecuario 2022 (INEGI, 2023). En la región el 84% de la producción de maíz se da en condiciones de temporal, pero, la producción en condiciones de riego representa el 19% del grano producido. Bajo este contexto, los casos seleccionados para este estudio acorde a lo planteado por Coller (2005) fueron de naturaleza comparativa entre sistemas de producción en riego o temporal para identificar el conjunto de proposiciones señaladas en la literatura respecto de los escalamientos de tipo vertical y profundo con casos contrastantes.

Este estudio brinda evidencia empírica sobre la importancia que tienen las relaciones entre actores en la cadena de valor y los cambios en las prácticas, valores y formas de gestión que hacen que una innovación se vuelva parte del sistema productivo; es decir nos centramos en brindar elementos sobre escalamiento que resulten de interés para agentes involucrados en procesos de innovación tanto en la extensión rural como en la investigación mediante el Análisis de Redes Sociales (ARS) que arroja información de las características y roles en un contexto complejo desde el punto de vista de los requerimientos tecnológicos de las innovaciones y la dinámica social de los actores (Gallegos-Aguilar *et. al.*, 2017).

Ya que la interacción es la base del conocimiento, los atributos que tengan las relaciones entre individuos serán un factor determinante en la capacidad de innovar, así como en la mejora del desempeño productivo (Jiménez-Carrasco *et. al.*, 2023) y en la creación de nuevas instituciones que fomenten un entorno emprendedor (Kochetkov, 2023); en este trabajo tomamos como estudio de casos para profundizar en el entendimiento del proceso de escalamiento de innovaciones a dos redes de productores vinculados al modelo de gestión del conocimiento del Hub en México (Van Loon *et al.*, 2023).

Dicho modelo pragmático implementa espacios físicos representativos en distintos entornos productivos que sirven para la validación científica (plataformas de investigación), la difusión tecnológica (parcelas demostrativas) y la formación técnica entre distintos actores (Gardeazabal, *et. al.*, 2021). Cramer (2024) destaca la importancia de los intermediarios del conocimiento en los sistemas de investigación para el desarrollo, especialmente porque ayudan como "traductores" entre actores y facilitan el flujo de información para la formulación e implementación de políticas. Sugiere que los actores con este rol no deberían estar atados a proyectos de corto plazo sino ser considerados en un horizonte temporal más amplio que les permita desempeñar su función principal: la de construir relaciones.

Dado lo anterior, la pregunta de investigación que formulamos fue ¿Cómo está constituida una red de actores que propicia los tipos de escalamiento vertical y profundo? Así, el objetivo de este estudio fue reconocer desde un enfoque de escalamientos vertical-profundo los elementos detonadores de un cambio sistémico mediante indicadores de ARS bajo la hipótesis de que entender los patrones estructurales de las interacciones entre actores de la cadena de valor brinda evidencia del capital relacional que soporta el escalamiento. La principal aportación de este estudio fue ofrecer evidencia empírica y una complementación metodológica para el reconocimiento del capital relacional en donde las fuerzas del mercado y una política pública de extensión agrícola que fomente la gestión de la red dan forma a las dinámicas entre actores y por tanto al escalamiento.

4.3 Principales conceptos sobre escalamiento

El escalamiento se refiere al incremento en el uso de innovaciones más allá del grupo involucrado en su diseño y validación (Sartas *et. al.*, 2020) sean estas herramientas tecnológicas, servicios, prácticas o nuevos arreglos organizacionales. Sin embargo, los debates actuales respecto del escalamiento hacen énfasis en las dinámicas, metodologías y características implicadas en el uso de innovaciones de manera que muchas personas las adopten (Sartas *et. al.*, 2020); de modo que existe particular interés en las intervenciones basadas en fomentar redes de actores ya que permiten con cierto grado de efectividad que la difusión de innovaciones en una población logre mayor cobertura (Rendón-Medel, 2021; Odjo *et. al.*, 2022), el escalamiento entonces está relacionado con los actores involucrados en la validación, uso y difusión de las innovaciones.

Por la relevancia que tienen los actores para el escalamiento, en la medida que estén todos presentes y contribuyan a un mismo fin, entonces se logra escalar una innovación. De acuerdo con Ubels & Woltering (2018) se reconoce al escalamiento como un proceso con al menos cuatro momentos que comienza con la presencia de individuos que identifican un problema, seguido de la conformación de los primeros impulsores de la innovación y la subsecuente presencia de una masa crítica que da paso a la institucionalización de la

innovación. Las dos primeras etapas con frecuencia son impulsadas por un equipo de innovación quienes desarrollan, validan y tienen influencia directa en la actividad de implementación tecnológica.

De acuerdo con Low & Thiele (2020); Moore & Riddell (2015); Sartas *et al.*, (2020); Ubels & Woltering (2018), es pertinente indicar que el escalamiento se entiende con diferentes enfoques: a) al alcance masivo de personas que tiene una innovación a través de la multiplicación, la difusión y extensión, entonces se habla de escalamiento horizontal (*scaling-out*), b) a la transformación de condiciones institucionales tales como políticas públicas, estrategias, colaboraciones y vinculaciones de la cadena de valor que permite un escalamiento horizontal eficiente, entonces se habla de escalamiento vertical (*scaling-up*), y c) al cambio en el pensamiento, valores y prácticas culturales en las cuales se hace uso de las innovaciones como parte de una nueva rutina para las personas y que dicha sensibilización y conciencia se logra mediante el conocimiento (*scaling-deep*). De manera general se discuten tres dimensiones que, de presentarse, propician el escalamiento de innovaciones como se esquematiza en el Figura 7. En el presente trabajo se abordó principalmente la dimensión de la red de actores quienes según Ubels & Woltering (2018) deben estar vinculados y colaborar de manera estratégica con la participación de los sectores público y privado para brindar un ambiente propicio para el escalamiento.

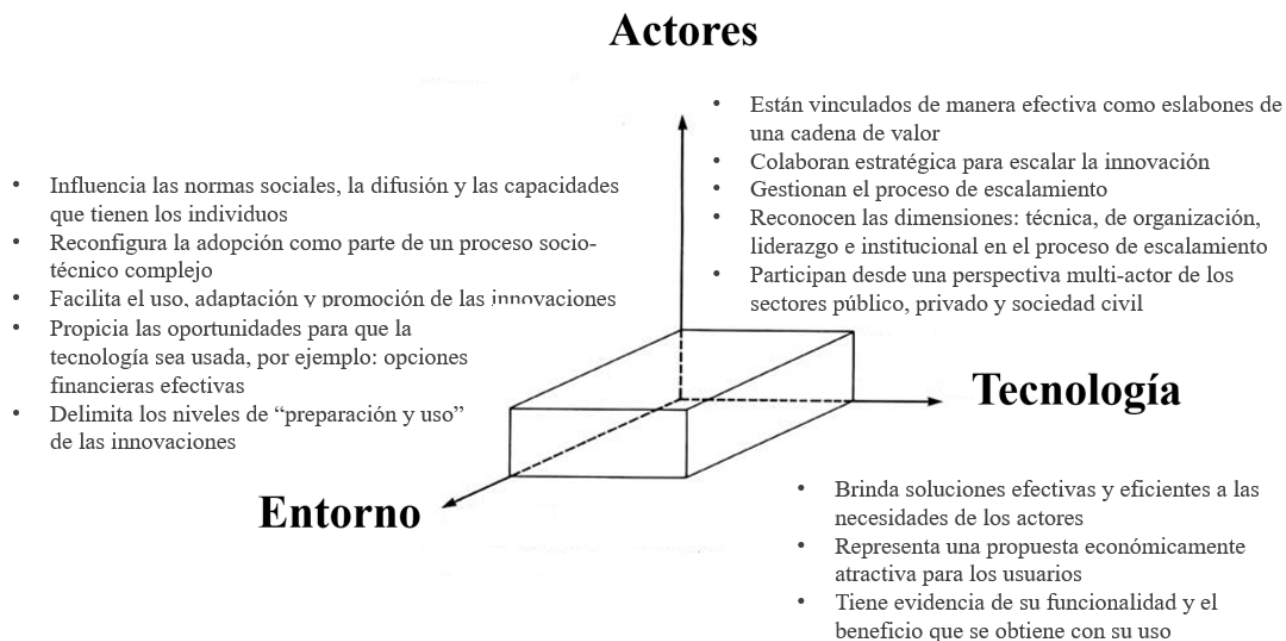


Figura 7. Mapa conceptual de las dimensiones que componen el objeto de estudio

Fuente: Elaboración propia con base en revisión de literatura.

4.4 Materiales y métodos

4.4.1 Estudios de caso

Los casos estudiados fueron la red del valle de Teotihuacán (*Caso Teotihuacán*) con productores vinculados a un mercado de especialidad en el Estado de México y la red del valle del Mezquital (*Caso Mezquital*) vinculada a la investigación con participación de la proveeduría de insumos en el estado de Hidalgo. Aunque diferentes en términos del tipo de maíz producido (criollo e híbrido) y nivel de producción (baja y alta productividad), las dos redes presentan similitudes en la validación de tecnologías y la formación de capacidades como parte de la metodología de gestión del conocimiento. Tomando como referencia los tipos de estudios de caso descritos por Coller (2005), esta investigación se basó en un estudio de casos múltiples de uso analítico que permitió profundizar en el funcionamiento de un fenómeno (el escalamiento de tipo vertical y profundo); cuyo tipo de acontecimiento fue contemporáneo (sincrónico) y que por su naturaleza, los casos utilizados fueron de tipo típico con un alcance genérico instrumental que sirvieron para hacer generalizaciones analíticas dirigidas no a una población o universo, sino a un fenómeno.

La Tabla 2 muestra las características productivas generales y la orientación que tienen las tecnologías promovidas en cada una de las redes documentadas. El número de tecnologías promovidas en cada zona varía de acuerdo con el tipo de agricultor, el objetivo de la producción y la disponibilidad de recursos con que cuenta el sistema.

Tabla 2. Principales diferencias entre los estudios de caso

	Caso Teotihuacán n=21	Caso Mezquital n=23
Características del sistema productivo	Tipo de maíz: criollo Sistema: temporal y riego rodado con agua de pozo Ciclo: maíz, frijol o cebada en primavera-verano (PV) y forraje (avena) en otoño-invierno (OI) Rendimiento: bajo Mercado: especializado culinario. 10% de los productores encuestados rentan parcelas (Costo promedio de renta: \$3,500/ha/año)	Tipo de maíz: híbrido Sistema: riego rodado con aguas residuales. Ciclo: maíz en primavera-verano (PV) y grano pequeño (avena, trigo, triticale) en otoño-invierno (OI) Rendimiento: alto Mercado: <i>commodities</i>. 74% de los productores encuestados rentan parcelas (Costo promedio de renta: \$29,000/ha/año)
Tecnologías promovidas*	19 tecnologías: 2 sobre uso de semilla adecuada, 4 sobre Agricultura de Conservación, 5 sobre manejo de la fertilidad, 2 sobre sanidad del cultivo, 6 sobre manejo postcosecha	13 tecnologías: 1 sobre uso de semilla adecuada, 6 sobre Agricultura de Conservación, 5 sobre manejo de la fertilidad, 1 sobre sanidad del cultivo Ninguna sobre manejo postcosecha
Orientación de las tecnologías analizadas con enfoque de escalamiento	Calidad de grano	Productividad

*Se evaluaron 22 innovaciones validadas y difundidas los últimos siete años en los estados de México e Hidalgo. Las innovaciones se dividen en cinco categorías: 3 relacionadas al uso de semilla adecuada, 6 relacionadas a agricultura de conservación, 5 relacionadas al manejo de fertilidad, 2 relacionadas a sanidad del cultivo, 6 relacionadas al manejo postcosecha.

Fuente: Elaboración propia con información de campo (2022).

En el *Caso Teotihuacán*, las tecnologías relacionadas con la conservación de grano durante la postcosecha han sido la categoría con mayor número de tecnologías promovidas principalmente por la influencia que dicha actividad tiene con la calidad de grano que demanda un mercado de especialidad. Odjo *et. al.* (2022) demostraron que las tecnologías herméticas mantienen la calidad del grano y reducen las pérdidas postcosecha. Por su parte, en el *Caso Mezquital*

las tecnologías relacionadas al manejo de suelo con base en agricultura de conservación ha sido la categoría más promovida.

Fueron entrevistados 21 productores proveedores de maíz criollo a un restaurante de especialidad en Teotihuacán y 23 productores vinculados a las plataformas de investigación en Mezquital. La población fue identificada usando el método de muestreo por bola de nieve a partir de entrevistas semiestructuradas con asesores técnicos que participan en la gestión de la red y expertos en escalamiento.

La información se recolectó mediante cédulas de mapeo de actores y entrevistas a profundidad con actores claves. Se colectó información referente a las características demográficas de los productores y su sistema de producción *post*-difusión, así como de las estructuras relacionales referentes a las innovaciones que realiza y al acceso a la información; como parte del proceso de maduración en el escalamiento. Los datos relacionales por tipos de actores y de atributos obtenidos fueron manejados con el uso de Microsoft Excel, el cálculo de indicadores y gráficos de redes se realizaron en UCINET for Windows (Borgatti, Everett y Freeman 2002). Tomando en cuenta el capital relacional, se analizaron por separado cinco tipos de redes: *red técnica (R1)* que muestra las relaciones de quienes los productores aprenden las innovaciones agrícolas como la red de informantes en temas tecnológicos, *red estratégica actual (R2)* que muestra a los actores clave con quienes los productores se relacionan para su producción, *red de confianza (R3)* que son los actores con quienes los productores hablan o consultan al momento de tomar decisiones para su producción, *red comercial de venta (R4)* que son los actores a quienes les venden su producción de maíz, y finalmente, con el objetivo de entender mejor el rol que juegan los asesores técnicos en la gestión del capital relacional, se analizaron las *redes estratégicas de capital relacional (R5)*. Para evaluar propiedades de toda la red se utilizaron los indicadores que se presentan en la Tabla 3, cada indicador permitió explorar una característica diferente del escalamiento en la dimensión de la red de actores.

Tabla 3. Indicadores para el análisis de redes sociales en los estudios de caso

Indicador	Definición	Fuente	Característica
Tamaño	Número total de nodos en una red	(Hanneman, 2001)	Presencia de actores
Índice de centralización	El grado de centralización de entrada o de salida determinan en qué medida los grados se encuentran dominados por un actor o un pequeño número de actores. Valores cercanos a 0% indica que no hay actores dominando las relaciones de entrada o de salida.	(Freeman, 1978)	Gestión de la red
Densidad	Nivel de interacción que existe entre los actores de una red medido como la proporción de las relaciones existentes en la red con respecto al número total de relaciones posibles. El valor de densidad oscila entre 0 y 100%.	(Scott, 2005)	Vinculación
EI-Índex (Externo-Interno)	Dada una división de una red en varios grupos mutuamente excluyentes, es el número de lazos externos a los grupos menos el número de lazos que son internos al grupo dividido por el número total de lazos. Es un valor entre 1 y -1, indicando si sus relaciones tienen a la homofilia o la heterofilia respectivamente.	(Krackhardt & Stern, 1988)	Diversidad

Fuente: Elaboración propia.

Para medir la orientación tecnológica que tiene el escalamiento se calculó la Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI) que es el porcentaje de productores adoptantes de cada innovación (Muñoz *et. al.*, 2007).

4.5 Resultados y discusión

4.5.1 Características demográficas y entorno productivo

En las redes de productores analizadas predominó una población masculina de edad avanzada y con una educación promedio de nivel medio superior en ambos estudios de caso. En cada caso hay una población diversa (Tabla 4).

Tabla 4. Características de la población encuestada

	Media	C.V.	Media	C.V.
	Caso Teotihuacán		Caso Mezquital	
Edad (años)	57.0 _a	26.8	53.2 _a	26.3
Experiencia (años)	25.4 _a	16.7	21.1 _a	64.0
Escolaridad (años)	9.1 _a	37.6	10.8 _a	36.9
Superficie cultivada (ha)	3.6 _a	84.8	39.4 _b	169.5
Rendimiento promedio de maíz (t/ha)	1.6 _a	45.7	13.4 _b	28.2
Precio venta (\$/kg) *	15.0 _b	13.4	7.2 _a	22.2
Ingreso familiar por agricultura (%)	33.6 _a	86.7	71.5 _b	43.2
Índice de Adopción de Innovaciones (%)	39.6 _a	29.6	47.2 _a	34.9

Literales distintas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) según U Mann-Whitney para muestras independientes no paramétricas (experiencia, escolaridad, superficie, rendimiento, precio, ingreso) y t-student para muestras independientes paramétricas (edad, InAI). Se utiliza el coeficiente de variación (C.V) como medida de dispersión de los datos ya que son distintas las unidades de medida de las variables analizadas.

* El precio indicado corresponde al ciclo productivo primavera-verano 2022.

Fuente: Elaboración propia con información de campo (colectada entre septiembre-2022 y febrero-2023).

En el *Caso Teotihuacán*, los productores encuestados indicaron que el 70% de su producción es en parcelas con propiedad ejidal mayormente en condiciones de planicie. La actividad agrícola representa la segunda fuente de ingresos después de actividades fuera de la agricultura, 60% de los productores indicaron recibir apoyo económico por parte de programas gubernamentales y dicho apoyo representa en promedio el 8% del total de los ingresos de la unidad familiar. El principal producto es el maíz criollo, destacando el maíz blanco y otros de interés culinario y de buena adaptación local como el azul y el rojo; la actividad agrícola se complementa en algunos casos con la producción de ganado (5 de los 21 productores). La mano de obra familiar no recibe una remuneración formal y es utilizada principalmente en las labores de cosecha (tumba, amogote, deshoje, desgrane). La motivación que tienen para permanecer en la agricultura, aunque

es diversa, coinciden en factores como el arraigo, el valor cultural y la oportunidad que representa para ellos la vinculación a un mercado especializado en maíces nativos que ofrece un precio 30% superior al precio local.

La vinculación entre los productores inició en 2017 mediante el acompañamiento técnico facilitado a través del programa público Proagro Productivo (SAGARPA, 2017) con el objetivo de aumentar la productividad a través del acompañamiento técnico, el fin principal de la producción de grano era el autoconsumo y en menor medida la venta local. El acompañamiento pagado por el gobierno federal a través del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) como instancia ejecutora tuvo una duración de dos años y el papel que jugaron los asesores técnicos fue la formación de capacidades, la difusión de tecnologías para la producción de maíz y la vinculación al mercado en la zona turística del sitio arqueológico de Teotihuacán.

La función articuladora que desempeñó la asistencia técnica facilitó el acceso a información actualizada proveniente de validación de innovaciones y gestionó el capital relacional de la red. En este caso la asistencia técnica permitió la consolidación de redes de intercambio de conocimientos e innovación y la articulación de una red de abasto de maíz criollo local para un mercado de especialidad como un elemento del desarrollo de capacidades de autogestión (Rodríguez-Espinosa *et. al.*, 2016). Por otra parte, se fortaleció un esquema de desarrollo de proveedores con características de inocuidad y sustentabilidad, además de la incorporación de mejores registros que permitieron la trazabilidad del grano y por tanto hacer mejoras a sus procesos de abasto, almacenamiento y procesamiento. Está documentado que el desarrollo de proveedores, como estrategia empresarial, facilita el encadenamiento productivo para desarrollar relaciones a largo plazo entre empresas y proveedores que generen ventajas competitivas (PNUD, 2023); innovar mediante la mejora continua en habilidades técnicas, productivas y administrativas genera compromiso, confianza, coordinación y comunicación (Castro-Castell *et. al.*, 2016).

Por su parte en el *Caso Mezquital*, los productores encuestados indicaron que el ingreso por la actividad agrícola representa en promedio el 74.7%, siendo las actividades fuera de la agricultura una fuente de ingreso complementario para la

unidad familiar. El 66% de las parcelas en las que producen las destinan al cultivo de maíz blanco mientras el resto se utiliza para forrajes (alfalfa principalmente). La actividad agrícola se complementa en algunos casos con la producción de ganado o el servicio de maquila, principalmente en las labores de preparación y siembra. La mano de obra familiar que participa en las labores agrícolas no recibe una remuneración y tiene moderada participación en la toma de decisiones productivas.

Los productores de este caso externaron que la motivación para permanecer en la agricultura tiene que ver con la experiencia generacional y la rentabilidad que la actividad agrícola representa en la zona debido a la disponibilidad del riego con aguas residuales del valle de México, así como la cercanía a los principales centros de consumo de grano para la industria. La región del valle del Mezquital tiene características de clima y ubicación geográfica que le brindan ventajas comparativas con los mercados del centro-norte del país, de modo que el grano producido en el valle tiene como fin el abastecimiento tanto de industrias procesadoras, tortilleros locales e intermediarios acopiadores que abastecen el mercado en estados de Puebla, Querétaro o el Estado de México.

La intervención técnica con un enfoque de gestión del conocimiento en el Caso *Mezquital* inició en 2011 con la implementación de parcelas demostrativas y de validación de tecnologías mediante el programa público MasAgro. Con el objetivo de aumentar la productividad de manera sustentable basado en los principios de agricultura de conservación, el programa se enfocaba a la adaptación de tecnologías a diversos sistemas productivos y la difusión de los resultados validados en plataformas de investigación, así como parcelas demostrativas a través del acompañamiento técnico. El acompañamiento técnico financiado por el gobierno federal a través del CIMMYT tuvo una duración de 10 años durante los cuales se establecieron estructuras para la investigación con actores locales de modo que la difusión de innovaciones ocurriera con una planeación de abajo hacia arriba, tomando en cuenta las necesidades de los beneficiarios como parte del sistema productivo y propiciando el intercambio de conocimiento, así como el desarrollo de capital social. Dicha condición propiciada como parte de un entorno de gestión del conocimiento se ha documentado en

estudios previos como elementos que fomentan la autogestión en la red (Gardeazabal *et. al.*, 2021; Rodríguez-Espinosa *et. al.*, 2016).

Aunque ninguno de los productores participantes en *Caso de Mezquital* indicó recibir actualmente apoyo económico directo ni servicios técnicos por parte de programas gubernamentales, la asesoría técnica a la que tienen acceso proviene de proveedores de insumos y éstos están vinculados con la red de conocimiento territorial en donde las plataformas de investigación funcionaron como espacios para gestionar el capital relacional entre actores del sector de proveeduría de insumos, los productores y la investigación. Fue a partir de 2016 en que inició la validación y promoción del uso de la labranza en línea de siembra como alternativa de preparación de suelo en condiciones de retención de rastrojo como uno de los elementos que los asesores técnicos identificaron como innovación. Desde un enfoque de escalamiento vertical, en ambos casos de estudio el primer elemento fue la presencia de actores con el rol de gestionar relaciones que propiciaron un aumento en conocimiento e información y se volvieron catalizadores de capital relacional. En los casos estudiados este rol lo jugaron los asesores técnicos (fueran de programas de extensión o de proveeduría de insumos) intercambiando información tecnológica con actores de investigación. El capital relacional es relevante en la toma de decisiones en cuanto al grado de oportunidad tecnológica ya que muestra las tendencias o intereses que tienen los agentes del entorno permitiendo que se logren innovaciones, aun si hay baja inversión específica en investigación y desarrollo, debido al conocimiento y experiencias de las fuentes externas (Delgado-Verde *et. al.*, 2011)

El mercado fue el segundo elemento que moldeó las condiciones para la adopción de innovaciones. Para el *Caso Teotihuacán*, el esquema de desarrollo de proveedores representó la construcción de relaciones comerciales duraderas que buscan la estabilidad y trazabilidad en los procesos de producción y derivó en inversión de recurso por parte del comprador (capital humano técnico) que continua fomentando la innovación; en el *Caso Mezquital*, aunque no hay una relación clara en donde el comprador del grano estimule la adopción de una tecnología específica, la competitividad del mercado representa una fuerza para la implementación de prácticas que aumenten la productividad, es decir, que los

productores están buscando ventajas competitivas para aumentar sus márgenes de ganancia y en dicho entorno las innovaciones validadas localmente que demuestran un ahorro en los costos de producción sin afectar el rendimiento resultaron de interés.

4.5.2 La red de actores

Se identificaron un total de 304 actores presentes en la red de los estudios de caso, 134 actores en Teotihuacán y 170 en Mezquital. El tamaño de las redes mostró la complejidad del fenómeno de escalamiento de innovaciones ya que cada actor presente cuenta con atributos que los distinguen y su comportamiento da forma a los vínculos que establecen en frecuencia, fuerza o comunalidad (Aguilar-Gallegos, N. *et. al.*, 2017). En el *Caso Teotihuacán* predominaron relaciones con actores locales y de lazos fuertes tales como familiares, otros productores referidos, así como actores relacionados directamente a la producción agrícola como los servicios de maquila (65% de los actores); mientras que en el *Caso Mezquital* destaca la participación de asesores técnicos y otros productores con experiencia, incluyendo familiares que en conjunto representan el 62% de los actores en la red (Figura 8). En ambos casos el escalamiento de innovaciones agrícolas ocurre en redes que dan un peso importante (dos terceras partes de la red) a las relaciones de tipo social o comunitario de su entorno rural y por lo tanto existen dimensiones culturales, políticas y socioeconómicas que funcionan como marco de referencia en el sistema productivo. Ahora bien, la presencia de otros actores de la cadena de valor, aunque en menor proporción, es un elemento que mejora la capacidad de innovar de los productores debido al conocimiento y experiencia que aportan. En los procesos de innovación agrícola, de la misma manera en el ámbito empresarial, se requiere de conocimientos complementarios que no son adquiridos únicamente por la difusión que realizan los programas de extensión sino mediante relaciones más duraderas como es el caso de los proveedores con quienes los productores han entablado confianza; esto es parte del capital relacional necesario para la innovación ya que el vínculo con proveedores y

clientes tiene influencia positiva sobre la innovación (Delgado-Verde *et. al.*, 2011).

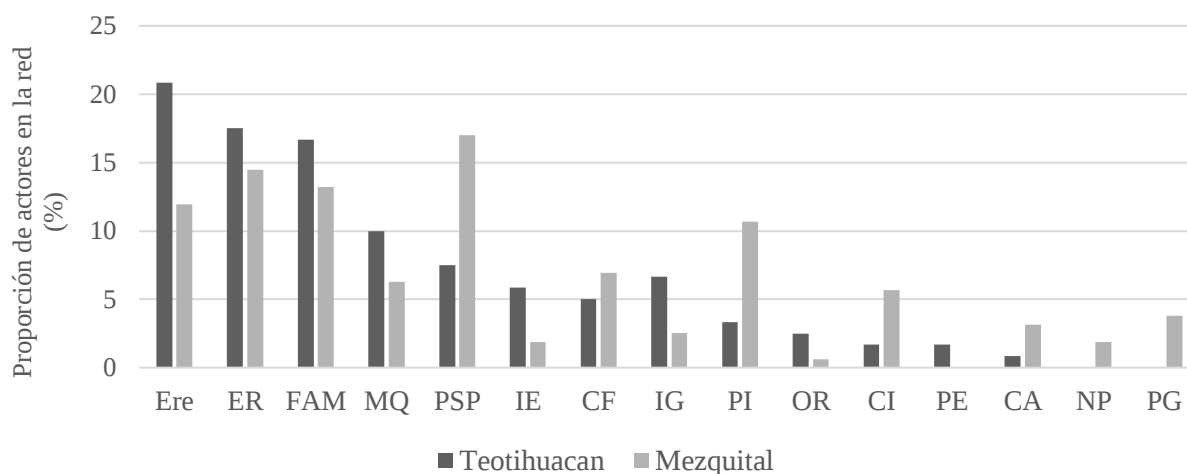


Figura 8. Diversidad de actores en las redes de maíz en los casos de Teotihuacán y Mezquital con quienes interactúan los productores (expresada en valor relativo)

Código tipo de actor: Ere/Empresa Rural Referida, ER/ Empresa Rural, FAM/ Familiar, MQ/ Maquinaria, PSP/ Prestador de Servicios Profesionales, IE/ Institución de investigación, CF/ Comprador Final, PI/ Proveedor de insumos, PG/ Proveedor de genética, OR/ Organización, CI/ Cliente intermediario, PE/ Proveedor de equipo, CA/ Acopiador, NP/ No productivo

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

En la red actual de actores vinculados en ambos estudios de caso destacó la presencia de cuatro tipos de actores, los más referidos fueron los familiares y el vínculos con otros productores, seguido empresas proveedoras de servicio e insumos; y finalmente el actor prestador de servicios profesionales quienes en el caso Mezquital forman parte de la venta de insumos y despachos con funciones de intermediación principalmente y en menor proporción son técnicos de instituciones de investigación o de gobierno. En el caso Teotihuacán la asesoría técnica la ha brindado en los últimos tres años el comprador, como parte de un modelo de negocio enfocado en la trazabilidad de un grano de especialidad producido con prácticas sustentables.

Los productores se relacionan de manera diferente para aprender innovaciones, tomar decisiones productivas, así como en el ámbito estratégico y comercial. En este punto es pertinente indicar que cada red responde a un tipo de

relacionamiento diferente, de modo que la red técnica al mostrar un grado alto de entrada indica que existen uno o más nodos que son dominantes como fuentes de información y aprendizaje. En la Tabla 5 se muestran: a) los indicadores de tamaño, densidad y el índice de centralización de las redes técnicas, de grandes actores y de confianza de ambos estudios de caso; así como b) de manera gráfica a los actores que conforman cada una de las redes mencionadas.

En el *Caso Teotihuacán*, la red técnica presenta un índice de centralización del 14% mientras en la red de relaciones claves actuales en temas de agricultura es del 12%. Al comparar las dos redes anteriores con la centralización de la red de confianza, también denominada de lazos fuertes que fue del 33%, se muestra como la dominancia de ciertos actores aumenta, jugando la asesoría técnica un papel central a quienes los productores consultan cuando tienen que tomar decisiones importantes en su producción. Algo similar ocurrió en el caso Mezquital, las redes técnica y de relaciones claves actuales presentaron un índice de centralización menor al de la red de confianza (2% y 9% respectivamente) destacando la participación de asesoría tanto de instituciones dedicadas a la transferencia de tecnología como de empresas proveedoras de insumos.

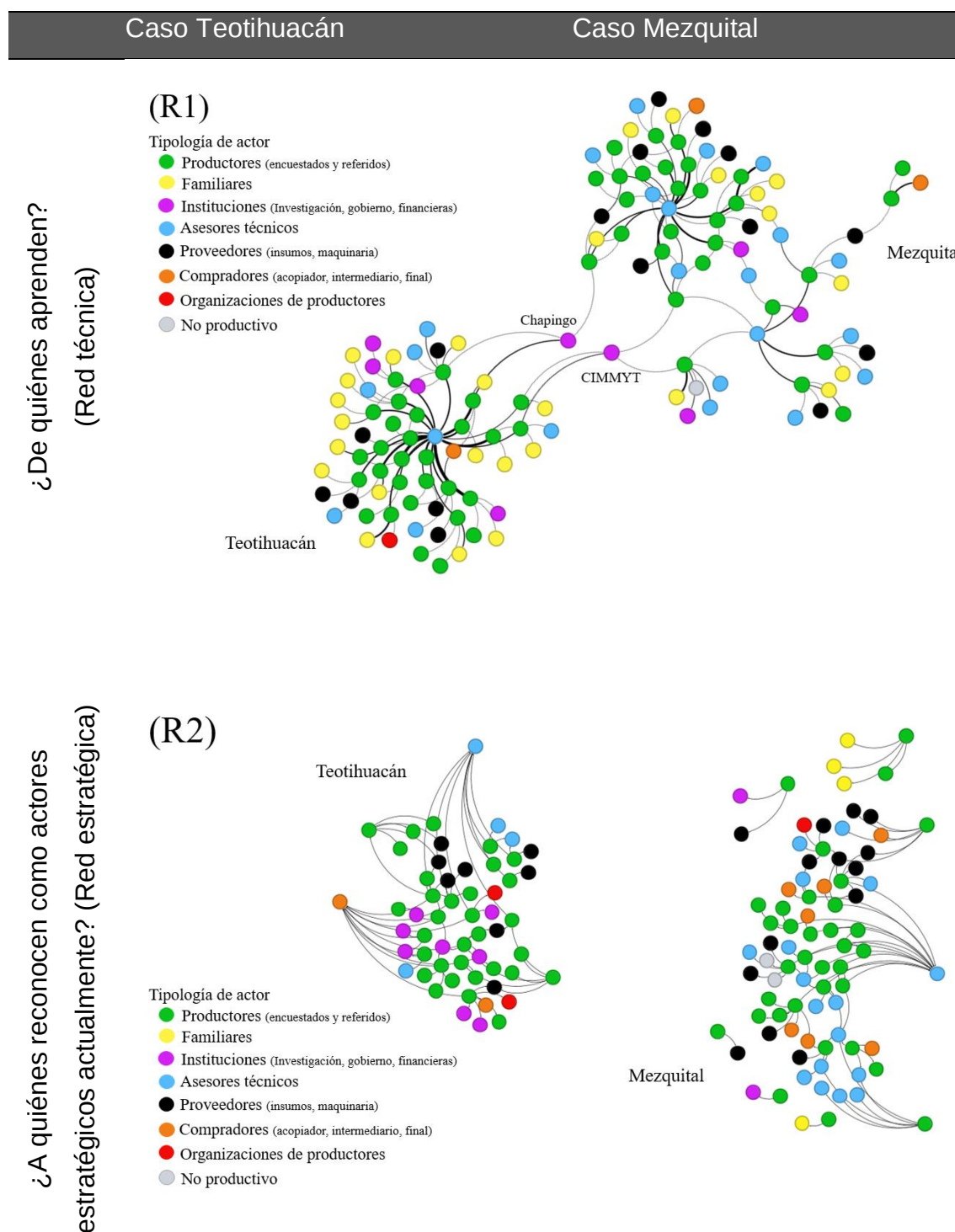
En ambos estudios de caso el resultado mostró que no hay dominancia de un actor en la red, pero sí que se existe una gestión de las relaciones con actores de la red de valor: proveedores, compradores, instancias de innovación y desarrollo (I+D) y agencias gubernamentales que conforman el capital relacional para el escalamiento. Las redes de mayor tamaño son las que tienen que ver con el aprendizaje y el acceso a información, mientras que la toma de decisiones en cuanto a los cambios tecnológicos ocurre en redes de menor tamaño.

Tabla 5. Estructura de las redes de los estudios de caso en Teotihuacán y Mezquital
a) Valores de los resultados numéricos del análisis de las redes técnica, estratégica y de lazos fuertes

Caso	Red	Tamaño	Densidad (%)	Centralización (%)
Mezquital	R1	73	1.62	2
	R2	78	1.45	2
	R3	50	1.80	9

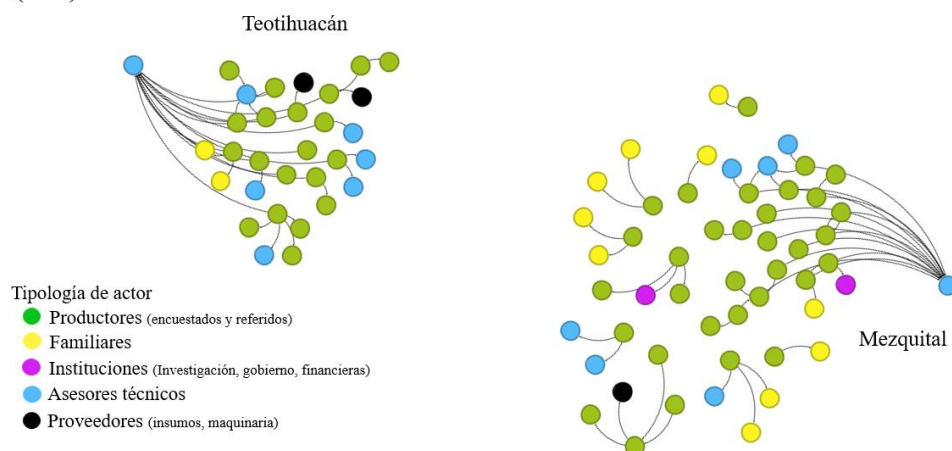
	R1	67	1.72	14
Teotihuacán	R2	58	2.12	12
	R3	36	2.94	33

b) Actores que conforman las redes técnica, estratégica y de confianza.



¿A quiénes toman en cuenta al tomar decisiones? (Red de confianza)

(R3)



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Desde el enfoque de escalamientos de tipo profundo se busca la formación de vínculos que permitan la adopción de innovaciones como parte de un cambio sistémico, y por lo tanto la densidad de la red permitió explorar atributos de la dinámica entre los actores tales como la frecuencia de encuentros, la oportunidad de la información y la calidad de las relaciones existen. El valor de densidad en ambos estudios de caso fue similar y mostró que no se requiere la existencia de la mayor cantidad de relaciones posibles siempre y cuando las que se encuentren sean funcionales para la gestión de la información. Entonces, se torna relevante la construcción de capital relacional que se basa en la diversidad de actores vinculados, la importancia de generar lazos soportados en la confianza y el conjunto de conocimientos adquiridos que permitan tomar decisiones.

La densidad de la red técnica en el *Caso Teotihuacán* es de 0.017 y para el *Caso Mezquital* es de 0.016; es decir que existe 1.7% y el 1.6% de las relaciones posibles respectivamente, lo que indica que son redes dispersas. Esto se debe a que los productores del primero se distribuyen en siete localidades de tres municipios (90% en Teotihuacán y el restante 10% entre Axapusco y Chiautla) y de manera similar, en el segundo caso se distribuyen en once localidades de

siete municipios (60.8% entre los municipios de Atitalaquia y Tlaxcoapan, y el resto distribuido entre los municipios de Mixquiahuala, Tetepango, Atotonilco, Chilcuautila y Tezontepec).

En ambos casos, la adopción de innovaciones es posible debido a la calidad de las relaciones existentes entre actores más que a la frecuencia de sus encuentros. El acompañamiento técnico facilitó momentos y espacios como capacitaciones o eventos demostrativos que sirvieron para la formación de lazos débiles. Como señala Granovetter (1973) los mejores lugares para difundir innovaciones provienen de los lazos débiles ya que diversifican la información y sirven de puente para el acceso con otras redes de conocimiento. El acompañamiento técnico propició la consolidación del grupo de productores que abastecen de grano de maíz especializado y facilitó la vinculación con proveedores de insumos mediante compras consolidadas, así como la calendarización de actividades para la entrega de grano de forma escalonada en el *Caso Teotihuacán*. De manera similar en el *Caso Mezquital*, la asesoría técnica vinculada a la investigación en plataformas permitió la difusión tecnologías relacionadas al manejo eficiente de la maquinaria y otras labores que representan una reducción en los costos de producción para la preparación del suelo, así como el intercambio de información con actores tales como los maquileros que son útiles para la adaptación de las innovaciones.

En los casos analizados predominan las redes heterofílicas (Figura 9), en ambos casos las redes de actores clave estratégicos que tienen los productores son redes con tendencia también a las relaciones con actores diferentes a ellos (heterofilia) lo que refuerza la importancia del capital relacional. Lo anterior refuerza el planteamiento de que las redes actúan como canales mediante los cuales fluye la información; facilitando así el intercambio de conocimiento intangible y vínculos para el relacionamiento que permita la adquisición de bienes y servicios (Josefa et al., 2016). El rol de los asesores técnicos, como gestores de la red, fue diversificar las redes de actores clave estratégicos y por tanto ampliar el conocimiento (R5).

En las redes técnicas (R1), si bien en ambos casos se encontró una tendencia a la heterofilia, el *Caso Mezquital* tiene un valor cercano a 0, es decir que está

equilibrada en términos del tipo de actores con quienes los productores tienen vinculación para el aprendizaje. Este valor se puede explicar debido al modelo de gestión del conocimiento implementado en el territorio en donde la transferencia de tecnologías se propicia por la validación en parcelas con productores de la localidad que fungen como difusores del conocimiento en interacción con asesores. Para el *Caso Teotihuacán*, ya que la propuesta de valor del maíz criollo en dicho mercado especializado es el abasto de grano sin tratamiento químico y con procesos de trazabilidad en el manejo del cultivo, el acompañamiento técnico ha fomentado la adopción de tecnologías relacionadas a un manejo postcosecha estandarizado. Sin embargo, para otras tecnologías productivas, tales como la accesoión de semillas y la mecanización, la información proviene de diversos actores, por lo que el indicador E-I Índice de la red técnica (R1) tiende a la heterofilia.

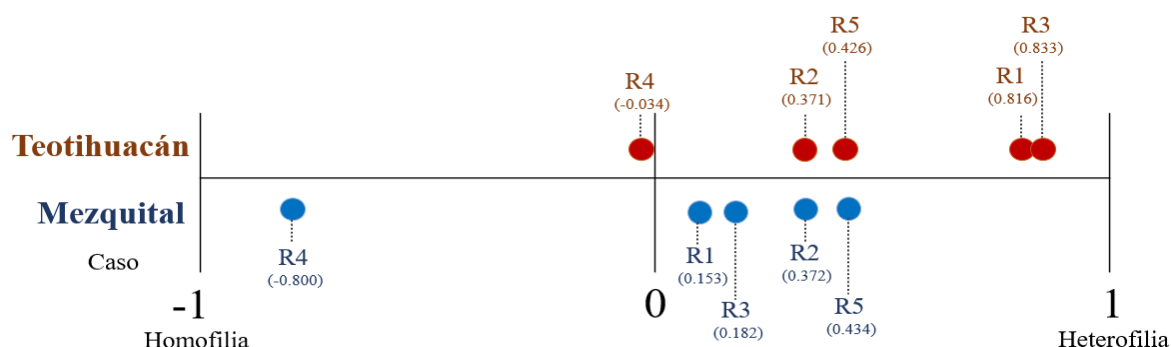


Figura 9. E-I Índice de las redes técnicas, estratégicas, sociales y comerciales de los estudios de caso

Red: técnica (R1), actores clave de los productores (R2), social para toma de decisiones productivas (R3), comercial de venta de producto – grano maíz (R4), estratégica de capital relacional (R5)

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

El tipo de tecnologías que escalan está definido por la dinámica económica del entorno. El *Caso Teotihuacán* tiene vinculación a un mercado de especialidad, para el cual las características de calidad e inocuidad del grano son parámetros que influyen las tecnologías de mayor adopción. La mayor tasa de adopción fue para la tecnología de manejo postcosecha, seguida del uso de razas criollas y la aplicación de tecnologías para un manejo natural e integrado (uso de

micorrizas y el uso de trampas de feromonas para el control de gusano cogollero) (Figura 10). En contraste, en el *Caso Mezquital* los productores adoptaron tecnologías que complementan el sistema existente y que mejoran su margen de utilidad, como el uso del implemento para la labranza en línea de siembra (striptill), que es una de las tecnologías con mayor tasa de adopción en la población estudiada, seguido de tecnologías para el manejo de residuos y tecnologías relacionadas a la nutrición del cultivo. Tecnologías como el uso de híbridos de maíz, el tratamiento de semillas y la rotación de cultivos, son prácticas adoptadas desde hace más de 30 años; de modo que para este estudio se consideraron como “*prácticas comunes*”, aunque para cada una de ellas sigue habiendo investigación, difusión y adaptación de innovaciones como lo es el recambio varietal y la demanda de una mayor oferta de híbridos adaptados a la zona. Otras innovaciones que se siguen validando son la incorporación de otros cultivos en el esquema de rotación para el ciclo de invierno y el tratamiento de semillas que prevenga enfermedades que se han presentado recientemente por efecto de los cambios de temperatura y período de sequía en la región como es el caso del *Fusarium verticillioides*.

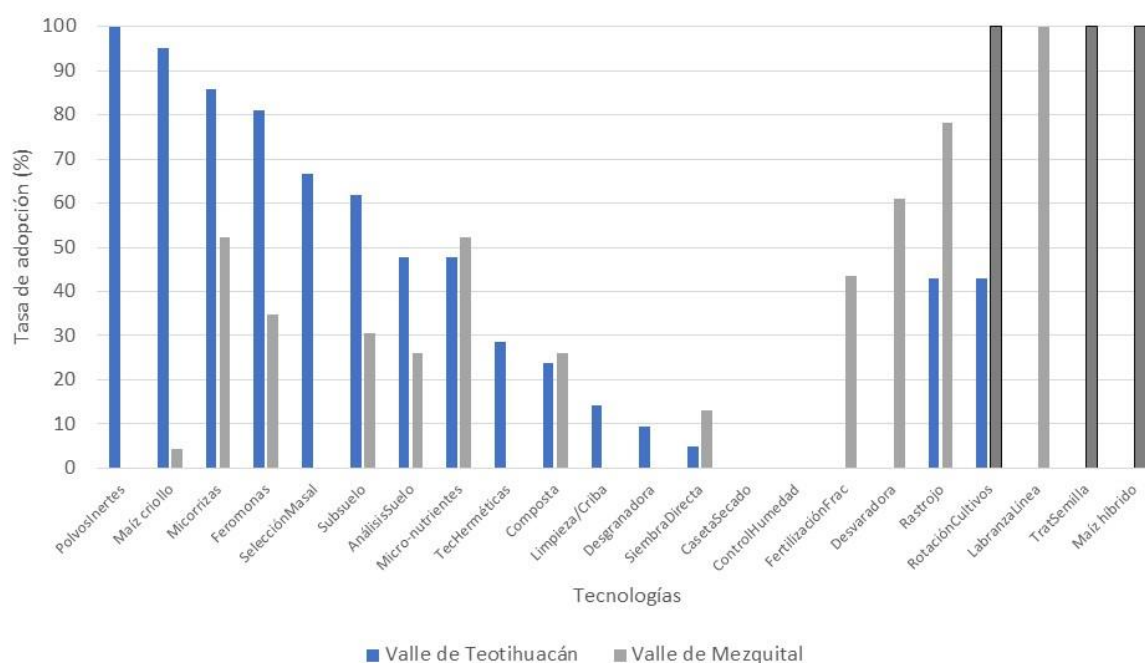


Figura 10. Diferencia en la Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI) en los estudios de caso Mezquital y Teotihuacán

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

En ambos casos la demostración *in situ* del manejo de las tecnologías fue importante para tomar una decisión de adoptarlas, para lo cual la vinculación con asesores técnicos y actores de I+D fue fundamental.

4.6 Conclusiones

La diversidad de actores y su relacionamiento es una condición necesaria para propiciar el acceso de la innovación y a través del mapeo de redes en el estudio de dos casos se encontró que dominan las relaciones los lazos externos, sobre todo en las redes técnica y estratégica; es decir que las redes con tendencia a la heterofilia son redes con actores vinculados de manera más efectiva para el escalamiento de tecnologías.

La gestión de la red representa la primera fuerza catalizadora del escalamiento. El acompañamiento técnico (público o privado) diseñado para brindar capacitación y fungir como tejedor del capital relacional intermediando en la cadena de valor, mostró ser un elemento importante para la configuración de la red de productores y otros actores del entorno. El mercado representa la segunda fuerza catalizadora del escalamiento, y las estrategias como el desarrollo de proveedores propicia la formación de socios estratégicos en donde existe ganancias recíprocas que permiten la mejora continua en habilidades técnicas, productivas y administrativas.

Dado que la vinculación de diversos actores de la red de valor es parte central de los modelos de intervención basados en la gestión de la innovación, éstos contribuyen de manera sistemática en propiciar momentos y espacios para el tejido relacional. Aún así, se requiere de ampliar el entendimiento de las dinámicas del actor quien es sujeto de la intervención (el productor) con otros actores de su entorno, así como de los contextos comerciales y de políticas públicas y sociales que afectan su toma de decisión productiva.

Los estímulos para la adopción de innovaciones agrícolas tienen que ver con el entorno, en el estudio de caso de Teotihuacán, la innovación tecnológica se enfocó en aquellas relacionadas a la calidad del grano para abasto especializado, de modo que fueron las características de calidad, más que la cantidad de grano producido, lo que sirvió como estímulo para la adopción; en

casos como éste, el mercado juega un papel dominante cuando además incorpora como parte de su modelo de negocio al acompañamiento técnico. Esto facilita la gestión del capital relacional con proveedores especializados mediante la gestión de la red para el acceso de información y aprendizaje. En este sentido el esquema de desarrollo de proveedores juega un papel central en la innovación.

En el estudio de caso del Mezquital, las tecnologías que representaron una reducción en los costos de producción sin que hubiera merma del rendimiento fueron las de mayor interés para los productores. En este tipo de casos, la función de validación en parcelas demostrativas de nivel comercial vinculadas a la investigación local en coordinación con organismos de I+D, donde convergen tanto productores como proveedores de insumos y usuarios difusores de tecnologías como los maquileros, facilitó la adopción de innovaciones.

El capital relacional evidenciado en este estudio, en donde las relaciones de lazos débiles dominaron a las redes técnicas y estratégicas por la diversidad de actores presentes, es un elemento estructural que propicia el escalamiento de tipo vertical. La información y el conocimiento son la base para la innovación, y desde la perspectiva del escalamiento profundo las fuentes personales e informales son las más utilizadas para la toma de decisiones del manejo agrícola.

4.7 Limitaciones y perspectivas del estudio

En este estudio se priorizó el análisis de información de los actores adoptantes, es decir de los productores y las distintas configuraciones de red en su entorno; para futuras investigaciones es pertinente complementar el entendimiento de la relación entre actores desde un enfoque de escalamiento tomando en cuenta la opinión de otros eslabones de la cadena de valor. Las dinámicas de competencia entre actores proveedores pueden tener una influencia “desaceleradora” del escalamiento de tecnologías y es por tanto necesario profundizar en el entendimiento del entorno comercial, de política pública y social que existe entre actores de los demás eslabones de la cadena y no sólo desde la visión técnica de la innovación y el escalamiento que persiguen las agencias de investigación y extensión.

Un análisis del estado actual de las tecnologías, tanto las innovaciones centrales como las complementarias y la red de actores que las soportan, brindará mayor claridad sobre los factores relacionados con la adopción que tienen influencia en el escalamiento. Además, estudios que profundicen en el efecto del mercado y las intervenciones de programas (subsidios) como facilitadores del entorno complementarían significativamente el entendimiento del proceso de escalamiento de innovaciones agrícolas.

4.8 Literatura citada

- Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., & Aguilar-Ávila, J. (2017). Análisis de redes sociales: Conceptos clave y cálculo de indicadores. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Serie: Metodologías y herramientas para la investigación, Volumen 5.
- Cramer, L. (2024). Linking science with policy: the importance of incorporating clear roles for knowledge brokers into research-for-development organizations. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1359190>
- Kochetkov, D. M. (2023). Innovation: A state-of-the-art review and typology. *International Journal of Innovation Studies*, 7(4), 263–272. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2023.05.004>
- Castro-Castell, O. P., Yepes-Lugo, C. A. Y.-L., & Ojeda-Pérez, R. M. (2016). Desarrollo de proveedores. Elementos y procesos de promoción. *Clío América*, 10(19), 65. <https://doi.org/10.21676/23897848.1682>
- Coller, X. (2005). *Estudio de casos* (2nd ed.). Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Delgado-Verde, M., Martín-de-Castro, G., Navas-López, J. E., & Cruz-González, J. (2011). Capital social, capital relacional e innovación tecnológica. una aplicación al sector manufacturero español de alta y media-alta tecnología. *Cuadernos de Economía y Dirección de La Empresa*, 14(4), 207–221. <https://doi.org/10.1016/j.cede.2011.04.001>

- Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215–239. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)
- Gallegos-Aguilar, N., Martínez-González, E. G., & Aguilar-Ávila, J. (2017). *Análisis de redes sociales: Conceptos clave y cálculo de indicadores*. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Serie: Met.
- Gardeazabal, A., Lunt, T., Jahn, M. M., Verhulst, N., Hellin, J., & Govaerts, B. (2021). Knowledge management for innovation in agri-food systems: a conceptual framework. *Knowledge Management Research & Practice*, 00(00), 1–13. <https://doi.org/10.1080/14778238.2021.1884010>
- Gebreyes, M., Mekonnen, K., Thorne, P., Derseh, M., Adie, A., Mulema, A., Kemal, S. A., Tamene, L., Amede, T., Haileslassie, A., Gebrekirstos, A., Mupangwa, W. T., Ebrahim, M., Alene, T., Asfaw, A., Dubale, W., & Yasabu, S. (2021). Overcoming constraints of scaling: Critical and empirical perspectives on agricultural innovation scaling. *PLoS ONE*, 16(5 May), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251958>
- Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360–1380.
- Hanneman, R. A. (2001). *Introduction to social network methods*. University of California. <http://wizard.ucr.edu/~rhannema/networks/text/textindex.html>
- Hermans, F., Sartas, M., Van Schagen, B., Van Asten, P., & Schut, M. (2017). Social network analysis of multi-stakeholder platforms in agricultural research for development: Opportunities and constraints for innovation and scaling. *PLoS ONE*, 12(2), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169634>
- INEGI. (2023, May 31). *Resultados oportunos*. [Www.Inegi.Org.Mx](http://www.inegi.org.mx).
- Jiménez-Carrasco JS, Rendón-Medel R, Díaz-José J, Segura-Salazar CM (2023) Nadie innova más de lo que sus relaciones le permiten: El caso de pequeños productores. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* Núm. Esp. III: e3718. DOI: 10.19136/era.a10nIII.3718.

- Josefa, M., Corral, S., De Gortari, R., & Coordinadoras, R. (2016). *Las redes: herramientas para la competitividad de las empresas rurales en México*.
- Krackhardt, D., & Stern, R. N. (1988). Informal Networks and Organizational Crises: An Experimental Simulation. *Social Psychology Quarterly*, 51(2), 123. <https://doi.org/10.2307/2786835>
- Low, J. W., & Thiele, G. (2020). Understanding innovation: The development and scaling of orange-fleshed sweet potato in major African food systems. *Agricultural Systems*, 179(December 2019), 102770. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102770>
- Martín de Castro, G., Alama Salazar, E. M., López Sáez, P., & Navas López, J. E. (2009). El capital relacional como fuente de innovación tecnológica. *Innovar*, 119–132.
- Moore, M.-L., & Riddell, D. (2015). Scaling Out, Scaling Up, Scaling Deep: Strategies of Non-profits in Advancing Systemic Social Innovation and the learning processes to support it. In *Journal of Corporate Citizenship*. <https://doi.org/10.9774/gleaf.4700.2015.ju.00009>
- Muñoz, M.; Rendón, R.; Aguilar, J. y Altamirano, R. 2007. Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM. Texcoco, Estado de México, México.
- Odjo, S., Palacios-Rojas, N., Burgueño, J., Corrado, M., Ortner, T., & Verhulst, N. (2022). Hermetic storage technologies preserve maize seed quality and minimize grain quality loss in smallholder farming systems in Mexico. *Journal of Stored Products Research*, 96, 101954. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2022.101954>
- PNUD. (2023). *ODS Cadena de valor: Desarrollo de proveedores*. Programa de Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. <https://www.undp.org/es/sdgvaluechains/desarrollo-de-proveedores>
- Prain, G., Wheatley, C., Odsey, C., Verzola, L., Bertuso, A., Roa, J., & Naziri, D. (2020). Research-development partnerships for scaling complex innovation: Lessons from the Farmer Business School in IFAD-supported loan-grant collaborations in Asia. *Agricultural Systems*, 182(January 2019), 102834. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102834>

- Ramírez-López, A., Désirée Beuchelt, T., & Velasco-Misael, M. (2013). Factores de adopción y abandono del sistema de agricultura de conservación en los valles altos de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10(2), 195–214.
- Rendón-Medel, R. (2021). *Fundamentación y lineamientos para la identificación de redes de innovación en el sector Rural*. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya, FENALCE.
- Rodríguez-Espinosa, H., Ramírez-Gómez, C. J., & Restrepo-Betancur, L. F. (2016). Nuevas tendencias de la extensión rural para el desarrollo de capacidades de autogestión. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(1), 31–42. https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num1_art:457
- SAGARPA. (2017, November 6). *Impulsan SAGARPA y CIMMYT acompañamiento técnico a beneficiarios de PROAGRO Productivo*. <https://www.gob.mx/agricultura/7Czacatecas/Articulos/Impulsan-Sagarpa-y-Cimmyt-Acompanamiento-Tecnico-a-Beneficiarios-de-Proagro-Productivo-142513>.
- Sartas, M., Schut, M., Proietti, C., Thiele, G., & Leeuwis, C. (2020). Scaling Readiness: Science and practice of an approach to enhance impact of research for development. *Agricultural Systems*, 183(June), 102874. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102874>
- Scott, J. (2005). Social Network Analysis as an Analytic Tool for Interaction Patterns in Primary Care Practices. *The Annals of Family Medicine*, 3(5), 443–448. <https://doi.org/10.1370/afm.344>
- Ubels, Jacobs. F., & Woltering, L. (2018). *The Scaling Scan - A practical tool to determine the strengths and weaknesses of your scaling ambition*.
- Van Loon, J., Gutiérrez Muñoz, N. O., Alarcón González, F., Morales Garcilazo, F., Sonder, K., González Ramos, A., Benavidez Real, J., Aguillón Aguillón, A., Casaya Rodríguez, T. A., García Santiago, J. O., Leal González, A. J., Cabello, J. A., Tovar López, E., & Pérez Medel, E. (2023). *Innovación y resiliencia: Una mirada al impacto de los Hubs en México*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10883/22608>

Woltering, L., & Boa-Alvardo, M. (2021). Insights on scaling of innovations from agricultural research for development: views from practitioners. *Knowledge Management for Development Journal*, 1–19.

CAPÍTULO 5. ¿QUÉ ORIENTA LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES AGRÍCOLAS? UN ANÁLISIS Y PRIORIZACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS PRODUCTORES⁴

5.1 Resumen

En la agricultura, como en otros ámbitos económicos, la forma en que se construye la decisión de innovar es compleja. Para los programas de desarrollo rural es crucial lograr impactos a escala en los medios de vida de las personas y un entendimiento más profundo de la adopción de innovaciones puede contribuir a tal meta. Basado en un estudio de los tres estratos de productores de maíz dominantes en el centro México, se analizaron y priorizaron las tecnologías adoptadas como una contribución al entendimiento del escalamiento. Mediante un análisis multicriterio se reconoció que la decisión de adoptar innovaciones es dominada por los atributos relacionados al funcionamiento de las tecnologías. Los criterios relacionados a la certidumbre (eficacia) y la disponibilidad de las tecnologías (territorialidad y suficiencia) son los que explican en mayor medida la valoración positiva para la adopción. Entre los estratos de agricultura familiar con venta de sus excedentes, agricultura de transición y de tipo empresarial con rentabilidad frágil; aunque todos están vinculados al mercado, su toma de decisión de adoptar tecnologías no se rige principalmente por las características económicas de la innovación. Nuestros resultados brindan evidencia de la relevancia que tiene el contexto en la adopción de innovaciones; las tecnologías mejor valoradas tienen como fuente de información y aprendizaje a otros productores. Las innovaciones difundidas por programas de extensión deben ser diferenciadas dada la diversidad de tipologías de productores existentes, sobre todo si las intervenciones tienen la perspectiva de transitar hacia cambios sistémicos con impactos sostenidos.

⁴ Esta sección se estructuró siguiendo los lineamientos establecidos en el Manual para la Elaboración del Documento de Graduación (2016). Algunos resultados de esta sección fueron presentados en el VI Congreso Internacional de Extensión Rural (CIER 2024), con sede en la Universidad de Antioquia, Colombia. La ponencia llevó por título “Más allá de la difusión de innovaciones: implicaciones de la perspectiva de escalamiento en la extensión rural”.

Palabras clave: Atributos de la innovación, multicriterio, PROMETHEE, tipología de productores.

5.2 Introducción

El sector rural es un escenario de estudio complejo en donde sus actores se relacionan de manera particular en las dimensiones del sistema sociotécnico existente tales como el mercado, la ciencia, la cultura, la tecnología y la política (Geels, 2019). En un país como México, en que el 97% de su superficie corresponde a áreas rurales (INEGI, 2023), estudiar los procesos que generan cambios en los sistemas agrícolas resulta relevante por las condiciones de desigualdad y pobreza que prevalecen a pesar de décadas de intervenciones a través de programas orientados a la productividad (CONEVAL, 2020).

Aunque la mitad del territorio mexicano es destinado a la producción agropecuaria y forestal, la *desagrarización* del entorno rural es un fenómeno que en las últimas tres décadas ha dado como resultado que la agricultura sea una actividad que complementa la economía de más de 3.5 millones de familias (Carton de Grammont, 2009; FAO & SAGARPA, 2014), es decir que la agricultura forma parte de un sistema multiactivo en la generación de ingreso de las unidades familiares. Esta realidad es un marco que no se puede obviar cuando se planean, ejecutan y evalúan programas que buscan generar impactos a escala en el sector rural.

Dentro de este contexto, domina en México una población rural que participa de la producción para el mercado local o el autoconsumo, y para quienes el riesgo de innovar es un criterio que orienta la adopción de tecnología debido a las estrategias de reproducción social que tienen las unidades productivas (Damián Huato et al., 2008; Hernández Flores, 2021). Se entiende por modelos reproductivos en las prácticas sociales al conjunto de estrategias de los agentes, definidos por su posición en un sistema y los instrumentos de acción tales como las instituciones o la cultura (Passeron, 1983). Dichos procesos tienden a asegurar la estabilidad del régimen sociotécnico, lo que conlleva a un entendimiento más profundo respecto de los cambios que son o no incorporados (Geels, 2019).

Cualquier tecnología innovadora representa un cambio que tendrá implicaciones positivas o negativas en un sistema productivo sobre todo si son de tipo radical o disruptivo (Botterill & Mazur, 2004). Las tecnologías y prácticas productivas están inmersas en procesos con jerarquías, distribución de tiempo, poderes, roles y relaciones con el entorno, así como por las condiciones medioambientales y la presión que ejerce el cambio climático. Por tanto, propiciar cambios sistémicos a partir de la inserción de nuevas herramientas, prácticas o formas organizativas es un proceso con múltiples niveles, direcciones y actores (Leeuwis et al., 2021; Wigboldus et al., 2016).

Las zonas rurales han sido en México, como en muchos países, objeto para la intervención de proyectos que buscan su desarrollo como parte de una política pública nacional a través de la extensión y el fomento de la innovación (Santos Chávez et al., 2019). Sin embargo, ha faltado mejorar el enfoque de la implementación de programas en el ámbito del desarrollo rural a sabiendas de que, en el sector agrícola como medio del extensionismo, la materia prima no son los cultivos, ni el suelo, ni los artefactos; sino los individuos vinculados a las técnicas y actividades que tienen que ver con el aprovechamiento de los recursos naturales para la producción de alimentos. Se requiere entonces de un entendimiento amplio de la difusión y la adopción dada la complejidad de las diferentes dimensiones que los explican (Wigboldus et al., 2016).

A la fecha, las intervenciones de programas en la agricultura siguen estando dominadas por la difusión de tecnologías y una baja eficacia en la adopción (Díaz-Espinosa et al., 2019; Landini, 2016; Santos Chávez et al., 2019). Se entiende poco y se invierte menos recurso en procesos complejos como los escalamientos de tipo vertical o profundo que implican transitar a través de cambios en estructuras moldeadas por el entorno. Esta falta de atención a la complejidad del sistema limita el logro de impactos y genera efectos no deseados en entornos donde previamente ya existen asimetrías entre distintos grupos interseccionales de la sociedad (McGuire et al., 2024).

Es por lo tanto relevante estudiar el proceso de adopción desde la visión de los usuarios tecnológicos. Un punto de partida para atender la complejidad del entorno rural es asumir que los productores tienen diferentes características y

necesidades, así como percepción del riesgo de innovar, aunque pertenezcan a una misma región y las condiciones agroclimáticas de producción sean similares (Allub, 2001; Escamilla et al., 2019; Santos Chávez et al., 2014). La habilidad que tienen los individuos para definir sus propias metas y actuar en consecuencia ya sea de forma independiente o como colectivo (Petesch, 2022) moldea el resultado de las intervenciones públicas o privadas en el ámbito del desarrollo rural que promueven innovaciones agrícolas.

Dado que el escalamiento está relacionado con los actores involucrados no sólo en la validación, uso y difusión de las innovaciones; sino también con las dinámicas que forman parte de la agencia de los individuos en la toma de decisiones. Este trabajo abordó la problemática del sector rural como un estudio social de la tecnología con el objetivo de analizar y priorizar las tecnologías adoptadas por tres estratos de productores de maíz en la región de Valles altos de México como una contribución para el entendimiento del escalamiento que permitió responder si i) ¿hay algún elemento que domine la toma de decisión de adoptar una innovación? y ii) ¿Qué características percibidas por los productores son importantes en las innovaciones adoptadas?

Los resultados del presente trabajo serán de importancia práctica para la población científica interesada en el estudio del fenómeno de escalamiento que actualmente analizan diferentes programas de innovación y desarrollo (I+D) y que discuten el impacto que debe tener la aplicación de dichos programas en la sociedad. Adicionalmente, muestra utilidad para directivos y agentes técnicos de programas de extensión quienes se enfrentan a un constante cuestionamiento del porqué muchas tecnologías no son adoptadas a pesar de ser opciones novedosas que responden a las crisis actuales de degradación y cambio climático.

La información del artículo se organizó en cinco secciones. Además de esta primera sección introductoria que plantea la problemática y nuestro interés por estudiar el fenómeno de la adopción, en la segunda sección se muestra el marco de referencia que permite destacar los principales conceptos en especial los relacionados con el tema de escalamiento y las bases teóricas sobre adopción de innovaciones; en la tercera sección se especifica el método utilizado; en la

cuarta sección se presentan los resultados y discusión, para finalmente mostrar las conclusiones en la quinta sección.

5.3 Marco de referencia

En este estudio tomamos como marco referencial un término que en los últimos años se ha insertado en las discusiones sobre desarrollo y que llega a ser en muchos casos el objetivo de las intervenciones de programas de extensión: el escalamiento. En primer lugar, debemos situar al concepto de escalamiento en el contexto de los programas de desarrollo (Guerrero et al., 2011). Cada vez con más frecuencia los donantes e inversores de programas e investigación buscan que sus recursos generen impactos que sean sostenidos en el tiempo y en un número grande de beneficiarios; es decir que requieren que su gasto genere beneficios a escala (Gebreyes et al., 2021).

Los primeros estudios que utilizaron un enfoque de escalamiento fueron en las áreas de desarrollo internacional, salud y agricultura; se llevaron a cabo para medir cualitativamente el alcance de las intervenciones principalmente en África (Breaugh et al., 2021). En la última década el término de “ciencia del escalamiento” ha llamado la atención de investigadores y operadores de programas como un enfoque para optimizar los impactos desde el diseño, la gestión y la evaluación de las investigaciones (McLean & Gargani, 2019).

De manera general el escalamiento se refiere al incremento en el uso de innovaciones más allá del grupo involucrado en su diseño y validación (Sartas et al., 2020) y la generación de impactos en la sociedad (McLean & Gargani, 2019). No obstante, a pesar del consenso cada vez mayor entre los investigadores y operarios de programas de desarrollo sobre las diversas dimensiones en que ocurre el escalamiento, falta profundizar en los elementos que facilitan o dificultan los cambios que periten impactar en los medios de vida del sector rural. Actualmente, entre la comunidad de práctica del escalamiento (Scaling Community of Practice, por su nombre en inglés <https://scalingcommunityofpractice.com/>) las discusiones sobre nuevas perspectivas de análisis del fenómeno han tomado relevancia en dos grandes áreas:

La primera toma en cuenta las dinámicas de actores que transforman condiciones institucionales de políticas públicas, estrategias, colaboraciones y vinculaciones de la cadena de valor; a este proceso se le ha denominado escalamiento vertical '*Up-Scaling*' (Ubels & Woltering, 2018; Pound et al., 2003). Para instrumentar y hacer funcional este concepto, se han desarrollado herramientas como "*Scaling Readiness*" o "*Scaling Scan*" que se aproximan a un entendimiento de la diversidad de elementos que permiten también definir estrategias para otras formas de escalamiento como el horizontal '*Out-Scaling*'. La segunda alberga escuelas de pensamiento que hacen énfasis en los actores y por tanto en los procesos de cambios basados en el conocimiento y la agencia colectiva; denominado escalamiento profundo '*Deep-Scaling*' (Breaugh et al., 2021; Leeuwis et. al., 2021). El escalamiento profundo es un proceso que tiene como escenario la relación entre actores, la forma en que toman decisiones, la manera de organizarse y la estrategia para gestionar los riesgos de innovar. Diversos ejemplos han mostrado que extrapolar un buen piloto no precisamente deriva en la apropiación de innovaciones que se reflejen en cambios positivos en el mediano plazo si no se toman en cuenta las particularidades del entorno rural cultural, social y económico en que las tecnologías son usadas (Woltering 2019). Lo que sigue ocurriendo es que las innovaciones son funcionales para los usuarios en tanto exista un soporte externo, es decir que el riesgo de la innovación sea apalancado por actores públicos o de investigación. Una respuesta para mejorar las intervenciones de programas de desarrollo fue la incorporación de una perspectiva de gestión sistémica en las herramientas de políticas públicas de fomento a la innovación: incorporar en programas de extensión agrícola la función de gestión de la innovación. En México, se implementaron programas de acompañamiento técnico financiados por el gobierno federal que contemplaron el establecimiento de estructuras para la investigación con actores locales de modo que la difusión de innovaciones ocurriera a partir del intercambio de conocimiento a nivel local (Gardeazabal et. al., 2021). Dos ejemplos de gestión sistémica del conocimiento fueron el programa público MasAgro implementado en la década de 2010 y el programa Proagro Productivo

(SAGARPA, 2017) incorporado a dicho esquema a finales de la década que buscaban aumentar la productividad a través de la articulación de la red de actores del sector agrícola de granos y cereales; ambos programas hicieron uso de la adaptación de tecnologías orientadas por las especificaciones del entorno agroecológico, la difusión mediante el uso de parcelas demostrativas y el fortalecimiento de capacidades de diversos actores de la red de innovación como elementos facilitadores de un entorno de gestión de la innovación.

Este tipo de estrategias se ven limitadas si no se toma en cuenta la forma en que los individuos estructuran la decisión de adoptar o no adoptar una innovación. Los postulados teóricos de Rogers (1983) sobre el proceso de innovación plantean dos etapas antes de que ocurra la decisión de adoptar: I) la formación de conocimiento sobre el funcionamiento de la innovación que es una etapa predominantemente cognitiva derivado de un proceso de aprendizaje y experiencia, y II) la persuasión en la que los individuos forman a partir de evidencias una actitud ante la innovación lo que hace a este tipo de pensamiento una función afectiva.

La decisión de incorporar (adoptar) algo nuevo (innovación) a una actividad conocida es un proceso que va desde el primer contacto con la innovación hasta la construcción de una actitud ante el cambio. Los individuos evalúan diversos aspectos de lo nuevo que se les presenta y las implicaciones que dicha alternativa tendrá ante lo que ya conocen. Una innovación que se adopta entonces debe tener atributos tales como la ventaja relativa, accesibilidad, compatibilidad con el sistema existente, menor complejidad para su aprendizaje, posibilidad de experimentarse y visibilidad de sus resultados (OECD, 2005; Triana Riveros & Marini Thomé, 2021).

5.4 Metodología

El estudio se realizó en la región de Valles Altos en el centro de México; específicamente, la muestra proviene de la franja productiva que va desde la zona nororiente del estado de México hasta los municipios que conforman la región del valle del Mezquital en el estado de Hidalgo como se muestra en Figura 11. A partir de una población de 150 productores atendidos en los programas federales de extensión MasAgro y Proagro Productivo

implementados en México entre los años 2016 y 2019, se seleccionó para este estudio una muestra de 45 productores. La muestra seleccionada proviene de la implementación metodológica de un programa mexicano de extensión basado en redes de innovación, denominado Hub, desde 2011 (Van Loon, J. et. al., 2023); dicha metodología propició dinámicas de articulación de actores productivos, de investigación, públicos y privados como entorno habilitador para el escalamiento



Figura 11. Mapa de México con la ubicación geográfica del estudio

Los productores entrevistados se dividieron en tres estratos, cada grupo estuvo compuesto por un panel de 15 productores de maíz. Se utilizó el método de análisis mixto porque permitió una mejor comprensión de la complejidad de aspectos estudiados en la adopción de innovaciones (Hernández Sampieri et al., 2010). Los grupos seleccionados fueron el estrato 2 (E2) que son unidades familiares de subsistencia con vinculación al mercado, el estrato 3 (E3) que son unidades en transición y el estrato 4 (E4) que son unidades empresariales con rentabilidad frágil. Estas formas de agrupación representan cerca del 70% de las Unidades Económicas Rurales (UER) en México cuya clasificación se basa en parámetros económicos tales como ingreso promedio, inserción en la actividad comercial, conformación del ingreso familiar y niveles de pobreza (FAO & SAGARPA, 2014).

Se evaluaron 10 innovaciones agrícolas difundidas los últimos siete años en los estados de México e Hidalgo. Las innovaciones fueron: rotación de cultivos, implemento subsuelo, manejo de rastrojo, implemento striptill, análisis de suelo, aplicación de micronutrientes, micorrizas, composta, uso de feromonas y uso de polvos inertes. Para la recolección de la información se hizo una variación a la

metodología de panel de expertos en la que los integrantes de cada panel fueron entrevistados sobre las tecnologías por separado a fin de evitar respuestas consensuadas entre los productores, esto se hizo para eliminar el sesgo en la valoración de los atributos de las tecnologías.

El instrumento de colecta utilizado para este estudio fue una cédula de valoración del desempeño de la tecnológica que permitió la evaluación de los atributos que dan forma a la decisión de adoptar innovaciones. Se tomó como referencia la herramienta del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) para la definición de atributos ya que propone una metodología para el análisis de fenómenos complejos (Maser et al., 2000), y que para nuestro trabajo sobre adopción de innovaciones constituyó un fenómeno de construcción multidimensional. Los atributos definidos en este estudio se basaron en las características de la innovación percibidas en la etapa de “persuasión”: ventaja relativa, compatibilidad, que sea observable y practicable (Rogers, 1983). Tomando en cuenta la serie de propiedades generales identificadas anteriormente, en este estudio se proponen cuatro atributos básicos de la adopción. Los atributos utilizados para medir la valoración de los productores se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Características, atributo y criterios utilizados en la valoración tecnológica

Característica	Atributo	Criterio	Definición
Practicable	Disponibilidad	Territorio (Tr)	La tecnología se encuentra a nivel de localidad o región. Los usuarios pueden conseguirla fácilmente para su uso. Este criterio podría indicar la presencia de estructuras de validación demostrativa en la zona, la adquisición de dicha innovación por parte de algunos actores locales o que la innovación se encuentra a nivel comercial en estructuras de proveeduría local.
		Suficiencia (Sf)	Se refiere a la existencia (en cantidad) que permita usar la tecnología cuando es requerida por el productor. Este criterio se relaciona con que la tecnología

Ventaja relativa	Económico		se encuentra disponible a nivel de cadena de valor (proveeduría).
		Independencia (In)	El usuario de la tecnología puede implementarla/usarla sin requerir que alguien más intervenga o preste servicios.
		Costo (Cs)	Adquirir la tecnología está en un rango de inversión percibido como aceptable para el usuario.
		Financiamiento (Fn)	Existen herramientas como el crédito que permiten la adquisición de la tecnología.
Observable	Certidumbre	Valor de uso (VU)	El uso de la tecnología genera ganancias. El valor de la innovación puede ser monetario (retorno sobre la inversión, productividad) o percibido como un efecto que mejora el proceso productivo (calidad, tiempo, manejo).
		Evidencia (Ev)	Se conocen los resultados y beneficios del uso de la tecnología (demostraciones prácticas o intercambio de experiencias).
		Eficacia (Ef)	La tecnología logra los resultados deseados / esperados.
Compatible	Confianza	Conocimiento (Cn)	El usuario tiene conocimiento, ha sido entrenado para usar la tecnología, hay actores en la localidad que saben cómo usar la tecnología.
		Documentado (Dc)	Hay reportes, evidencia fotográfica, infografía, entre otros que muestre la validación de la tecnología. La tecnología no está a nivel de pilotaje. Se han documentado por más de un ciclo los resultados.
		Representativo (Rp)	Los resultados que se conocen son de sistemas en condiciones similares a la de los adoptantes.
		Referencia (Rf)	Tipo de actor que es fuente de información del uso y resultados de la tecnología.

Fuente: Elaboración propia

La evaluación consistió en un conjunto de cuatro atributos divididos en 12 criterios en escala ordinal categórica. 11 de los criterios se evaluaron en escala del 1 al 5 en donde 1 representaba la valoración más baja y 5 la percepción más

alta; el último criterio contó con tres opciones de respuesta haciendo referencia al tipo de fuente de información (1-mismo tipo de actor (productores); 2-actores mixtos; 3-diferente tipo de actor (técnicos, instituciones).

Se realizó una ponderación de los pesos de cada criterio. Se usó, mediante comparaciones pareadas, un análisis multicriterio con el método “organización y clasificación de preferencias para una evaluación enriquecida” (Preference Ranking Organization Method for Enriched Evaluation - PROMETHEE por sus siglas en inglés) con el uso del software Smart Picker que permitió expresar los grados de preferencias entre los criterios evaluados (Ishizaka & Nemery, 2013). Los grados de preferencia (P_{kij}) indican el grado en que la alternativa a_i supera a la alternativa a_j en cada criterio k . En este estudio se usó la función de preferencia en donde los valores de los umbrales de indiferencia y preferencia son igual a cero, es decir que este método permite computar las diferencias positivas. Esta función permite que ante la más mínima diferencia positiva [$f_k(a_i) - f_k(a_j)$], el grado de preferencia es igual a 1.

Al promedio de los (P_{kij}) para cada alternativa en cada criterio se le denomina flujo unicriterio y se estima en ambos sentidos: positivo y negativo (FUP y FUN respectivamente). El FUP indica cómo una alternativa es preferida sobre las demás dado un criterio en particular; mientras que el FUN muestra como el resto de las alternativas son preferidas sobre una alternativa en particular. El flujo unicriterio neto (FUNeto) resulta de la diferencia entre los flujos unicriterio positivo (FUP) y negativo (FUN). El flujo global toma en cuenta todos los criterios de manera simultánea, incluyendo sus pesos. Este método permitió organizar toda la información disponible de manera óptima y priorizar (ranking) el conjunto de alternativas (las innovaciones) basadas en el conteo de todas las diferencias de los grados de preferencia de los tomadores de decisión.

Para la clasificación de las alternativas (tecnologías) se estiman el flujo global positivo (Φ^+), el flujo global negativo (Φ^-) y el flujo global neto (Φ); tomando en cuenta el peso de importancia de cada criterio (w_i). Finalmente, se analizó la diferencia en la clasificación de las alternativas obtenida por el método PROMETHEE tomando en cuenta la determinación del peso de cada criterio desde la perspectiva de los productores y la técnica.

5.5 Resultados y discusión

La complejidad de la toma de decisión de adoptar una innovación se muestra en la figura 12. En dicha imagen se puede observar que la forma en que se construye la decisión de innovar tiene que ver con dos grandes categorías de atributos: a) aquellos que son propios del funcionamiento de las innovaciones tecnológicas (Daberkow & McBride, 2003; Mannan & Nordin, 2014; Pignatti et al., 2015) como los aspectos de disponibilidad y económicos que están relacionados a la producción y la integración de la red de valor, y b) los que forman parte de una actitud ante la innovación conferidos por la dinámica con el entorno (Asiedu-Ayeh et al., 2022; Montes de Oca Munguía et al., 2021; Pignatti et al., 2015) como la certidumbre y la confianza que están más relacionados a la gestión del conocimiento y la construcción de tejido relacional. De manera general, para los tres estratos de productores analizados, los atributos relacionados al funcionamiento de las innovaciones agrícolas (atributos técnicos) dominan la decisión de innovar; en productores de subsistencia con vinculación al mercado representan la mitad del peso en su decisión, llegando a ser poco más de dos terceras partes para los productores empresariales con rentabilidad frágil.

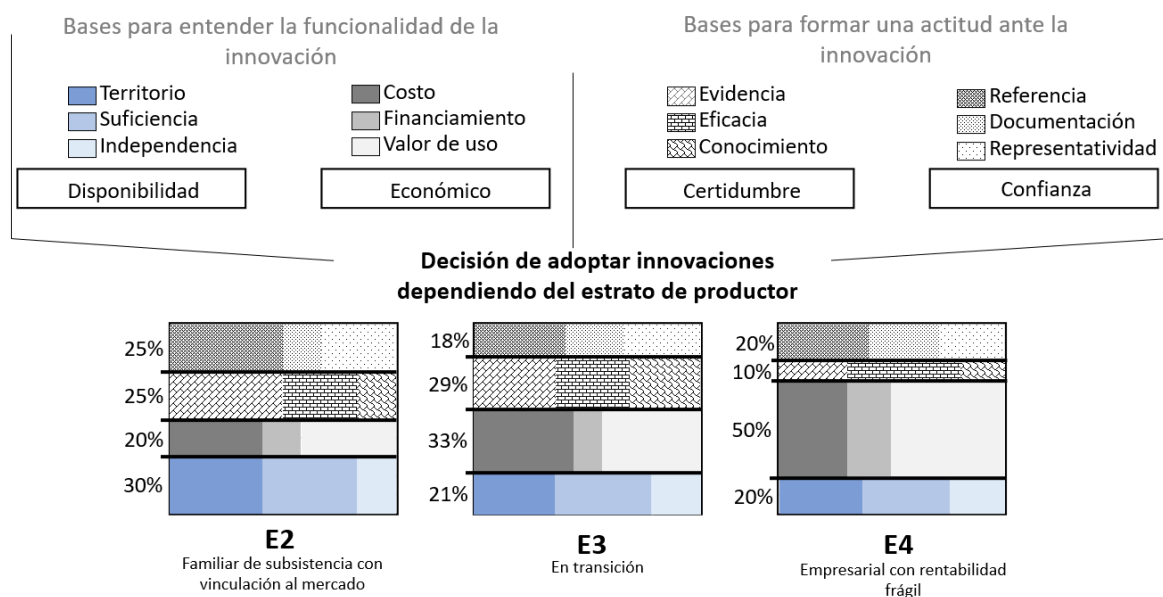


Figura 12. Diferencia en el peso de los atributos para la adopción de innovaciones por estrato de productor

Fuente: Elaboración propia

Pese a la evidente importancia de la agricultura como actividad económica (Loizou et al., 2019; Prager & Posthumus, 2010), se encontró que para cada estrato de productor el peso que tienen otros criterios en la toma de decisión de adoptar tecnologías varía. Aunque hay criterios que aumentan su peso relativo en la toma de decisión al comparar estratos, se hizo notorio que todos los criterios fueron considerados, aunque en proporciones distintas. Los resultados mostraron que los productores familiares de subsistencia con vinculación al mercado (E2) distribuyen de manera más equilibrada su decisión entre los cuatro atributos, siendo de mayor peso los relacionados a la disponibilidad y la confianza que tengan ante las innovaciones; dentro de estos atributos fueron la existencia de la innovación en el territorio y la fuente de información los criterios con mayor peso. Este tipo de productores, predominantemente de temporal en la región de estudio, le dan más peso a los atributos de la tecnología relacionados a las ventanas de oportunidad que son restringidas dadas las condiciones cambiantes y poco predecibles del clima en la actualidad.

En este mismo sentido, al analizar a los productores en transición (E3) los dos atributos dominantes en su toma de decisión fueron los referentes a lo económico y la certidumbre; se podría decir que para este tipo de productores la construcción de su decisión de adoptar una innovación está guiada porque ésta tenga un costo adecuado en su rango de inversión y que muestre evidencia del buen funcionamiento: son el tipo de productor “buscador” de conocimiento y dispuesto a los cambios. Para productores de tipo E2 y E3 resultó importante que la innovación pueda ser manejada por ellos mismos (criterio de independencia), esta atribución de controlabilidad de la tecnología tiene que ver con la percepción de temporalidad, control y capacidad que tiene los individuos para influir en su entorno (Alipio Guillén-Pérez et al., 2002). Por tanto, las tecnologías como aquellas relacionadas a la prestación de servicios (maquila) en labores de preparación de suelo fueron valoradas con menor percepción positiva por productores de estratos 2 y 3, ya que se encuentran en desventaja ante otros productores de mayor superficie y que tienen mayor capacidad de desembolso como pago del servicio.

Por último, para los productores de tipo empresarial con rentabilidad frágil (E4), la decisión de adoptar una tecnología es dominada por los criterios económicos dentro de los cuales el valor de uso de la innovación es predominante. Para este tipo de productores, el valor de uso de las innovaciones radica en la eficiencia del sistema productivo tales como la reducción de costos de producción sin reducir rendimiento y la reducción del tiempo entre operaciones lo que les permite abarcar más superficie y aprovechar la ventaja competitiva de sacar su producción al mercado más temprano comparándose con el mercado de mayor competencia para la zona que son las cosechas del ciclo primavera-verano de la región Bajío.

Los atributos referentes a la certidumbre son quizás los que concentran el mayor esfuerzo en las estrategias de intervención de la investigación de innovaciones agrícolas y la difusión en México, mediante el uso de herramientas como parcelas demostrativas, recorridos de campo y procesos de formación de conocimiento (Cadena-Iñiguez et al., 2015; Camacho-Villa et al., 2016; CIMMYT, 2018; Humberto & Márquez, 2018; Roldán-Suárez et al., 2016). Este atributo permanece presente en la toma de decisión de distintos tipos de productores, pero tendrá que equilibrarse con otros atributos de relevancia para los productores en tanto su participación en el mercado aumente.

En un sistema socio-técnico como en de la región de este estudio, en que el gasto público para la financiación de innovaciones ha sido una herramienta para el fomento del desarrollo del sector rural ya sea mediante entrega directa de recursos o por medio de la adquisición de insumos y maquinaria (Acevedo & Delgado, 2002), se pensaría que la condición de que una innovación esté acompañada por un esquema de financiamiento sería un criterio de peso para la adopción; sin embargo en los tres estratos de productores analizados este criterio dentro del aspecto económico fue el percibido de menor relevancia en la construcción de su decisión de adoptar. Las innovaciones analizadas no cuentan con esquemas de financiación para su adquisición. Las opciones de financiamiento agrícola son de interés para productores de estratos superiores; sin embargo, las condiciones del entorno de los productores de estrato 4 tales como el alto porcentaje de superficie rentada de manera informal, que las

tecnologías promovidas no son consideradas en los padrones de innovación y sus reducidos márgenes de ganancia representan, entre otros, una limitante para el uso de esquemas de financiamiento.

Al estimar la clasificación, se calcularon los grados de preferencia que permitieron computar los flujos netos unicriterio (Tabla 7). La matriz generada mostró que ninguna de las alternativas (tecnologías) posee los mejores valores en todos los criterios; así como tampoco alguna de ellas presenta los peores valores (Tziolas et al., 2018). Lo anterior muestra la complejidad en la toma de decisión de las alternativas y por lo tanto la importancia que tiene para los procesos de difusión tecnológica las diferencias entre sistemas productivos y estratos de productores

Tabla 7. Flujos unicriterio netos por tipología de productor

Tipología	Resultado (plazo)	Alternativas (tecnologías)	Tr	Sf	In	Cs	Fn	VU	Ev	Ef	Cn	Rf	Dc	Rp
E2	Corto	Micronutrientes	0.50	0.50	0.25	-0.25	-0.38	0.00	-0.13	-0.38	-0.25	0.50	1.00	-0.25
		Feromonas	-0.63	-0.13	0.00	0.00	-0.38	-0.88	-0.75	-0.75	0.38	0.50	-0.13	-0.75
		Polvos Inertes	-0.63	-0.50	1.00	1.00	-0.38	0.75	0.63	0.13	0.75	0.50	-0.75	0.25
	Mediano	Subsuelo	0.75	0.25	-0.75	-0.75	0.75	-0.88	0.25	0.63	-0.75	-0.50	-0.13	0.75
		Análisis Suelo	-1.00	-0.75	-1.00	-1.00	0.75	0.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.50	0.75	-1.00
		Micorrizas	0.25	0.75	0.50	0.75	-0.38	0.50	-0.50	0.13	0.00	0.50	0.38	-0.25
	Largo	Manejo Rastrojo	0.00	-0.13	-0.50	0.38	0.75	-0.50	0.63	0.63	-0.50	-0.75	0.38	-0.25
		Rotación Cultivos	1.00	1.00	0.75	0.38	-0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-0.75	1.00
		Composta	-0.25	-1.00	-0.25	-0.50	-0.38	0.00	-0.13	-0.38	0.38	-0.25	-0.75	0.50
E3	Corto	Micronutrientes	-0.88	-0.88	-0.38	-0.38	0.00	-0.88	0.00	-0.88	-0.88	-0.50	-0.13	-0.25
		Feromonas	0.25	0.25	0.63	0.75	0.00	0.25	0.00	0.25	0.88	0.50	-0.13	-0.25
		Polvos Inertes	0.25	0.25	0.63	-0.38	0.00	0.25	0.00	0.25	0.00	0.50	-0.13	-0.25
	Mediano	Subsuelo	0.25	0.25	-0.38	-0.38	0.00	0.25	0.00	0.25	0.00	-0.50	-0.13	0.88
		Análisis Suelo	-0.88	-0.88	-1.00	0.75	0.00	0.25	0.00	0.25	-0.88	0.50	1.00	-0.25
		Micorrizas	0.25	0.25	0.63	0.75	0.00	0.25	1.00	0.25	0.88	0.50	-0.13	-0.25
	Largo	Manejo Rastrojo	0.25	0.25	-0.38	-0.38	0.00	0.25	0.00	0.25	0.00	-0.50	-0.13	-0.25
		Rotación Cultivos	0.25	0.25	0.63	-0.38	0.00	0.25	0.00	0.25	0.00	-1.00	-0.13	0.88
		Composta	0.25	0.25	-0.38	-0.38	0.00	-0.88	-1.00	-0.88	0.00	0.50	-0.13	-0.25
E4	Corto	Micronutrientes	0.50	0.63	0.75	-0.88	-0.38	-0.25	0.25	0.38	0.25	-0.50	0.50	0.50
		Feromonas	-0.25	-0.25	0.25	0.25	-0.38	-1.00	-0.50	-0.75	0.00	0.63	0.00	-0.50
		Striptill	-0.88	-1.00	-1.00	-0.50	-0.38	0.38	-0.25	0.00	-0.63	1.00	-1.00	-1.00
	Mediano	Subsuelo	1.00	0.63	-0.13	0.88	0.63	0.38	1.00	0.75	0.63	-0.75	-0.25	0.75
		Análisis Suelo	-0.88	-0.63	-0.75	-0.13	-0.38	0.75	-1.00	-0.25	-0.63	-0.13	0.75	-0.25
		Micorrizas	0.00	0.00	-0.50	-0.88	-0.38	-0.25	0.75	-0.50	-0.63	-0.13	-0.63	-0.75
	Largo	Manejo Rastrojo	0.25	0.25	-0.13	0.50	0.63	-0.25	0.25	0.38	0.63	0.63	-0.63	0.13
		Rotación Cultivos	0.75	1.00	1.00	0.88	-0.38	1.00	0.25	1.00	1.00	-1.00	0.25	1.00
		Composta	-0.50	-0.63	0.50	-0.13	1.00	-0.75	-0.75	-1.00	-0.63	0.25	1.00	0.13

Criterios: C1-Territorio (Tr); C2-Suficiencia (Sf); C3-Independencia (In); C4-Costo (Cs); C5-Financiamiento (Fn); C6-ValorUso (VU); C7-Evidencia (Ev); C8-Eficacia (Ef); C9-Conocimiento (Cn); C10-Referencia (Rf); C11-Documentación (Dc); C12-Representatividad (Rp)

De manera general, los criterios relacionados a la certidumbre (eficiencia) y la disponibilidad de las tecnologías (territorialidad y suficiencia) son los que explican en mayor medida la valoración positiva para la adopción. Que las tecnologías evaluadas en este estudio se encuentren en el territorio y estén disponibles en suficiencia para su uso por los productores nos orienta a pensar que la extensión funciona como articulador entre oferta y demanda de tecnologías y facilita el vínculo directo entre los productores y los proveedores. Desde el punto de vista del escalamiento de tipo vertical, las partes interesadas (productores y proveedores) no son actores aislados que convergen únicamente al momento de escalar una tecnología; ambos deben participar de manera activa en la validación y adaptación tecnológica como elementos del régimen sociotécnico (Cooley & Howard, 2018).

Al calcular los flujos globales netos como la suma ponderada de los flujos unicriterio en cada una de las alternativas, el método PROMETHEE permitió una clasificación de las tecnologías por estrato (Tabla 8). Para cada estrato de productor el tipo de tecnología valorada como la “mejor” alternativa para la adopción varía, pero tienen en común que todas tienen como fuente de información y aprendizaje a otros productores. Las tecnologías que ocupan posiciones intermedias provienen de grupos de informantes mixtos que incluyen productores y otros actores; y finalmente las tecnologías clasificadas en las últimas posiciones para la adopción tienen como informantes a grupos identificados por los productores como diferentes; esto podría explicarse por tratarse de innovaciones que están en una etapa aún de validación cuya información es de dominio predominantemente de investigadores y técnicos.

Tabla 8. Flujos netos

Resultado (plazo)	Alternativas (tecnologías)	E2		E3		E4	
		Flujo	Posición	Flujo	Posición	Flujo	Posición
Corto	Micronutrientes	0.138	4	-0.553	9	-0.055	5
	Feromonas	-0.306	8	0.328	2	-0.303	8
	Polvos Inertes/Striptill *	0.219	3	0.091	3	-0.271	7
Mediano	Subsuelo	0.003	5	0.042	5	0.440	2
	Análisis Suelo	-0.545	9	-0.048	7	-0.051	4
	Micorrizas	0.244	2	0.429	1	-0.369	9
Largo	Manejo Rastrojo	-0.019	6	-0.027	6	0.161	3
	Rotación Cultivos	0.543	1	0.055	4	0.601	1
	Composta	-0.276	7	-0.318	8	-0.154	6

*Tecnologías promovidas de manera particular en cada zona: el uso de polvos inertes para los estratos 2 y 3, striptill para el estrato 4.

Fuente: Elaboración propia

El uso de las tecnologías debe ser analizada en función de los individuos, las diferencias de sus sistemas y contextos. Estas diferencias tienen que ver con el tipo de unidad productiva ya que la percepción de riesgo que una misma innovación puede tener depende de la trayectoria tecnológica existente y dominada por el productor y de las condiciones de su entorno socio-técnico (Botterill & Mazur, 2004). De manera general, estos resultados mostraron que la valoración de la adopción en el conjunto de innovaciones analizadas es heterogénea porque la funcionalidad de cada tecnología es percibida de manera diferente dependiendo del sistema productivo y el estrato de productor.

Para los productores E2 la innovación con más flujos positivos en la evaluación multicriterio fueron la rotación de cultivos, el uso de micorrizas y el uso de polvos inertes para el manejo postcosecha. Por su parte, los productores E3 clasificaron un conjunto similar de innovaciones dentro de las que destacan el uso de micorrizas, el uso de feromonas, y los polvos inertes. Ambas tipologías de productores reconocieron la existencia de evidencia en el funcionamiento de las tecnologías mejor valoradas y su participación en procesos de capacitación. Una ventaja que valoraron los productores respecto a las tecnologías mejor clasificadas fue que las pueden implementar de manera independiente y por tanto pueden ser autónomos en el manejo e incorporación a su sistema productivo.

Los productores E4 dan mayor peso a los criterios como el costo, la eficacia, el conocimiento y valor de uso de las innovaciones; fue así como las tecnologías que ya están incorporadas en su sistema bajo condiciones de riego que les permite la producción de dos ciclos (primavera-verano y otoño-invierno) como la rotación de cultivos tuvo una valoración alta de los criterios para su adopción. Los productores mostraron interés por la innovación en variedades de cultivos alternativos para el ciclo otoño-invierno que les permita explorar nuevos mercados y aumentar las ganancias del ciclo. De manera similar las tecnologías que están vinculadas al servicio de maquila tales como el uso del subsuelo y el manejo de rastrojos tuvieron una valoración alta para su adopción para este tipo de productores.

Al analizar a las alternativas clasificadas en las últimas posiciones para cada uno de los estratos de productores, entre los elementos que limitan la percepción positiva para el uso de composta, uso de feromonas, el análisis de suelo y el uso de micorrizas se encontraron la dificultad para acceder a dichas tecnologías en su territorio y que son dependientes de la intervención de actores externos para su implementación. En este contexto los asesores técnicos sirven de enlace con los proveedores de insumos como el caso de las feromonas y tienen el conocimiento para el muestreo de suelo y posterior interpretación de los análisis.

Los productores mencionaron que han recibido menos entrenamiento en el funcionamiento y uso de las tecnologías clasificadas en los últimos lugares, además hay menos documentación de los resultados de las validaciones en sus territorios (o si existe reportes no se les han difundido) y son validadas en zonas distintas a sus condiciones particulares de producción (baja representatividad).

Para el caso del uso de composta, a pesar de ser una de las tecnologías más promovidas los últimos años como parte de una estrategia de transición hacia una agricultura regenerativa de menor dependencia de insumos externos (SADER, 2022; Altieri & Toledo, 2010), la adopción de este tipo de innovación se enfrenta al bajo valor de uso y eficacia que perciben los productores en este estudio. La actual fragmentación de las unidades de producción y la presión del crecimiento urbano en las áreas rurales hace que la mayoría de insumos necesarios para la elaboración de compostas sean considerados por los productores como insumos “externos” de su sistema productivo lo que implica para ellos desembolso de efectivo o mayor gestión con otros actores (comprar estiércol, minerales, conseguir desechos orgánicos frescos) para satisfacer los volúmenes que su superficie y su meta de producción requieren.

La alta demanda de mano de obra requerida para el compostaje es un elemento de riesgo en el equilibrio de los fondos con los que dispone la unidad económica. Las unidades económicas campesinas como las encontradas en el estrato E2, tienen una visión primordial de preservación de la unidad para lo cual los fondos de los que disponen son utilizados en diferentes funciones, no sólo la generación de valor o la

reactivación del sistema productivo (Damián Huato et al., 2008; Espín Díaz et al., 1999).

Finalmente, con la finalidad de conocer las diferencias en priorización de las alternativas, se hizo la clasificación estableciendo el peso de cada criterio según fue definido por los actores difusores de innovaciones (técnico) y los adoptantes (productores). Los resultados indicaron que el ordenamiento generado por el método PROMETHEE desde la perspectiva técnica tiene mayor similitud a la percepción de los productores del estrato E4 en comparación con los dos estratos inferiores (Tabla 9).

Tabla 9. Sensibilidad de la clasificación resultante del método PROMETHEE en dos escenarios de pesos de los criterios para tres estratos de productores.

Resultado (plazo)	Alternativas (tecnologías)	E2			E3			E4		
		A	B	Cambio	A	B	Cambio	A	B	Cambio
Corto	Micronutrientes	4	5	-1	9	9	0	5	5	0
	Feromonas	8	9	-1	2	2	0	8	9	-1
	PolvosInertes/Striptill*	3	2	1	3	5	-2	7	5	2
Mediano	Subsuelo	5	8	-3	5	6	-1	2	2	0
	Análisis Suelo	9	7	2	7	3	4	4	4	0
	Micorrizas	2	3	-1	1	1	0	9	8	1
Largo	Manejo Rastrojo	6	4	2	6	7	-1	3	3	0
	Rotación Cultivos	1	1	0	4	4	0	1	1	0
	Composta	7	6	1	8	8	0	6	7	-1

Escenarios: A) Clasificación con los pesos de los criterios definidos por los productores; B) Clasificación con los pesos de los criterios definidos por técnicos. *Tecnologías promovidas de manera particular en cada zona: el uso de polvos inertes para los estratos 2 y 3, striptill para el estrato 4.

En esta comparación, para los productores E4, las cinco tecnologías con mayor percepción positiva para su adopción son las mismas para los dos escenarios. No así para los productores E3 en donde coinciden las dos tecnologías con mayor percepción positiva para su adopción y el resto se desplazan a posiciones de menor percepción positiva. Fue notoria la diferencia en la clasificación de tecnologías entre la percepción técnica y de productores de E2, coinciden en la tecnología clasificada en la posición con mayor valoración positiva (rotación de cultivos) pero el resto varían desplazándose de posición en la clasificación entre ambos escenarios.

De manera general, los resultados no mostraron alguna orientación preferente a adoptar tecnologías debido a la diferencia en el plazo en que éstas muestran

resultados. Las tres tecnologías clasificadas con mayor valoración positiva muestran resultados a largo (1er), mediano (2do) y corto (3er) plazo para los productores E2; por su parte los E3 valoraron tecnologías con resultados a corto (2do y 3er) y mediano plazo (1er); y los E4 a mediano (2do) y largo (1er y 3er) plazo. Los programas basados en la gestión del conocimiento que intervinieron la zona de este estudio sentaron precedentes importantes para la forma en que los extensionistas pueden operar su función de acompañamiento de manera articulada con la red de actores en cada territorio. Sin embargo, con este estudio también se evidenció la necesidad de tomar en cuenta las características detalladas de cada innovación vistas no sólo desde la lógica técnica sino en la forma en que ésta es considerada por los adoptantes. Esto tendrá implicaciones en la manera en que se miden el escalamiento de los programas y el impacto que se obtenga de la adopción de innovaciones en el territorio.

5.6 Conclusiones

El análisis realizado brinda bases para asegurar que aún en una región compacta como en este estudio, existe diversidad de tipologías de productores y por tanto la percepción de utilidad de las innovaciones y su potencial adopción va a ser distinta. Por una parte, todos los productores dosifican la innovación y toman decisiones orientadas por su entorno, por lo tanto, las innovaciones difundidas por programas de extensión deben ser diferenciadas para lograr que sus intervenciones sean funcionales a mediano o largo plazo.

Por otro lado, el entendimiento parcial del concepto de innovación basado en la teoría del conocimiento que acota al conocimiento como la observación de la realidad (verdades) sin contemplar la interpretación de los sucesos (creencias), ha derivado en la tendencia a homogenizar y hacer paquetes de innovaciones generalizables y esto no es compatible con el enfoque sistémico que se requiere en los programas de desarrollo rural.

Estos hallazgos abren una nueva perspectiva para la planeación de intervenciones en la gestión de innovación y la forma de medir el impacto en programas de

desarrollo rural. Aun así, el reto para los programas de extensión es desarrollar capacidades de gestión de capital relacional más allá del conocimiento técnico.

Si lo que persiguen las políticas públicas de extensión es generar cambios sostenidos a través del tiempo que formen parte de “un nuevo paradigma” en el sistema productivo; una efectiva gestión de la innovación tendría que contemplar no sólo el punto de vista técnico (del difusor) sino el de los usuarios (potenciales adoptantes) y las implicaciones que tendrán las diferencias de la valoración positivas de tecnologías para la adopción.

5.7 Orientaciones futuras

Con este estudio contribuimos a abrir la discusión respecto de la diversidad de dimensiones del contexto rural y que por lo tanto forman el marco de decisión de los productores y otros actores involucrados en la innovación agrícola. Aun así, para un mejor entendimiento de los procesos de cambio sistémico, en los que se enfoca el escalamiento profundo, se requiere un enfoque interseccional más allá de una división de los productores basados en sus características económicas tales como las diferencias culturales, de género, los roles y posiciones de poder establecidos por su entorno social que son moldeados por inequidades estructurales e institucionales. Estudios con un enfoque más holístico permitirán entender de manera más amplia los entornos sociales, culturales y políticos que median la habilidad de los individuos para participar, beneficiarse y ser agentes activos del desarrollo rural.

5.8 Literatura citada

Acevedo, R., & Delgado, J. (2002, March 7). Desarrollo de las economías rurales en América Latina y el Caribe: Manejo sostenible de los recursos naturales, acceso a tierras y finanzas rurales. *El Papel de Los Bancos de Desarrollo Agrícola En El Acceso al Crédito Rural*.

- Alipio Guillén-Pérez, L., Sánchez-Quintanar, C., Mercado-Domenech, S., & Navarro-Garza, H. (2002). Análisis de atribución causal en el uso de semilla criolla y semilla mejorada de maíz. *Agrociencia*, 36, 377–387.
- Allub, L. (2001). Aversión al riesgo y adopción de innovaciones tecnológicas en pequeños productores rurales de zonas áridas: un enfoque causal. *Estudios Sociológicos*, XIX (2), 467–493. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59819208>
- Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2010). La revolución agroecológica de América Latina. *El Sistema Agroalimentario: Mercantilización, Luchas y Resistencias*, 163–202.
- Asiedu-Ayeh, L. O., Zheng, X., Agbodah, K., Dogbe, B. S., & Darko, A. P. (2022). Promoting the Adoption of Agricultural Green Production Technologies for Sustainable Farming: A Multi-Attribute Decision Analysis. *Sustainability (Switzerland)*, 14(16). <https://doi.org/10.3390/su14169977>
- Botterill, Linda, & Mazur, Nicole. (2004). *Risk & risk perception: a literature review: a report for the Rural Industries Research and Development Corporation*. Rural Industries Research and Development Corporation.
- Breaugh, J., McBride, K., Kleinaltenkamp, M., & Hammerschmid, G. (2021). Beyond diffusion: A systematic literature review of innovation scaling. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 13, Issue 24). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su132413528>
- Cadena-Iñiguez, P., Camas-Gómez, R., Rodríguez-Hernández, F. R., Berdugo-Rejón, J. G., Ayala-Sánchez, A., Zambada-Martínez, A., Morales-Guerra, M., Espinosa-Paz, N., & López-Báez, W. (2015). Contribuciones del INIFAP al extensionismo en México y la gestión de la innovación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 883–895. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i4.627>
- Camacho-Villa, T. C., Almekinders, C., Hellin, J., Martínez-Cruz, T. E., Rendon-Medel, R., Guevara-Hernández, F., Beuchelt, T. D., & Govaerts, B. (2016). The evolution of the MasAgro hubs: responsiveness and serendipity as drivers of agricultural innovation in a dynamic and heterogeneous context. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 22(5), 455–470. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2016.1227091>

- Carton de Grammont, H. (2009). La desagrarización del campo mexicano. *Convergencia*.
- CIMMYT. (2018). *Perspectivas del escalamiento de innovaciones PROAGRO, Estado de México. PROAGRO-SAGARPA*.
- CONEVAL. (2020). *Pobreza rural en México*. www.coneval.org.mx
- Daberkow, S. G., & McBride, W. D. (2003). Farm and operator characteristics affecting the awareness and adoption of precision agriculture technologies in the US. *Precision Agriculture*, 4, 163–177.
- Damián Huato, M. Á., Ramírez Valverde, B., Paredes Sánchez, J. A., Gil Muñoz, A., López Olguín, J. F., & Cruz León, A. (2008). Estrategias de reproducción social de los productores de maíz de Tlaxcala. *Estudios Sociales*.
- Díaz-Espinosa, A. G., Aguilar-Gallegos, N., Santoyo-Cortés, V. H., Muñoz-Rodríguez, M., & Altamirano-Cárdenas, J. R. (2019). Restricciones para orientar a resultados los programas de desarrollo rural en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 16, 199–218. <https://doi.org/10.22231/asyd.v16i2.1007>
- Escamilla, F. M., Ayala-Garay, A. V., Flores-Trejo, A., Oble-Vergara, E., & Almaguer-Vargas, G. (2019). Factores que influyen en la adopción de innovaciones en productores de naranja en Álamo, Veracruz. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 16(2), 183–198.
- Espín Díaz, J., Rivera Vélez, F., Herrera, G., Rodríguez Doig, E., Bassolet, B., Songore, F., Dansokho, M., & Coura Ndoeye, N. (1999, May). *Estrategias de supervivencia y seguridad alimentaria en América Latina y en África*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO). <https://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/africa/lafrica.html>
- FAO, & SAGARPA. (2014). *Estratificación de las Unidades Económicas Rurales (UER) en México* FAO.
- Gebreyes, M., Mekonnen, K., Thorne, P., Derseh, M., Adie, A., Mulema, A., Kemal, S. A., Tamene, L., Amede, T., Haileslassie, A., Gebrekirstos, A., Mupangwa, W. T., Ebrahim, M., Alene, T., Asfaw, A., Dubale, W., & Yasabu, S. (2021). Overcoming constraints of scaling: Critical and empirical perspectives on

- agricultural innovation scaling. *PLoS ONE*, 16(5 May), 1–19.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251958>
- Geels, F. W. (2019). Socio-technical transitions to sustainability: a review of criticisms and elaborations of the Multi-Level Perspective. In *Current Opinion in Environmental Sustainability* (Vol. 39, pp. 187–201). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.06.009>
- Guerrero, I., Gokhale, S., & Fahsbender, J. (2011). Chapter 6: Funders as enablers to scale. In G. Diaz (Ed.), *Scaling up development impact*.
- Hernández Flores, J. A. (2021). Estrategias de reproducción social en hogares periurbanos: un modelo para su análisis. *Estudios Sobre Estado y Sociedad*, XXVIII (80).
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ta ed.). McGraw-Hill.
- Humberto, M., & Márquez, R. (2018). *Análisis del componente extensionismo SAGARPA-INIFAP (2016) en el norte de México Resumen Introducción*. 2016, 813–825.
- INEGI. (2023, November 21). *Resultados definitivos del censo agropecuario 2022*.
www.inegi.org.mx
- Ishizaka, Alessio., & Nemery, Philippe. (2013). *Multi-criteria decision analysis: methods and software*.
- 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>
- Leeuwis, C., Boogaard, B. K., & Atta-Krah, K. (2021). How food systems change (or not): governance implications for system transformation processes. *Food Security*. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01178-4>
- Loizou, E., Karelakis, C., Galanopoulos, K., & Mattas, K. (2019). The role of agriculture as a development tool for a regional economy. *Agricultural Systems*, 173, 482–490. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.04.002>
- Mannan, S., & Nordin, S. M. (2014). The influence of innovation attributes on new technologies adoption by paddy farmers. *International Review of Management and Business Research*, 3(3). www.irmbrjournal.com

- Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación MESMIS*. Grupo interdisciplinario de tecnología rural apropiada, A.C. (GIRA, A.C.).
- McGuire, E., Leeuwis, C., Rietveld, A. M., & Teeken, B. (2024). Anticipating social differentiation and unintended consequences in scaling initiatives using GenderUp, a method to support responsible scaling. *Agricultural Systems*, 215. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.103866>
- McLean, R., & Gargani, J. (2019). *Scaling Impact innovation for the public good*. Routledge.
- Montes de Oca Munguia, O., Pannell, D. J., & Llewellyn, R. (2021). Understanding the adoption of innovations in agriculture: A review of selected conceptual models. In *Agronomy* (Vol. 11, Issue 1). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010139>
- Passeron, J.-C. (1983). La teoría de la reproducción social como una teoría del cambio: una evaluación crítica del concepto de “contradicción interna.” In *Estudios Sociológicos* (pp. 417–442).
- Petes, P. (2022). *Gender norms, agency, and trajectories of social change and development in agricultural communities* [PhD, Wageningen University]. <https://doi.org/10.18174/569163>
- Pignatti, E., Carli, G., & Canavari, M. (2015). What really matters? A qualitative analysis on the adoption of innovations in agriculture. *Journal of Agricultural Informatics*, 6(4). <https://doi.org/10.17700/jai.2015.6.4.212>
- Prager, K., & Posthumus, H. (2010). *Socio-economic factors influencing farmers' adoption of soil conservation practices in Europe*. Nova Science Publishers.
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations* (3th ed.). Free Press.
- Roldán-Suárez, E., Rendón-Medel, R., & Cadena-Íñiguez, P. (2016). Identificación de módulos demostrativos en estrategias de gestión de la innovación. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 13(2), 179. <https://doi.org/10.22231/asyd.v13i2.325>
- SADER. (2022). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos*. 9. *Composta*. <https://www.gob.mx/produccionparaelbienestar>

- SAGARPA. (2017, November 6). *Impulsan SAGARPA y CIMMYT acompañamiento técnico a beneficiarios de PROAGRO Productivo*. <https://www.Gob.Mx/Agricultura%7Czacatecas/Articulos/Impulsan-Sagarpa-y-Cimmyt-Acompanamiento-Tecnico-a-Beneficiarios-de-Proagro-Productivo-142513>.
- Santos Chávez, V. M., Álvarez Macías, A. G., & Francisco Cruz, C. A. (2019). Problemas del extensionismo rural en México. *Revista de Geografía Agrícola*, 62, 139–168. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2018.62.07>
- Santos Chávez, V. M., Zúñiga Estrada, M., Leos Rodríguez, J. A., & Álvarez Macías, A. (2014). Tipología de productores agropecuarios para la orientación de políticas públicas: Aproximación a partir de un estudio de caso en la región Texcoco, Estado de México, México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 14(28).
- Tziolas, E., Bournaris, T., Manos, B., & Nastis, S. (2018). Life Cycle Assessment and Multi-criteria Analysis in Agriculture: Synergies and Insights. In *Multiple Criteria Decision Making* (pp. 289–321). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76929-5_12
- Ubels, Jacobs. F., & Woltering, L. (2018). *The Scaling Scan - A practical tool to determine the strengths and weaknesses of your scaling ambition*.
- Van Loon, J., Gutiérrez Muñoz, N. O., Alarcón González, F., Morales Garcilazo, F., Sonder, K., González Ramos, A., Benavidez Real, J., Aguillón Aguillón, A., Casaya Rodríguez, T. A., García Santiago, J. O., Leal González, A. J., Cabello, J. A., Tovar López, E., Pérez Medél, E., (2023). Innovación y resiliencia. Una mirada de los Hubs en México. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10883/22608>

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). <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0380-z>

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

En este capítulo, se discuten los principales hallazgos de la investigación, mostrados en los capítulos 4 y 5, y la contribución que éstos representan para la comunidad científica de escalamiento, así como para actores vinculados de manera práctica a los ejercicios de extensión y de toma de decisión de políticas públicas de desarrollo rural. Finalmente, se discute sobre las principales limitantes de la investigación para cerrar con algunas recomendaciones y preguntas que guíen futuras investigaciones.

6.1 Discusión general

En este estudio nos enfocamos en un concepto que tiene que ver con la difusión de tecnologías, la utilidad que dichas tecnologías tienen para los usuarios y de las cuales se espera que puedan generar impactos en las localidades. Este concepto es el escalamiento, que, de manera general según la literatura y nuestro propio análisis, es un proceso de maduración y de aumento de la complejidad de la red de innovación que propicia que el uso de las tecnologías se disperse en una población determinada; logrando en el largo plazo que el cambio tecnológico brinde beneficios no sólo a la población que lo implementa sino a la comunidad en el entorno.

Los resultados obtenidos en el Capítulo 4 dieron respuesta a la primera pregunta de investigación ¿De qué manera está constituida la red de actores en la zona central de México de modo que se propicia el escalamiento de innovaciones?, demostrando que las redes en las que participan mayor diversidad de actores, es decir, redes con tendencia a la heterofilia brindan estructura para el escalamiento. Esta característica representa un capital de relaciones que facilita no sólo el acceso a información de manera estratégica para la toma de decisión en términos de tecnologías; sino la presencia de relaciones más estrechas (de familiares u otros productores) que incorporan elementos de confianza y gestión del riesgo del proceso de innovación.

En el Capítulo 5 en respuesta a la segunda pregunta de investigación ¿Qué elementos y características de las innovaciones percibidas por los productores

dominan la toma de decisión de adoptar?, mostró que el entorno y las características propias de los tipos de unidades de producción son dos elementos que intervienen en la agencia de los individuos. Si bien la agricultura es una actividad que se incorpora en las unidades de producción con un fuerte sentido económico sobre todo en los estratos de productores de transición y empresariales con rentabilidad frágil, no ocurre de la misma forma en las unidades de estratos inferiores en donde la agricultura se integra a un conjunto de otras actividades económicas y que posee un valor además de monetario, cultural. En los sistemas con mayor vinculación al mercado el retorno sobre la inversión en la actividad agrícola estimula la adopción y orienta su toma de decisiones. La forma en que toman decisiones todos los individuos que participan en la cadena de valor es una estructura de soporte para el escalamiento. Que como señalan Aguilar Ávila *et. al.* (2010), mediante la colaboración y el aprendizaje se incrementa la capacidad de adaptación y adopción tecnológica.

Por otro lado, en los sistemas de producción de los dos primeros estratos que se refieren a la agricultura de subsistencia para el autoconsumo y aquellos que vinculan un porcentaje bajo de sus excedentes a la venta, la agricultura forma parte de un mosaico de actividades económicas que sostienen a las unidades familiares. Esto quiere decir que, si bien son una población prioritaria para los programas de desarrollo rural debido a sus niveles de pobreza altos, nuestros resultados implican que las intervenciones requieren un mayor entendimiento de las dinámicas que hay en las unidades familiares más allá de la tecnología. En este tipo de unidades de producción una propuesta de cambio tecnológico que solamente se oriente a la mejora de la capacidad que tiene la agricultura para generar bienes o riquezas puede poner en riesgo otras dinámicas económicas que también les generan ingresos de una manera mucho más estable. En esos casos la adopción seguirá siendo baja o incluso nula.

Más de dos terceras partes de la agricultura en México se encuentran en condiciones de temporal, entonces aumentar la inversión en términos innovación (cambios) en un medio económico vulnerable como éste representa un riesgo alto para los productores, principalmente para los de los estratos 2 como se explica en

el Capítulo 5. Algunas de las tecnologías promovidas para este tipo de productores en la última década no se adoptan debido a que la decisión de los productores tamiza las propuestas tecnológicas e incorporan a sus sistemas aquellas en las que ellos si tienen capacidad de controlar en su entorno y también en su unidad de producción.

Algo diferente ocurre con los productores en transición o ya vinculados al mercado, aunque con rentabilidad frágil (estratos 3 y 4 analizados en el Capítulo 5); en este tipo de productores la agricultura representa una actividad económica para el sostén familiar. De modo que, en estos entornos, los cambios en términos de innovación se justifican en la medida en que esas innovaciones les generen mayores ganancias o mayor eficiencia en su sistema productivo. Aun así, este tipo de productores también tamizan el tipo de innovaciones que adoptan y al parecer prefieren aquellas que irrumpen menos en el sistema que ya manejan.

6.2 Implicaciones en los procesos de intervención

La tercera pregunta de investigación que nos planteamos en este trabajo fue ¿Cuáles deberían ser los lineamientos de procesos de intervención de extensión rural que incentiven procesos de escalamiento de innovaciones?, con los resultados de nuestro trabajo hicimos visible la importancia de reconocer que los productores, cualquiera que sea su estrato, posee un nivel de conocimiento y manejo de su sistema por lo cual los cambios radicales son poco valorados salvo que estén vinculados a algún estímulo comercial que les asegure mayores ingresos y reconozca dichos cambios tecnológicos.

Los beneficios de una intervención de innovación basados en la gestión de redes en comparación con las metodologías de extensión con un fuerte componente de “difusores de innovación”, son diversos y significativos. La innovación en redes se basa en la idea de que el aprendizaje es un proceso social y colectivo (Aguilar Ávila et al., 2010). En nuestro estudio se confirmó que la diversidad de conocimientos que fluye en la red a través de conexiones menos fuertes (contactos breves con diferentes actores) aporta un beneficio para el aprendizaje y la innovación, y tiene influencia en la toma de decisión de hacer cambio en el sistema productivo. La

presencia de actores que cumplen el rol de conectores o tejedores del capital relacional permite el acceso a una mayor variedad de información y perspectivas que, gestionadas de manera estratégica, aceleran procesos de articulación efectiva para el escalamiento de innovaciones.

Ya que las redes de innovación fomentan un ambiente flexible para la adaptación tecnológica ante condiciones particulares del mercado y del entorno; el desarrollo de capacidades locales promueve autonomía y capacidad de autogestión entre los actores que es lo que finalmente sentará las bases para un escalamiento sostenido de la innovación. Algunos mecanismos que estimulan este tipo de cambios es la articulación formal con el mercado mediante contratos multianuales que les permite a los productores hacer proyecciones a futuro sobre la cantidad de cambios que pueden hacer y de los cuales obtendrán el retorno de dicha inversión.

La incorporación de innovaciones disruptivas son características en entornos de competitividad basada en la diferenciación (Machuca-Contreras et al., 2023; Triana Riveros & Marini Thomé, 2021). Las innovaciones disruptivas incorporan a los productos características que algunos clientes marginales (generalmente nuevos) valoran y por tanto tienen la capacidad de cambiar las bases de la competencia mediante el cambio en la forma en que se mide el desempeño en que compiten las empresas (Cruz Sánchez, 2017). En cultivos de mayor valor comercial, la diferenciación forma parte del motor de la innovación y la incorporación de tecnologías disruptivas genera valor en nichos de mercado que puedan pagar el riesgo de adoptar.

En el mercado de granos básicos como el maíz, los maíces criollos tienen la oportunidad de implementar estrategias de diferenciación para capitalizar la incorporación de innovaciones disruptivas, en este tipo de casos el mercado tiene un rol importante al atribuirle un valor al producto. De manera general, el precio de los granos básicos no representa un estímulo suficientemente fuerte para tomar el riesgo de hacer cambios drásticos en el sistema productivo. Se mostró que la valoración de la adopción en el conjunto de innovaciones analizadas es heterogénea porque la funcionalidad de cada tecnología es percibida de manera

diferente dependiendo del sistema productivo y el estrato de productor como se observa a manera de trayectoria tecnológica en la figura 14.

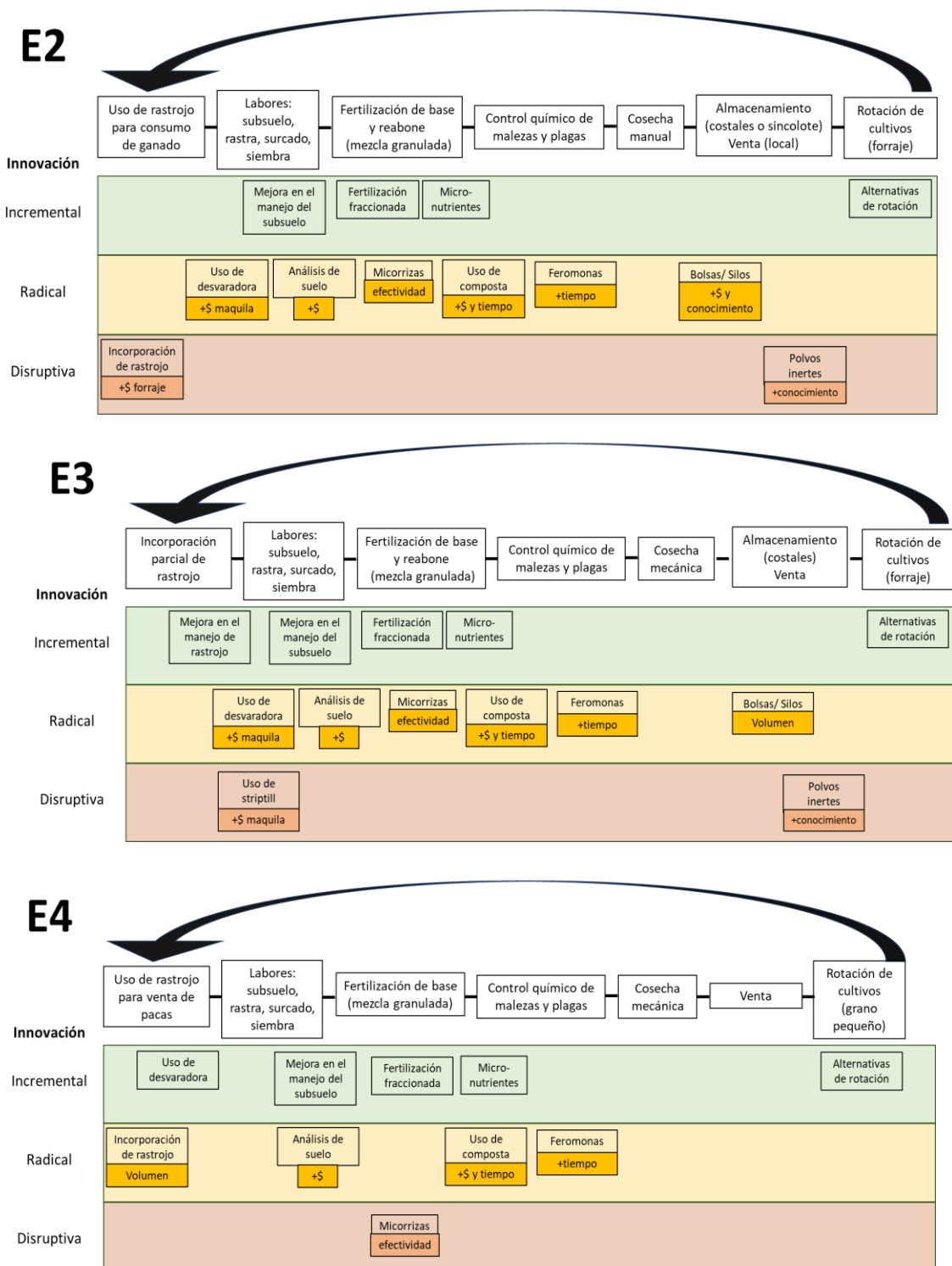


Figura 13. Sistema productivo y percepción del cambio que implica de cada una de las innovaciones por tipología de productor

De modo que son las innovaciones de tipo radical para los que están buscando mejoras en productividad y ampliar su mercado; y de tipo incremental para los que ya tienen un sistema relativamente estable de producción y quieren mejorar sin poner en riesgo las ventajas productivas que ya tienen o quienes deciden que los cambios que pueden hacer no deben romper el equilibrio de las actividades fuera de la agricultura.

Finalmente, el entendimiento más amplio en la forma en que diferentes estratos de productores construyen su decisión de adoptar tiene implicaciones prácticas en los programas de extensión (Figura 15.) Aún en una región compacta o a nivel de localidad, existe diversidad de tipologías de productores y por tanto la percepción de utilidad de las innovaciones y su potencial adopción va a ser distinta. Esta es una capacidad que debe fomentarse de manera activa y crítica en la formación de gestores, y obliga a una reconsideración de la forma de planear y medir el escalamiento.

La innovación como concepto ha sido el motor para explicar el desarrollo en un entorno donde domina la visión de reproducción extendida del capital, en este escenario innovar aumenta la competitividad de los mejor posicionados en la carrera y a los rezagados les da herramientas para participar. Se requiere definir desde la planeación el tipo de innovaciones que tendrán mayor preferencia y aceptación para su adopción, tomando como referencia la tipología de productores y su sistema.

Los atributos referentes a la certidumbre son quizás los que concentran el mayor esfuerzo en las estrategias de intervención de la investigación de innovaciones agrícolas y la difusión; este atributo permanece presente en la toma de decisión de distintos tipos de productores, pero tendrá que equilibrarse con otros atributos de relevancia para los productores en tanto su participación en el mercado aumente. Las intervenciones basadas en la gestión del conocimiento facilitaron la segregación o diferenciación de tecnologías en cierta medida; es decir, que sentó precedentes importantes para la forma en que los extensionistas pueden planear y operar su función de acompañamiento y facilitación de manera diferenciada en una población de productores. Sin embargo, con este estudio también se evidenció la

importancia de tomar en cuenta con mayor detalle las características de cada innovación vistas no sólo en su funcionalidad técnica sino en la forma en que ésta es considerada por los usuarios y los cambios que su adopción implicará; sólo de esta forma se podrá minimizar el fracaso de la adopción una vez abandonado el proceso de acompañamiento y entonces se podrá considerar que la gestión de la innovación facilitó una intervención orientada a cambios en el régimen socio-técnico y un escalamiento de tipo profundo. Estos elementos enfatizan la complejidad del proceso de adopción de nuevas tecnologías y la necesidad de un enfoque integral que aborde tanto los aspectos técnicos como los sociales y económicos en la promoción de innovaciones agrícolas (Brown et al., 2021).

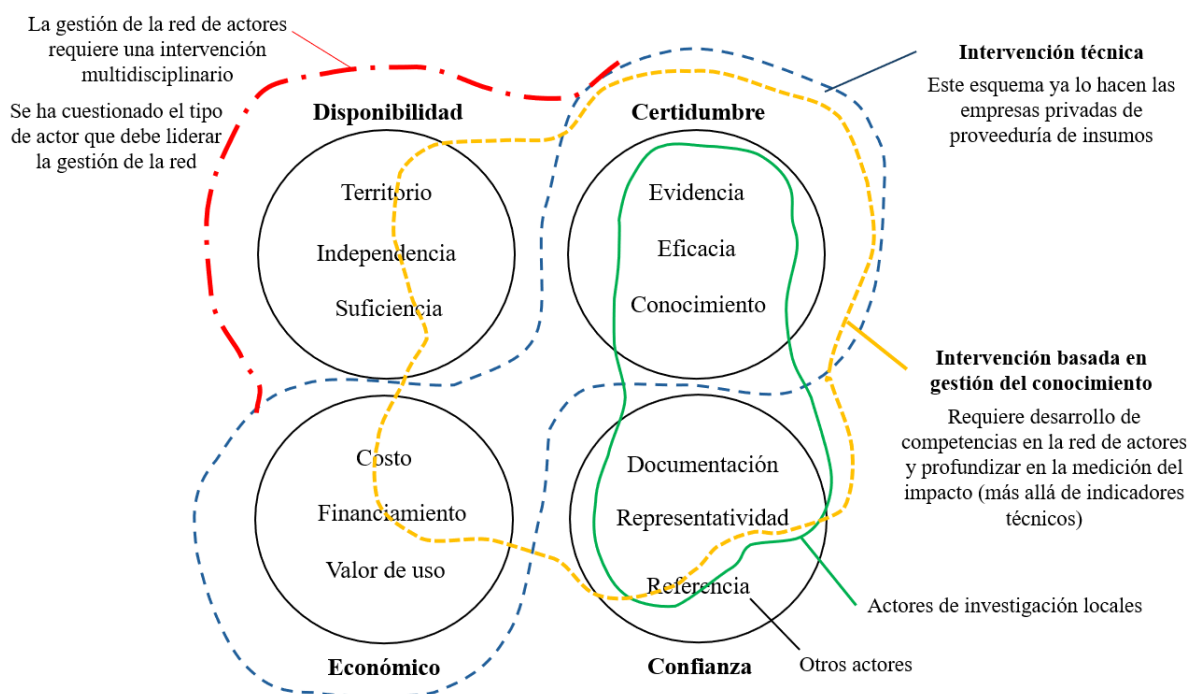


Figura 14. Esquema de la forma de la intervención basada en la gestión del conocimiento y las implicaciones que representa el entendimiento de la adopción desde la perspectiva de los productores.

Fuente: Elaboración propia.

Si la meta de los programas enfocados en el desarrollo rural a mediano y largo plazo es lograr que mediante la adopción de innovaciones se mejore la productividad, eficiencia y resiliencia de un territorio, entonces debe acentuarse el enfuerzo en desarrollar habilidades para la construcción de tejido relacional y

validar. En este proceso debe considerarse no sólo el aspecto técnico de las innovaciones, sino también el valor que éstas tengan para los usuarios tomando en cuenta que su sistema, por mejorable que sea, es funcional y que la innovación si representa un alto riesgo de desequilibrio entonces tiene bajas posibilidades de adoptarse; una baja adopción resulta entonces en un gasto poco útil de la extensión y la investigación. Algunos autores sugieren que las intervenciones deben dirigirse específicamente a los grupos que muestran mayor potencial para la adopción de nuevas tecnologías, en lugar de aplicar un enfoque generalizado (Hammond *et al.*, 2017).

Las políticas públicas y los procesos de intervención enfocados en el escalamiento, es decir, en fomentar una innovación efectiva, tendrían que considerar elementos que como menciona Mazzucato (2017) orientan el esfuerzo del gasto público en metas de impacto a largo plazo. Entre los elementos destaca que:

1. Las intervenciones deben reconocer el papel activo del estado en la creación y modelado de entornos propicios, en lugar de solo corregir fallas u operar en función de impactos políticos; lo que implicaría la transformación de las capacidades institucionales.
2. Es crucial identificar claramente el impacto que se pretende lograr mediante las intervenciones, de manera que la definición de objetivos intermedios, entregables y procesos de monitoreo y rendición de cuentas se dirijan a garantizar la atención de demandas sociales específicas.
3. Se requiere de la construcción de redes de actores descentralizadas, que puedan tener una forma de articulación orgánica cercana a la cultura y su toma de decisiones colectiva.
4. La política de innovación debe ser un esfuerzo continuo que involucre inversiones a lo largo de toda la cadena de innovación, desde la investigación básica hasta el financiamiento de empresas en etapa temprana. Esto permitiría al estado tener un impacto significativo en el desarrollo económico.
5. Implementar un marco de evaluación que permita un monitoreo continuo y dinámico a lo largo del proceso de política de innovación, superando las

métricas estáticas clásicas de coste-beneficio y tornándolo más a Impacto-alcance-especificidad.

6. Las políticas e intervenciones deben involucrar a diversos actores en la definición de objetivos y metas, lo que permitirá la apropiación e involucramiento en la implementación y consecución de las metas.

6.3 Conclusiones generales

Para el caso de las tecnologías agrícolas como nuestro estudio lo indica, en la región del centro de México, las tecnologías promovidas con el fin de implementar una producción sustentable de granos básicos como es el cultivo del maíz no pueden verse desde una perspectiva exclusiva de la difusión de innovación que responde a un entorno meramente económico.

En este sentido, el escalamiento nos orilla a ver al fenómeno de la difusión y la adopción de tecnologías con un enfoque sistémico. La extensión bajo una visión sistémica brinda un aporte al escalamiento al identificar, entre otros, el uso de la vinculación entre actores y su diversificación; esto se mostró cuando las redes heterofílicas fue una condición habilitadora de un entorno para el escalamiento.

Ahora bien, la vinculación entre actores se acelera en la medida en que, como parte del ecosistema de innovación, existe el rol de “articulador” de la red. Dicho rol es funcional cuando su principal objetivo es fortalecer el capital de las relaciones mediante la construcción de la confianza, la reciprocidad, el compromiso y el acompañamiento a largo plazo.

En nuestro estudio, el rol de gestión de la red la realizan los agentes de extensión (pública y privada) ya que articulan oferta de tecnologías con la demanda de estas, conectan conocimiento, vinculan oportunidades de mercados y de programas. Al ser los extensionistas los actores tejedores de la red, se encontró una dominancia de la percepción técnica de los cambios que deberían de ocurrir en el manejo agrícola. Sin embargo, esta misma condición facilitadora del entorno de innovación podría resultar en un riesgo para la apropiación en el largo plazo si no encuentra mecanismos para el empoderamiento de los actores locales.

Parte de lo que encontramos con este estudio y que contribuye a entender mejor los procesos de escalamiento es que hay dos elementos detonadores que aportan un tipo de “ignición” al proceso: el primero, como se mencionó anteriormente, es la gestión de la red. La función gestora de la red de actores propicia el aumento de capital relacional. El segundo es el mercado como entorno económico propicio para la adopción de innovaciones.

Hablando del mercado, se necesita entonces entender que cada productor se vincula de manera diferente al entorno comercial. Los productores que están insertos en mercados de tipo nicho, como es el caso de mercados tradicionales de maíz criollo, tienen un estímulo de producción vinculado a valores culturales, ambientales y de calidad culinaria. Las innovaciones serán funcionales para estos entornos cuando a través de ellas se reconozcan los saberes locales, se integre la dinámica de la comunidad y representen una conexión con prácticas culturalmente valoradas.

Por otro lado, está la producción de mediana o gran escala de maíces híbridos que participan de una dinámica de mercado distinta, en donde los estándares de calidad están normados, los modos de producción son diversos y las tecnologías disponibles para lograr los volúmenes que demanda el mercado están orientados a la productividad. Esto hace que los productores involucrados a esta dinámica navegan en un entorno de alta competitividad donde los mayores márgenes de ganancia son los que van a dictar qué innovaciones resultan convenientes para incorporar. Las innovaciones serán percibidas como deseadas en la medida en qué tanto dichas tecnologías ayudan a lograr la meta de aumentar la producción generando mayor margen de utilidades.

La función de la “gestión de la red” por actores como los técnicos en donde tejer relaciones que aumentan el valor intangible en conocimiento, opiniones y la toma de decisiones se vuelve importante en el proceso de escalamiento.

Si bien hay programas de extensión públicos y privados que contemplan a la gestión como una función importante, lo que hace falta apuntalar es su capacidad para tejer capital relacional; lo que implica que se entiendan a ellos mismos como parte de la red y no como un ente externo y en el peor de los casos superior

a los demás. Esto lo pudimos ver en varios de los resultados de este trabajo en donde la toma de decisión de innovar es un proceso de gestión del riesgo para los productores y cada uno de ellos maneja ese riesgo de acuerdo con su entorno y también a los fines que busca de la agricultura.

6.4 Contribuciones de la investigación

Este trabajo, a través de sus capítulos 4 y 5, hace contribuciones prácticas para entender el proceso de escalamiento. De manera crítica cuestiona la forma en que se concibe a la innovación en los programas de extensión y muestra con casos concretos la complejidad del proceso, la forma en que toman decisiones los productores y los elementos que soportan dicha adopción.

Con respecto del tema de escalamiento, los resultados de este trabajo brindaron aportes metodológicos que permiten dar valores cuantitativos a elementos planteados de manera conceptual; tal como la articulación efectiva de diversos actores de la cadena. Mediante indicadores de análisis de redes sociales el EI Índex brindó un parámetro para asegurar de que los procesos de intervención de extensión basadas en la gestión de la innovación propician el tejido de capital relacional; y que las innovaciones escalan transitando (dependiendo de su complejidad) entre diferentes redes, no sólo las redes técnicas.

6.5 Limitaciones y futuras investigaciones

Al ser el escalamiento un proceso de transición de cambios tecnológicos; su efectividad y alcance en impactos puede explicarse desde distintas perspectivas; en nuestro estudio hicimos énfasis en la dinámica de difusión de innovaciones y la adopción en procesos de extensión. Por lo tanto, entender las relaciones entre actores implica ampliar el análisis de las relaciones y flujos de conocimiento ya que reconocemos que existen dinámicas de poder de tipo económico, de acceso a la información, de prestigio y culturales que moldean la forma en que el escalamiento ocurre.

Para nuestra investigación utilizamos el estudio de casos como herramienta para profundizar en el entendimiento de cómo están constituidas las redes que soportan procesos de escalamiento de innovaciones; es decir que nuestro estudio en términos del análisis de redes fue de tipo “ego-net”. Estudios a nivel de redes completas brindarán información complementaria de las dinámicas a nivel de cadena de valor e incluso de las características de los entornos que propician procesos de escalamiento de innovaciones.

Respecto de las tecnologías analizadas, nuestro estudio nos permitió profundizar en la diversidad de conjuntos de innovaciones adoptadas a través del tiempo por los productores; una diferenciación de la forma en que las tecnologías principales y las complementarias fueron articuladas por los diversos actores brindaría información para la toma de decisiones de programas públicos y privados que invierten en innovaciones

Los siguientes pasos en los que avanzar es en la medición del impacto en el escalamiento de innovaciones, el cual debería reflejarse en mejoras más allá de la productividad, es decir, medir impactos en la forma de gestión local de la red, de la diversidad de inversiones y actores participando de la difusión y de la definición de metas a nivel territorial que se traduzcan mejoras en la calidad de vida de las personas involucradas, la estabilidad laboral, la mitigación de problemas que aquejan a las comunidades como la deficiencia hídrica, la falta de oportunidades empresariales o el limitado relevo generacional en las zonas rurales.

Finalmente, junto con nuestra reflexión, nos surgen otras preguntas que podrán guiar a futuras investigaciones:

¿Qué rol juega el estado en la facilitación de entornos propicios para el escalamiento de innovaciones?

¿Cuáles son las dinámicas de poder que limitan o aceleran el escalamiento de innovaciones?

¿Cómo los cambios en el modelo económico actual y de relaciones comerciales influyen en el escalamiento?

¿Podemos mediante el uso de herramientas digitales modelar los procesos de intervención tomando como base al escalamiento?
¿Qué brechas del desarrollo rural no se están considerando en los procesos de escalamiento de innovaciones y que generan efectos negativos no deseados?