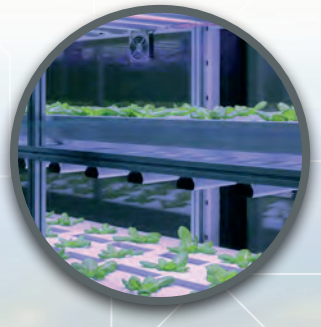
Innovación para la competitividad y la soberanía alimentaria en México

VISIONES, EXPERIENCIAS Y PROPUESTAS







Juan Luis Hernández Pérez
Jorge Inés León Balderrama
Coordinadores

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES



Forma sugerida de citar: Hernández Pérez, J. L., León Balderrama, J. I., Hernández Moreno, M. C., Heredia Hernández, D., Leyva Trinidad, D. A., Massieu Trigo, Y. C., Martínez Salvador, L. E., Garza Lagler, M. C., García Montijo, L., Carrasco Escalante, J. C., Valenzuela Romero, C. J. M., Camarena Gómez, B. O., Tafolla Arellano, J. C., Espejel García, A., Barrera Rodríguez A. I., Ramírez García A. G., Terán Samaniego, K., Maycotte de la Peña, M. L., Robles Parra, J. M., Lozano Magdaleno, A., Preciado Rodríguez, J. M., Paz Luna, J. L., Cohen, E. D. & Jerez Morales, C. M. (2026). Innovación para la competitividad y la soberanía alimentaria en México: Visiones, experiencias y propuestas. (J. L. Hernández Pérez y J. I. León Balderrama, Coords). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Sociales. https://ru.iis.sociales.unam.mx/

Excepto donde se indique lo contrario, esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0 Internacional): https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es

Con la licencia CC-BY-NC-SA usted es libre de:

- Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.
- Adaptar: remezclar, transformar y construir a partir del material.

Bajo los siguientes términos:

- Atribución: usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- No comercial: usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.
- Compartir igual: si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.

En los casos que sea usada la presente obra, deben respetarse los términos especificados en esta licencia.

Innovación para la competitividad y la soberanía alimentaria en México

VISIONES, EXPERIENCIAS Y PROPUESTAS

Juan Luis Hernández Pérez
Jorge Inés León Balderrama
Coordinadores

Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Investigaciones Sociales

Ciudad de México, 2026

Presidenta
Marcela Amaro Rosales • IISUNAM

Secretaria
Karina Bárcenas Barajas • IISUNAM

Miembros
Eugenia Allier Montaño • IIS-UNAM
Sofía Ávila Calero • IIS-UNAM
Eduardo Cerdán • IIS-UNAM
Karolina Monika Gilas • FCPYS-UNAM
Lidia Girola Molina • UAM-A
Juan Cruz Olmeda • COLMEX
Teresa Ordorika Sacristán • CEIICH-UNAM
Bruno Felipe de Souza e Miranda • IIS-UNAM

Catalogación en la publicación UNAM. Dirección General de Bibliotecas

Nombres: Hernández Pérez, Juan Luis, editor. | León Balderrama, Jorge Inés, editor.

Título: Innovación para la competitividad y la soberanía alimentaria en México : visiones, experiencias y propuestas / Juan Luis Hernández Pérez, Jorge Inés León Balderrama, coordinadores.

Descripción: Primera edición. | Ciudad de México : Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Sociales, 2026.

Identificadores: LIBRUNAM 2307166 (libro electrónico) | ISBN 9786076474488 (libro electrónico).

Temas: Soberanía alimentaria -- México. | Industrias agrícolas -- México. | Innovaciones agrícolas -- México. | Acuicultura -- México. | Viticultura -- Sonora.

Clasificación: LCC HD9014.M62 (libro electrónico) | DDC 338.10972—dc23

Este libro fue sometido a un proceso de dictaminación por académicos externos al Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México, de acuerdo con las normas establecidas por su Comité Editorial de Libros.

Primera edición: octubre de 2026

D.R. © 2026, Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Investigaciones Sociales
Circuito Mario de la Cueva, s/n
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, CDMX
www.iis.unam.mx
https://ru.iis.sociales.unam.mx/
Correo electrónico: repositorio.iis@sociales.unam.mx

Coordinación editorial: Eduardo Cerdán
Edición: Cynthia B. Salazar Nieves
Diseño de portada e interiores: Óscar Quintana Ángeles (con fotografías de Dan Meyers, Emily Kennison, Arno Senoner y Yoav Aziz, en Unsplash)
Formación: Liliana Aguilar Sánchez y Óscar Quintana Ángeles
Tratamiento de imágenes: Adriana Rodríguez Borja, Óscar Quintana Ángeles y Cynthia Trigos Suzán

ISBN: 978-607-647-448-8

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Hecho en México

Contenido

Presentación | 8

Introducción
Juan Luis Hernández Pérez y *Jorge Inés León Balderrama* | 9

I
Visiones y cuestionamientos

Innovación incluyente y cambio paradigmático
en el escenario agroalimentario contemporáneo
María del Carmen Hernández Moreno, *Daniela Heredia Hernández*
y *Doris Arianna Leyva Trinidad* | 21

Innovación y tecnología en la agricultura mexicana.
Corporaciones, propuestas campesinas y políticas gubernamentales
Yolanda Cristina Massieu Trigo | 45

La agricultura 4.0 desde la perspectiva de la soberanía
alimentaria. Innovaciones, desafíos y oportunidades
Juan Luis Hernández Pérez | 67

II
Experiencias, capacidades y desempeño
en torno a la innovación

Innovación en las denominaciones de origen agroalimentarias
en México. El caso del SIAL Cacao Grijalva
Laura Elena Martínez Salvador | 90

Transferencia de conocimiento e innovación en sistemas agroindustriales
María Cristina Garza Lagler | 111

Globalización y transferencia tecnológica en la agricultura
de invernadero en Querétaro
Eliza Dexter Cohen, *Claudia Marcela Jerez Morales*,
Rebeca de Gortari Rabiela y *Juan Luis Hernández Pérez* | 135

Capacidad de absorción y desempeño en innovación
en la acuacultura de camarón de Sonora
Jorge Inés León Balderrama, *Leslie García Montijo*
y *José Crisóforo Carrazco Escalante* | 160

Cambio organizacional e innovación en el sistema espárrago de Sonora
Ciriaco Jesús Manuel Valenzuela Romero, *Beatriz Olivia*
Camarena Gómez y *Julio César Tafolla Arellano* | 179

Innovación y tecnología en la cadena agroindustrial
del bacanora en Sonora, México
Anastacio Espejel García, *Ariadna Isabel Barrera Rodríguez*
y *Adán Guillermo Ramírez García* | 201

Atributos de mercado y de calidad intangibles para la sustentabilidad
organizacional en el sistema vid de mesa de Sonora
Karla Terán-Samaniego, *Mayra Lucía Maycotte-de la Peña*
y *Jesús Martín Robles-Parra* | 226

Prácticas de negocio como fundamentos innovadores
en el sistema vid de mesa en Sonora
Aarón Lozano-Magdaleno, *Juan Martín Preciado Rodríguez*
y *Jesús Lauro Paz Luna* | 250

Conclusiones generales | 268

Semblanzas | 271

Presentación

En este libro sobre la innovación para la competitividad y la soberanía alimentaria en México se conjugan distintas visiones, experiencias y propuestas. Este texto constituye un espacio de análisis y balance a partir de diferentes capítulos que nos permiten profundizar, desde distintas posturas metodológicas, perspectivas teóricas y experiencias empíricas, en el entendimiento e importancia de la innovación: desde el cuestionamiento del actual paradigma tecno-productivo agroalimentario hasta propuestas que se están construyendo desde diversos frentes para alcanzar un sistema agroalimentario competitivo pero con soberanía alimentaria, pasando por los estudios sobre sus dimensiones, impactos e implicaciones en diferentes ámbitos productivos, organizativos y socioeconómicos.

Este libro es resultado de los trabajos presentados en el Seminario Institucional Ciencia, Tecnología e Innovación para la Seguridad y Soberanía Alimentarias, organizado por el Instituto de Investigaciones Sociales (IIS) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El Seminario se nutrió con la participación de destacados estudiosos y especialistas de este Instituto y del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), así como de diferentes universidades del país y otros profesionales interesados.

La publicación de los trabajos en este libro se da en el marco de un convenio de colaboración académica entre el Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM y el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), con relación al objetivo común del estudio de la innovación agroalimentaria en México con incidencia económica y social.

Introducción

Juan Luis Hernández Pérez
Jorge Inés León Balderrama

La crisis económica y la geopolítica mundiales, provocadas por la profundización de la actual globalización, han generado varios desafíos sin precedentes que influyen en la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios y, por ende, en la vida de millones de personas en todo el mundo. Además, en los últimos años, se han sumado otros factores adversos, como el aceleramiento de los efectos del cambio climático, las emergencias sanitarias, los conflictos bélicos, las crisis migratorias y energéticas y la inflación persistente, los cuales ponen en entredicho la competitividad, la seguridad y la soberanía alimentarias en diversos países, especialmente los que aún están en proceso de desarrollo (Altieri y Nicholls, 2020; HILPE, 2020).

Ante este panorama complejo, el mundo espera un mejor aprovechamiento de los beneficios de la innovación, ya que ésta "se percibe cada vez más como un elemento esencial para combatir los retos globales" (OCDE, 2010: 3). Al respecto, en la mayoría de los países se ha promovido un enfoque que considera que la innovación ayudará inequívocamente al mercado a garantizar la eficiente asignación de recursos y, de este modo, combatir los problemas mundiales, especialmente los relacionados con alcanzar sistemas agroalimentarios sostenibles que mejoren el bienestar de la población (WEF y FAO, 2022; Von Braun *et al*., 2021). Sin embargo, dicho enfoque clásico no ha tomado en cuenta que el mercado no siempre es eficiente ni equitativo, tampoco promueve consistentemente innovaciones que incidan en la seguridad y soberanía alimentarias, en particular de los países en desarrollo (Byaruhanga e Isgren, 2023).

En México, este enfoque de innovación ligado al mercado externo se manifestó mediante el diseño de políticas científicas y agrícolas orientadas a lograr una mejor y mayor integración comercial de algunos productores y empresas dentro de las cadenas globales de valor, preeminentemente, mediante el impulso de la transferencia internacional de tecnología, apoyada con inversión extranjera directa, sin impulsar suficientemente su adaptación y con un escaso contenido nacional e incidencia social. En este proceso, los beneficios de la innovación no llegaron de manera equitativa

a las comunidades rurales, a los pequeños productores y a los más pobres. De manera paradójica, el país es líder en exportaciones de aguacate, jitomate y otras frutas y hortalizas a nivel mundial, pero existe dependencia en oleaginosas y granos básicos, como el maíz. Esto ha provocado bajo crecimiento económico, inseguridad alimentaria y menoscabo de la soberanía nacional, razones por las cuales este esquema de innovación ha sido criticado (Wise, 2023; Hoffecker, 2021).

Ante esta situación, diversos actores sociales, organizaciones y académicos han señalado, desde un enfoque alternativo, que la innovación puede jugar un papel muy relevante en el objetivo de promover un mayor crecimiento y desarrollo interno de carácter autocentrado, con justicia y seguridad alimentarias. Con ello se aleja del paradigma tradicional que hoy domina la producción y comercialización alimentaria mundial. Por lo tanto, el enfoque de innovación dirigido a beneficiar de forma explícita a los sectores menos favorecidos ha cobrado fuerza, pues busca generar procesos y resultados que impulsen un desarrollo más inclusivo. Por ejemplo, han surgido encuadres teórico-conceptuales al respecto, como la "innovación a favor de los pobres" o la "innovación de base" (Berdegué, 2005; Chataway *et al*., 2014; Smith *et al*., 2014), junto con el concepto de "innovación inclusiva" (Heeks *et al*., 2014; Papaioannou, 2014). Este último ha sido adoptado por organismos internacionales y gobiernos como objetivo y estrategia para el desarrollo inclusivo.

Además, existe creciente consenso en destacar que la innovación es un proceso social interactivo que debe contextualizarse históricamente en el marco de la globalización actual, ya que en los países desarrollados las actividades de investigación científica tienen un papel destacado en los procesos de innovación; mientras que, en el caso de los países en desarrollo, el mayor peso recae en la adquisición (compra) y transferencia de tecnología, en su mayor parte importada (Fu y Shi, 2022; Binz y Truffer, 2017). Por lo tanto, en los países en desarrollo, el análisis de la innovación requiere que se consideren no sólo las innovaciones tecnológicas o productivas, sino también las aportaciones de carácter social ligadas a nuevas habilidades, al desarrollo de capacidades y prácticas endógenas, conocimientos y saberes locales (Freitas *et al*., 2011; Howaldt *et al*., 2016).

A partir de la postura anterior, en los sistemas agroalimentarios, la innovación inclusiva es un proceso a través del cual los agricultores o productores participan de manera directa en el desarrollo de productos, servicios y procesos para incrementar sus posibilidades de empoderamiento, mejorar la producción y optimizar las prácticas de gestión agropecuaria. Esto puede incluir la implementación de nuevas variedades de cultivos o razas animales, el uso de tecnologías accesibles, mejoras en la producción y poscosecha, así como la apertura de nuevos nichos de mercado mediante la inclusión de quienes han sido históricamente excluidos. La innovación inclusiva significa también nuevas regulaciones e instituciones, además del impulso de las capacidades nacionales y el diálogo de saberes (conocimiento científico occidental moderno, capacidades y saberes locales de los pueblos y pequeños agricultores de forma

complementaria). Si bien en los últimos tiempos se ha buscado lograrlo, es necesario un mayor esfuerzo (Jia, 2021; Juárez *et al*, 2018). Esta innovación no depende sólo de los productores, sino también de la participación de múltiples actores del sector —gobiernos, universidades e institutos de investigación, inversores, técnicos, trabajadores y estudiantes—, lo que refleja un enfoque complementario, más que antagónico, al paradigma convencional al alinear la competitividad del mercado con la seguridad y soberanía alimentarias (FAO, 2025; Clavijo *et al*., 2024).

El proceso de investigación que dio origen a esta obra fue concebido de forma colegiada por los responsables coordinadores, quienes desempeñaron un papel central en el diseño metodológico y teórico del proyecto. Este rol incluyó la definición de los ejes analíticos comunes, la articulación temática de los capítulos, la coordinación de sesiones de discusión dentro del Seminario y la retroalimentación permanente a los autores que asegurara la cohesión argumentativa y el enfoque crítico de conjunto. De hecho, el Seminario permitió la construcción de un lenguaje y una agenda común para abordar los dilemas entre competitividad e innovación, por un lado, y soberanía y justicia alimentaria, por otro lado.

Al tratarse de un trabajo colectivo, la obra presenta una diversidad de metodologías y perspectivas para analizar los vínculos entre innovación, competitividad y soberanía alimentaria en México. Por este motivo, fue necesario establecer un marco metodológico común que diera coherencia al conjunto y permitiera extraer aprendizajes comparativos. En primer lugar, los capítulos se organizaron a partir de dos ejes analíticos complementarios: a) visiones y cuestionamientos, en los que se examinan los paradigmas de la innovación agroalimentaria desde un ángulo crítico y conceptual; y b) experiencias, capacidades y desempeño, donde se documentan estudios de caso empíricos sobre procesos concretos de innovación en distintas cadenas agroindustriales y diversos territorios del país.

En lo que respecta a la metodología, la obra se construyó sobre una estrategia comparativa de estudios de caso. Esto permitió visibilizar la heterogeneidad de las trayectorias de innovación en diferentes regiones del país (Sonora, Tabasco, Querétaro, Tlaxcala, entre otras). Cada estudio utilizó herramientas propias (encuestas, análisis de redes, revisión documental, entrevistas, trabajo etnográfico, análisis estadístico), pero desde un marco común de referencia orientado a responder tres preguntas transversales que buscaron garantizar la cohesión del volumen: ¿qué tipo de innovación se impulsa (tecnológica, social, organizativa, agroecológica)? ¿Qué actores participan en el proceso (corporaciones, productores campesinos, universidades, instituciones públicas, consumidores)? ¿Qué efectos tienen estas innovaciones en la competitividad, la sustentabilidad y la soberanía alimentaria?

Por lo anterior, consideramos que el manuscrito presenta un alto nivel de pertinencia académica y social, ya que cuenta con aportaciones originales tanto en el plano conceptual como en el empírico. Además, su énfasis en la innovación inclusiva

como vía hacia la soberanía alimentaria lo posiciona como una obra de referencia para los estudios sobre políticas de innovación en México.

Los capítulos que integran el libro son el resultado de una construcción colectiva y progresiva, en la cual se compartieron marcos teóricos, se discutieron estudios de caso, se confrontaron metodologías y se ajustaron enfoques bajo una lógica de convergencia conceptual. Cada autor y autora elaboró su contribución en diálogo con los demás participantes a partir de un marco reflexivo sobre el papel de la innovación en el contexto mexicano y latinoamericano, considerando las tensiones entre los paradigmas hegemónicos de desarrollo agroalimentario y las propuestas emergentes basadas en territorialidad, equidad y sostenibilidad.

Si bien el libro enfatiza en estudios de caso situados en el estado de Sonora, también recupera experiencias en otros territorios, como Tabasco, Querétaro y Tlaxcala. Esto permite generar comparaciones valiosas sobre las diferentes trayectorias de innovación en contextos diversos. Dicha amplitud territorial es reflejo del compromiso de los participantes con una visión nacional, plural y situada de los problemas y posibilidades del sistema agroalimentario mexicano. De este modo, aunque cada capítulo conserva su especificidad disciplinaria y empírica, la articulación metodológica descansa en: a) la unidad temática en torno a la innovación y sus implicaciones para la soberanía alimentaria; b) la unidad conceptual alrededor de enfoques alternativos a la innovación convencional; c) la comparabilidad empírica a partir de preguntas y categorías comunes.

La obra se estructura en dos ejes temáticos complementarios. El primero reúne trabajos de corte más conceptual y crítico, los cuales examinan los alcances y límites del paradigma tecno-productivista en relación con la soberanía alimentaria; además, abordan las disputas epistémicas en torno a la innovación incluyente y la agroecología como estrategias transformadoras.

En el primer capítulo, "Innovación incluyente y cambio paradigmático en el escenario agroalimentario contemporáneo", se busca llamar la atención sobre la necesidad de constituir sistemas de innovación agroalimentaria incluyentes que partan del reconocimiento del valor de la episteme campesina y de la diversidad de contextos culturales y naturales en los que tiene lugar la innovación. Dichos sistemas deberán estar orientados a la descentralización y democratización de los procesos agroalimentarios, en los que se prioricen el bienestar y la prosperidad de los otros excluidos del régimen agroalimentario hegemónico y en crisis. La estructura del capítulo está organizada en los siguientes apartados: "Sistemas de innovación incluyente como respuesta a los grandes retos de las sociedades del siglo XXI"; "Confrontación paradigmática en el escenario agroalimentario contemporáneo y el papel de la agroecología como innovación incluyente y disruptiva". En este apartado se argumenta la actual disputa en torno a la agroecología, la cual se ve catapultada como innovación disruptiva e incluyente cuando se concibe como movimiento sociopolítico, disciplina y postura epistemológica, alineada con la perspectiva de la soberanía

alimentaria. También se aborda el riesgo de inhibir su potencial transformador si se le reduce a una innovación tecnológica más en el ámbito de la agricultura intensiva sostenible. Por último, el capítulo cierra con el apartado "Documentación de innovaciones incluyentes exitosas logradas en ejercicios comunitarios agroecológicos orientados hacia la soberanía alimentaria".

En el segundo capítulo, "Innovación y tecnología en la agricultura mexicana: corporaciones, propuestas campesinas y políticas gubernamentales", la autora busca brindar elementos informativos y de reflexión sobre la complejidad de la innovación y la tecnología para la agricultura mexicana, en un contexto de urgente necesidad de encontrar una vía para la producción de suficientes alimentos sanos de una manera sustentable. La autora parte de una breve reflexión teórica sobre innovación y tecnología, y plantea la dificultad de que las teorías convencionales sean útiles para entender los problemas que ha generado la modernización agrícola. Enseguida, ofrece un breve recorrido histórico sobre la modernización agrícola en la segunda mitad del siglo XX, conocida como "revolución verde", los problemas socioambientales que causó, y que continúan vigentes, y su continuación con la agricultura transgénica que se promueve desde los años noventa del siglo pasado como parte de las políticas neoliberales. Finalmente, la autora destaca el papel de las corporaciones multinacionales agroalimentarias (CMA) en la implantación del modelo tecnológico hegemónico, y enfatiza la existencia de propuestas de innovación agroecológica construidas desde el sector de productores campesinos en nuestro país y los cambios en la política gubernamental.

"La agricultura 4.0 desde la perspectiva de la soberanía alimentaria: innovaciones, desafíos y oportunidades" es el nombre del tercer capítulo y presenta una reflexión sobre la complejidad de este fenómeno en la agricultura en el contexto de la globalización. El autor señala que la "agricultura 4.0" está causando una rápida transformación en la agricultura mundial debido a innovaciones vanguardistas que buscan digitalizar procesos, medios y objetos físicos, con el propósito de generar mayor eficiencia y precisión operativa y productiva en el agro. El autor advierte que, si bien se espera que la digitalización de la agricultura pueda significar una oportunidad para alcanzar una mayor competitividad en la globalización, así como mejorar la seguridad y soberanía alimentarias, ante la insuficiente infraestructura digital y el predominio de intereses tecno-productivos privados corporativos, ésta implica distintos retos tecnológicos y socioeconómicos para los sistemas agroalimentarios de países en desarrollo. Finalmente, se señalan los potenciales beneficios y desafíos de la agricultura 4.0 en los países en desarrollo y sus sectores agrícolas. Se concluye que es indispensable ampliar el acceso universal a las tecnologías digitales en el agro en el marco de un proceso de innovación inclusiva.

La segunda parte de la obra recoge estudios de caso que documentan procesos concretos de innovación en cadenas agroindustriales, así como capacidades orga-

nizacionales, mecanismos de transferencia tecnológica y experiencias de adopción tecnológica en distintos sectores agroalimentarios.

El cuarto capítulo, "Innovación en las denominaciones de origen agroalimentarias en México: el caso del SIAL Cacao Grijalva", expone de manera exhaustiva las razones por las cuales las denominaciones de origen (DO) influyen en los procesos de innovación en los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL). Según su autora, las DO permiten identificar y nombrar a una serie de productos con base en los territorios de origen o de procedencia, y cuyas características específicas, que emergen de la combinación entre los factores humanos y naturales de un territorio, les dotan de una reputación. A partir de lo anterior, el texto busca identificar los factores que, alrededor de sistemas agroalimentarios con DO en México, pueden incidir en las innovaciones al interior de éstos. Para este efecto, se seleccionó el caso del SIAL Cacao Grijalva, en Tabasco (México), donde se realizó un contraste teórico-empírico a partir de la aplicación de un sondeo a productores de cacao de dicho sistema agroalimentario, a partir de las siguientes categorías analíticas: 1) elementos exógenos, 2) economías de cercanía o de aglomeración, 3) relaciones entre actores territoriales y 4) estructura del marco institucional.

El capítulo quinto titulado "Transferencia de conocimiento e innovación en sistemas agroindustriales" analiza el proceso de innovación en sistemas agroindustriales, con la finalidad de caracterizar e identificar procesos de transferencia tecnológica. Para ello, se tomó el sistema trigo cristalino del Valle del Yaqui, en el noroeste de México, como caso de estudio. Según la autora, es de gran importancia evidenciar cómo la generación de conocimiento se concentra en estos sistemas, para los cuales las exigencias de mercado y de las instituciones parecen ir aparejadas a un desarrollo innovador en el que pocas veces la literatura enfatiza en su complejidad. Su estudio señala que las actividades de investigación y desarrollo son un componente clave del proceso de innovación, las cuales se enfocan en la obtención de semillas mejoradas en torno al trigo del Valle del Yaqui. Es decir, se realiza investigación para mejorar los rendimientos, prevenir plagas y enfermedades, controlar malezas y otros fenómenos asociados a la parte del desarrollo del grano; o bien se realiza investigación asociada a la composición y funcionalidad del grano, así como su evaluación y transformación. Por lo anterior, la autora puntualiza que es clara la complejidad y riqueza que subyacen en materia de generación y transferencia de conocimiento innovador en esta región.

El sexto capítulo de la obra se denomina "Globalización y transferencia tecnológica en la agricultura de invernadero en Querétaro". Las autoras y autores se preguntan ¿cuáles son las características del proceso de transferencia tecnológica ocurrido en el sector agrícola del estado de Querétaro, particularmente en la agricultura de invernaderos de alta tecnología? Además, ¿cómo se relaciona dicho proceso con la producción de las empresas agrícolas queretanas para las cadenas de valor internacionales? Según sus autoras, existe una relación estrecha entre los Países Bajos y México en el

flujo de conocimiento e infraestructura dura, que va desde la investigación y la comercialización por parte de actores holandeses (y otros actores europeos y asiáticos en menor medida) hasta la transferencia y adaptación (tropicalización) por parte de los actores mexicanos. Asimismo, señalan que, en este proceso de transferencia tecnológica, la modernización ha permitido la expansión productiva de algunas empresas agrícolas y su integración en los mercados foráneos.

El séptimo capítulo, "Capacidad de absorción y desempeño en innovación en la acuacultura de camarón de Sonora", busca contribuir al estudio empírico del impacto que tiene la capacidad de absorción sobre el desempeño de las empresas del sector acuícola en el estado de Sonora. A partir del estudio de caso del cultivo de camarón, se evalúa estadísticamente la relación entre estas capacidades con el desempeño en innovación de las empresas acuícolas regionales. El estudio se basa en una encuesta propia aplicada a una muestra de acuicultores ubicados en las zonas de producción de la entidad, y para el procesamiento estadístico se empleó el Modelo de Ecuaciones Estructurales. La investigación empírica destaca que hay una relación positiva y significativa entre la capacidad de absorción del conocimiento y el desempeño en innovación. Se encontró también que existen relaciones positivas entre las cuatro dimensiones de la capacidad de absorción de conocimiento y el desempeño de innovación, donde la dimensión "capacidad de asimilación de conocimiento" exhibe un efecto positivo de mayor peso. De esta manera, el capítulo contribuye en demostrar empíricamente cómo la capacidad de absorción de conocimiento afecta los resultados de innovación de las empresas acuícolas desde una visión multidimensional.

En el octavo capítulo titulado "Cambio organizacional e innovación en el sistema espárrago de Sonora", sus autoras y autores buscan caracterizar el proceso de innovación en ese sistema productivo localizado en dicha entidad federativa, así como los cambios en la forma organizativa de quienes integran el sistema. Se desarrolló una revisión de la literatura disponible sobre la innovación, el cambio organizacional y el contexto histórico en el que se desarrolla ese sistema. Para el cumplimiento de los objetivos, se diseñó un estudio de corte exploratorio y se seleccionó como área de estudio al municipio de Caborca, líder en la producción regional y nacional de espárrago. Según los autores, se concluye que aquellas organizaciones con mayor número de certificaciones presentan más avances en procesos de innovación, así como mayor adaptación en su forma organizativa para responder a las exigencias del mercado.

"Innovación y tecnología en la cadena agroindustrial del bacanora en Sonora, México" es el noveno capítulo, el cual tiene por objetivo caracterizar la agroindustria del bacanora por medio de un análisis con enfoque de red de valor. Con base en la metodología, se determinaron los índices de adopción de innovaciones (INAI), los cuales sirvieron para analizar la dinámica de innovación. Los resultados muestran que la red de innovación tiene como actor central a la agroindustria, la cual determina la dinámica de toda la red y la interacción con los cuatro actores periféricos que la rodean: clientes, proveedores, competidores y complementadores. De igual forma, se detectó

que, si bien se han desarrollado distintas innovaciones en el proceso productivo (producción, fertilizantes, control de plagas, etcétera) y administrativo en la agroindustria de la bacanora, hace falta la implementación de más innovaciones, sobre todo las relacionadas con la mejora del rendimiento y la calidad de la bebida.

El décimo capítulo, "Atributos de mercado y calidad intangibles para la sustentabilidad organizacional en el sistema vid de mesa de Sonora", se propone analizar cómo los atributos de mercado y calidad intangibles influyen en el sistema de organizaciones productoras y exportadoras de uva de mesa en Sonora, para que éstas transiten hacia la sustentabilidad organizacional. De igual manera, se recurrió a las certificaciones, sellos, distintivos y auditorías de las organizaciones como fuentes secundarias de información. Con estos elementos se conocieron las prácticas que las organizaciones mantienen en relación con la responsabilidad social y ambiental, así como lo que corresponde a la gestión de calidad. Los datos fueron recolectados entre noviembre de 2021 y abril de 2022. Los hallazgos permiten señalar que la incorporación de certificaciones de responsabilidad social, responsabilidad ambiental y gestión de calidad constituye una herramienta fundamental para alcanzar la sustentabilidad organizacional. Tales certificaciones han permitido la permanencia en el mercado, la adaptación y la satisfacción de clientes. Los resultados muestran que la mayoría de las organizaciones productoras y exportadoras pertenecientes al sistema uva de mesa en el estado de Sonora han mostrado un avance en la implementación de prácticas de sustentabilidad organizacional. Mientras que el resto corresponde a aquellas firmas que aún se encuentran en una incipiente implementación de prácticas de protección al medio ambiente, que cuiden a los trabajadores y propicien la gestión de la calidad.

El último capítulo se titula "Prácticas de negocio como fundamentos innovadores en el sistema vid de mesa en Sonora" y busca identificar los nuevos métodos en las prácticas de negocio que llevan a cabo las organizaciones de ese sistema como un fundamento de innovación organizacional y respuesta a las demandas intangibles del mercado. Según los autores, las empresas agrícolas se encuentran expuestas a condiciones de demanda de carácter intangible que van más allá del tamaño, sabor y textura de dicho fruto. Es decir, lo que más resalta es que las organizaciones del sistema vid desarrollan innovación organizacional a través de nuevos métodos en sus prácticas de negocio, donde se destaca la digitalización de procesos, la adopción de plataformas digitales para comunicación y el uso de drones e inteligencia artificial en la producción.

Cabe mencionar que, aunque no todos los capítulos abordan explícitamente la noción de soberanía alimentaria, sí comparten una preocupación por los impactos sociales, ambientales y organizativos de los procesos de innovación. En conjunto, la obra contribuye al debate sobre la necesidad de reorientar las políticas de ciencia, tecnología e innovación en México hacia modelos más participativos, descentralizados y coherentes con los contextos sociales y ecológicos de los territorios rurales.

En suma, la obra constituye un aporte significativo en el campo de los estudios sobre innovación agroalimentaria en el país. Sus principales contribuciones y aspectos originales son:

1. Replanteamiento crítico del paradigma dominante y su lógica excluyente. El texto problematiza el modelo agroalimentario corporativo y tecnoproductivista mientras evidencia sus límites socioeconómicos y ambientales. Ante esto, propone marcos alternativos que vinculan la innovación con la justicia social y la soberanía alimentaria. Aunque existen trabajos previos sobre innovación agrícola, este libro aporta un marco sistemático que articula competitividad con soberanía alimentaria, una relación poco explorada en la literatura nacional.
2. Visibilización de experiencias locales. En la obra se destacan estudios de caso en distintas regiones del país (Sonora, Tabasco, Querétaro, Tlaxcala, entre otras) que muestran cómo la innovación se construye desde la base social al incorporar saberes campesinos, prácticas agroecológicas y procesos de gobernanza participativa. Al documentar casos en sectores específicos (acuacultura, espárrago, bacanora, uva de mesa, cacao, etcétera), el libro ofrece evidencia reciente y comparativa que no se encuentra reunida en otros estudios.
3. Articulación conceptual. Este volumen integra marcos teóricos recientes —innovación inclusiva, innovación de base, agroecología como innovación disruptiva— y los aplica de forma situada al contexto mexicano. Esto le confiere un valor académico importante al tender puentes entre la teoría global y las prácticas locales.
4. Pluralidad metodológica. En los capítulos se combinan enfoques cualitativos y cuantitativos (estudios históricos, encuestas, modelos estadísticos, análisis de redes, etc.), lo cual enriquece la robustez de los hallazgos y facilita un abordaje integral de la innovación agroalimentaria.
5. Propuesta de política pública. La obra no se limita al diagnóstico, sino que sugiere rutas para reorientar la ciencia, la tecnología y la innovación en México hacia un modelo participativo, descentralizado y socialmente incluyente.
6. Este volumen surge de un proceso académico colegiado (Seminario UNAM–CIAD) que articula visiones diversas, lo cual fortalece su originalidad frente a trabajos unipersonales o sectoriales.
7. El libro no sólo busca ofrecer diagnósticos y evidencias empíricas, sino también alimentar un proceso de reflexión colectiva y de transformación institucional.

En un momento en que se redefine el papel de la ciencia en la sociedad, este esfuerzo editorial reafirma la necesidad de construir conocimientos situados, comprometidos y útiles para enfrentar los desafíos estructurales de nuestros sistemas alimentarios.

Agradecimientos

Extendemos nuestro reconocimiento a las investigadoras e investigadores que participaron en este esfuerzo académico conjunto y, además, nuestro agradecimiento a las autoridades del Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México y al personal del Departamento de Publicaciones por su apoyo en el cuidado editorial y publicación de este estudio.

Un agradecimiento especial a las becarias Monserrat Granillo Hernández y Valeria Vázquez Fajardo, así como al becario Eduardo Ortiz Velázquez, quienes colaboraron con la revisión, organización y sistematización de una parte de la información que se presenta en el documento, así como con la paciente revisión de los Lineamientos de la Política Editorial para la Publicación de Libros. A todos y todas, muchas gracias.

Referencias

Altieri, Miguel, y Clara Nicholls (2020). "Agroecology and the Reconstruction of a Post-Covid-19 Agriculture". *The Journal of Peasant Studies* 47 (5): 881-898.

Berdegué, Julio (2005). *Sistemas de innovación favorables a los pobres*. Documento de antecedentes presentado al 29° Periodo de Sesiones del Consejo de Gobernadores del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). Roma, 15 y 16 de febrero de 2006. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola.

Binz, Christian, y Bernhard Truffer (2017). "Global Innovation Systems - A Conceptual Framework for Innovation Dynamics in Transnational Contexts". *Research Policy* 46 (7): 1284-1298.

Byaruhanga, Ronald, y Ellinor Isgren (2023). "Rethinking the Alternatives: Food Sovereignty as a Prerequisite for Sustainable Food Security". *Food Ethics* 8: 16.

Chataway, Joanna; Rebeca Hanlin, y Raphael Kaplinsky (2014). "Inclusive Innovation: An Architecture for Policy Development". *Innovation and Development* 4 (1): 33-54.

Clavijo, Neidy; Luz Rodríguez; Alexandra Mañunga; Angie Bernal; Ana María Mesa, y Martha Vanegas (2024). *Participatory Innovation Labs: Towards Sustainable Agri-Food Systems*. Montpellier: Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR).

Freitas, Isabel; Tommy Clausen; Roberto Fontana, y Bart Verspagen (2011). "Formal and Informal External Linkages and Firms' Innovative Strategies: A Cross-Country Comparison". *Journal Evolutionary Economics* 21: 91-119.

Fu, Xiaolan, y Liu Shi (2022). "Direction of Innovation in Developing Countries and its Driving Forces". *World Intellectual Property Organization* (WIPO) *Economic Research Working Paper Series* (69).

Heeks, Richards; Christopher Foster, y Yanuar Nugroho (2014). "New Models of Inclusive Innovation for Development". *Innovation and Development* 4 (2): 175-185.

High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition (HLPE) (2020). *Food Security and Nutrition: Building a Global Narrative Towards 2030*. Roma: HLPE.

Hoffecker, Elizabeth (2021). "Understanding Inclusive Innovation Processes in Agricultural Systems: A Middle-Range Conceptual Model". *World Development* 140.

Howaldt, Jurgen; Dmitri Domanski, y Christoph Kaletka (2016). "Social Innovation: Towards a New Innovation Paradigm". *Revista de Administração Mackenzie* 17 (6): 20-44.

Jia, Xiangping (2021). "Agro-Food Innovation and Sustainability Transition: A Conceptual Synthesis". *Sustainability* 13 (12): 6897.

Juárez, Paula; Florencia Trentini, y Lucas Becerra (2018). "Transformative Social Innovation for Food Sovereignty: The Disruptive Alternative". *The International Journal of Sociology of Agriculture and Food* 24 (3): 318-335.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2022). *Introducing the Agrifood Systems Technologies and Innovations Outlook*. Roma: FAO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2025). *Institutionalizing Multi-Actors Agricultural Innovation Platforms to Foster Field-Level Agricultural Innovation Systems by Empowering Smallholder Farmers*. Roma: FAO.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2010). *The OECD Innovation Strategy. Getting a Head Start on Tomorrow*. París: OECD.

Papaioannou, Theo (2014). "How Inclusive Can Innovation and Development be in the Twenty-First Century?". *Innovation and Development* 4 (2): 187-202.

Smith, Adrian; Mariano Fressoli, y Hernán Thomas (2014). "Grassroots Innovation Movements: Challenges and Contributions". *Journal of Cleaner Production* 63: 114-124.

Von Braun, Joachim; Kaosar Afsana; Louise Fresco, y Mohammed Hassan (2021). "Science and Innovations for Food Systems Transformation and Summit Actions". Bonn: Scientific Group of the UN Food Systems.

Wise, Timothy (2023). *Swimming Against the Tide: Mexico's Quest for Food Sovereignty in the Face of US Agricultural Dumping*. Mineápolis: Institute for Agriculture and Trade Policy.

World Economic Forum (WEF) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2022). *Transforming Food Systems: Pathways for Country-led Innovation*. Geneva: WEF y FAO.

I

VISIONES
Y CUESTIONAMIENTOS

Innovación incluyente y cambio paradigmático en el escenario agroalimentario contemporáneo

María del Carmen Hernández Moreno
Daniela Heredia Hernández
Doris Arianna Leyva Trinidad

Introducción

El propósito de esta colaboración es proponer a la agroecología, por sus atributos epistemológicos y sociotécnicos, como el eje articulador de sistemas agroalimentarios de innovación incluyente, siempre que se le considere como un elemento sustantivo de la soberanía alimentaria.[1] Para avanzar en esa dirección, nos proponemos responder a las siguientes preguntas: a) ¿Qué es innovación incluyente y cuáles son sus componentes institucionales? b) ¿Cuáles son los atributos y condiciones que permiten visualizar a la agroecología como innovación incluyente y disruptiva o como mera innovación técnica y cuáles son las implicaciones de uno u otro abordaje? c) ¿Existen evidencias empíricas sobre el carácter de innovación incluyente de la agroecología?

Para avanzar en esa dirección comenzaremos por reconocer que el conocimiento científico obtenido mediante la innovación es, sin lugar a duda, el emblema de las sociedades contemporáneas. Bajo el supuesto de que ambos contribuirían a lograr un mejor desempeño económico y, con ello, un mayor bienestar social, los gobiernos de los países más avanzados en los ámbitos financiero, industrial y comercial han destinado, sobre todo a partir del siglo XX, cuantiosas inversiones en ciencia y tecnología, mismas que han redundado en notables incrementos de sus respectivos niveles

1 Dada la amplia cooptación de la perspectiva agroecológica por el corporativismo verde, es necesario especificar a qué tipo de agroecología se hace referencia en este texto (ver Heredia y Hernández, 2022).

nacionales de producto interno bruto (PIB) (Raina y Das, 2020; Arocena *et al*., 2018; Casas *et al*., 2014; Smith *et al*., 2014; Altenburg, 2009). Sin embargo, estos destacables resultados no han estado acompañados de beneficios similares para todas las naciones ni para la totalidad de la población, razón por la cual en los últimos veinte años se han multiplicado los estudios que evidencian cómo el determinismo tecnológico de los Sistemas Nacionales/Regionales de Innovación (SN/RI) no ha conducido al desarrollo social, en particular de las personas en condición de pobreza (Raina y Das, 2020; Arocena *et al*., 2018; Altenburg, 2009; Guth, 2005).

Un ejemplo paradigmático de lo anterior es India, considerado por la World Intellectual Property Organization (WIPO) como el país de medianos ingresos más innovador (WIPO, 2024: 17), pero a la vez con elevadas tasas de pobreza en zonas rurales (Álvarez, 2023; Raina y Das, 2020). Otro ejemplo es América Latina, como lo constatan Dutrénit y Sutz (2014), quienes sostienen que en esta región prevalece la inequidad social y la exclusión de los beneficios de los procesos de desarrollo de grandes grupos de población, incluso en aquellos países que han logrado economías de altos ingresos y han constituido sistemas nacionales de innovación más articulados (p. 2). Y es que, en los casos citados, los beneficios de estos SN/RI han sido concentrados en pocas manos, mientras que los costos e impactos negativos se distribuyen entre una base social más amplia (Raina y Das, 2020; Arocena *et al*., 2018; Altenburg, 2009). Es decir, a pesar del progreso científico alcanzado, se acumulan cada vez más las asignaturas pendientes en relación con la calidad de vida de la población más vulnerable (WIPO, 2024: 47; Arocena *et al*., 2018).

Entre las principales críticas que se hacen a tales sistemas de innovación "convencionales" (Raina y Das, 2020) están: *1)* la flagrante descontextualización de las políticas que los promueven, pues con frecuencia constituyen una réplica de las adoptadas por los países líderes (Altenburg, 2009); *2)* su focalización en la rentabilidad de las empresas, sin considerar los impactos sociales; y *3)* el peso de las relaciones de poder sobre la orientación de tales políticas y las decisiones en torno a la distribución de los presupuestos, entre otras (Arocena *et al*., 2018). La búsqueda de soluciones a esta problemática cada vez más reconocida ha generado una serie de propuestas que pueden ser conceptualizadas como "innovaciones e inclusión para el desarrollo", "innovaciones de base", "innovaciones inclusivas", mismas que aún, sin integrar un cuerpo teórico consolidado y unificado (Opola *et al*. 2021), comparten el imperativo de explorar nuevas formas de innovación que mejoren las condiciones de los grupos sociales que hasta ahora han sido ignorados por los actuales SN/RI.

Si bien estos autores ofrecen soluciones de base orientadas a la innovación y la inclusión social para que los grupos anteriormente excluidos gocen de los beneficios del "desarrollo", de la "modernidad" y, con ello, de las "innovaciones tecnológicas", hace falta discutir el paradigma del desarrollo desde el cual se legitima un régimen de producción y consumo cada vez más cuestionado (Ritzer y Stepnisky, 2022; Calle *et al*., 2012). En este sentido, iniciativas sociales con objetivos orientados hacia la inclusión

y la innovación, que abandera el paradigma desarrollista, suelen ser utilizadas por los regímenes que buscan legitimación o un fin electoral, pero las implementan bajo la forma del arraigado asistencialismo o clientelismo (Vergara-Camus y Kay, 2018).

En el terreno agroalimentario, el tema de la exclusión social de las innovaciones tiene como referente común la revolución verde (Tilzey, 2021; Harwood, 2020; McMichael, 2018). Desde entonces hasta la actualidad, la producción y la transformación de los alimentos han experimentado una notable sofisticación tecnológica, misma que tiende a agudizarse aún más en aras de mitigar la degradación del medio ambiente debido a las prácticas productivas implementadas por el actual sistema agroalimentario (FAO, 2021a: viii).[2] En términos sociológicos, ello ha redundado en fuertes procesos de concentración y centralización de la actividad, por un lado, y de expulsión de millones de familias rurales a lo ancho del planeta, por el otro. Es decir, a la crisis ambiental derivada del actual orden alimentario y económico —sistema agroalimentario corporativo— hay que añadirle la crisis humanitaria de los contingentes migratorios, muchos de ellos campesinos, que se ven obligados a abandonar sus comunidades y territorios para huir de la violencia y de la pobreza (McMichael, 2018, 2014a). He aquí de nuevo otra "paradoja": a pesar de la gran capacidad del actual sistema agroalimentario para producir alimentos, la lucha por la erradicación del hambre que encabeza los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el 2030 está cada vez más lejos de ser alcanzada (FAO, 2021b: 6), en virtud del incremento en más de 150 millones de personas subnutridas en el mundo, a raíz de la pandemia y de la reciente confrontación Ucrania-Federación de Rusia (FAO, 2022; FAO *et al*., 2022).

La evidencia del rotundo fracaso del innovador sistema agroalimentario corporativo, incluso antes de estos dos eventos, la ofrece la propia FAO al reconocer que "la persistencia de los altos niveles de desigualdad de ingresos, sumada al elevado costo de las dietas saludables, hizo que en 2019 éstas fueran inasequibles para cerca de 3,000 millones de personas en todas las regiones del mundo" (FAO *et al*., 2021: xvi). Las expectativas plasmadas en el informe "El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición, 2022" (FAO *et al*., 2022) no son más optimistas, pues se admite la necesidad de un cambio de rumbo en materia de políticas agroalimentarias, con el fin de asegurar a los grupos sociales excluidos el acceso a frutas y hortalizas, convertidas en alimentos suntuarios por el *boom* de los mercados orgánicos.

Como respuestas a estos escenarios complejos —y a contracorriente—, desde hace casi tres décadas tiene lugar el ascenso lento pero continuo —y cada vez más extendido— de un movimiento global, encabezado en sus inicios por La Vía Campesina, al que se han sumado casi un centenar de diversas organizaciones de la sociedad civil

2 Cabe aclarar que, aunque la FAO identifica al cambio climático como una externalidad al sistema agroalimentario, reconoce que la producción agroalimentaria es responsable de una tercera parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (FAO, 2021a).

—ambientalistas, pescadores, profesionistas comprometidos con la justicia social, defensores de la biodiversidad, del bienestar animal y de la salud del planeta (Foro Nyéléni, 2007; La Vía Campesina, 2001)—. Tal articulación de actores urbanos, rurales y de diversas nacionalidades pugna por construir desde las bases, de manera descentralizada, sistemas agroalimentarios biorregionales más acordes con las dinámicas de los ecosistemas y de las culturas locales, con la expectativa de que éstos serán más justos, sanos, inclusivos y resilientes que el modelo hegemónico vigente (Hendrickson *et al*., 2017; McMichael, 2014a).

Desde la perspectiva de la teoría de los regímenes alimentarios, estos movimientos han logrado visibilizar las tensiones que están obstaculizando la evolución hasta ahora seguida por el sistema agroalimentario corporativo (McMichael, 2014a). Asimismo, han enarbolado el concepto de *soberanía alimentaria* que, entre otras muchas demandas, proclama el derecho de las personas a definir no sólo su propia alimentación, sino también sus propios sistemas agrícolas; y propugna por redefinir las políticas alimentarias nacionales en función de las aspiraciones y necesidades de quienes producen, distribuyen y consumen alimentos, y no de los requerimientos de los mercados y de las corporaciones agroalimentarias, como ocurre actualmente (Clendenning *et al*., 2016: 169). Bajo este encuadre teórico, la soberanía alimentaria constituye a la vez un punto de inflexión para el sistema agroalimentario corporativo y el replanteamiento paradigmático del modelo de producción-distribución-consumo impuesto por la modernización agroalimentaria (McMichael, 2014a; Campbell, 2009; Sevilla, 2006).

En este contexto, la agroecología —cuyos orígenes en América Latina datan de la década de los ochenta del siglo XX (Sevilla, 2017:15)— es revitalizada e incorporada a este paradigma contestatario para que aporte sus herramientas científicas y prácticas productivas pertinentes en la gestión de conocimientos —ancestrales e innovadores— que permitan, a la vez, reorganizar la diversidad de sistemas alimentarios alternativos y situados en favor de la atención a las necesidades alimentarias humanas y la "armonía" entre el agroecosistema y ecosistemas. Esto en franca oposición a los esquemas extractivistas impuestos por las corporaciones e instituciones del sistema agroalimentario globalizado. En este tenor, el diálogo de saberes, la revaloración de otras formas de conocimiento y la horizontalidad de las estrategias de comunicación para el desarrollo de capacidades juegan un papel central en la construcción de sistemas de innovación.

Para atender al objetivo principal de esta colaboración, el presente texto se ha estructurado de la siguiente manera: en la primera parte se explica la centralidad de la innovación en el actual orden económico, los mecanismos a través de los cuales ésta se vuelve un factor de exclusión social y la propuesta, al menos de una parte de la academia, de virar de la innovación para la competitividad y la maximización de la ganancia (a la manera schumpeteriana) hacia procesos de innovación orientados a mejorar la calidad de vida de la población excluida del actual orden alimentario. En

la segunda parte se aborda el tema central de este trabajo: el papel de la agroecología como innovación incluyente y disruptiva en el contexto de una confrontación paradigmática en el escenario agroalimentario contemporáneo. Se argumenta la actual disputa en torno a la agroecología: por un lado, se ve catapultada como innovación disruptiva e incluyente si se le concibe como movimiento sociopolítico; por otro lado, se aborda como disciplina y postura epistemológica alineada con la perspectiva de la soberanía alimentaria y el riesgo de inhibir su potencial transformador si se le reduce a una innovación tecnológica más, en el ámbito de la agricultura intensiva sustentable. Por último, se ofrece la sistematización de innovaciones incluyentes exitosas, logradas en ejercicios comunitarios agroecológicos orientados hacia la soberanía alimentaria. En el apartado de las conclusiones se ofrecen, a manera de propuesta, los lineamientos generales o principios que debería cumplir un sistema de innovación agroecológica incluyente para la soberanía alimentaria y sus requerimientos institucionales.

Sistemas de innovación incluyente como respuesta a los grandes retos de las sociedades del siglo XXI

Como bien señaló Joseph Schumpeter (2003: 82-83), la naturaleza del capitalismo es el cambio incesante, nunca puede ser estacionario. Y es que el motor de su carácter evolutivo no es la continua transformación de la vida económica, ni el incremento de la población, o los caprichos de los sistemas monetarios. El impulso fundamental que pone y mantiene en movimiento al sistema capitalista proviene de los nuevos bienes de consumo, de los nuevos métodos de producción o transporte, de los nuevos mercados, de las nuevas formas de organización industrial. Esta continua revolución de la estructura económica, que de manera permanente destruye lo viejo y crea algo nuevo, es la esencia del capitalismo y su razón de ser, ya que este proceso de "destrucción creativa" está en el corazón mismo de la competencia entre los agentes económicos que participan en el sistema al premiar al líder innovador con ganancias extraordinarias o, como diría Karl Marx (2002: 277), con una mayor porción de la ganancia social, y dejar fuera a quienes resultaron incapaces de lograr tales adelantos tecnológicos. Es decir, en la práctica, dichas innovaciones se convierten en altas barreras de entrada y permanencia para los agentes económicos que participan en las cadenas de valor (Kaplinsky, 2010; Altenburg, 2009). Por tanto, esta perspectiva de la innovación implica la "destrucción creativa" de las empresas menos eficientes (Altenburg, 2009: 52).

Esta manera de interpretar la innovación, como esencia y motor de la competencia en el sistema capitalista, desvincula la generación de conocimientos y su aplicación de la satisfacción de las necesidades humanas y las pone al servicio de la obtención de ganancias extraordinarias con graves implicaciones socioecológicas, como lo constatan

las actuales crisis migratorias y ambientales. Innovar y desechar para asegurar el liderazgo de unos cuantos ganadores implica grandes costos para la humanidad y los ecosistemas. La situación ha llegado a tal gravedad que dicho atributo del sistema capitalista —la destrucción creativa como eje de la competencia— se ha convertido en su propia tragedia al erigirse, hoy por hoy, en la mayor limitante estructural para su reproducción, al menos como ha sido desde el siglo XX hasta nuestros días.

Es innegable que la sociedad planetaria se encuentra en un punto de inflexión —algunos autores la llaman crisis civilizatoria (Toledo, 2015; Leff, 2003)—, por lo que la generación de conocimientos y sus innovaciones, de nueva cuenta, deben jugar un papel sustantivo, pero desde principios y bases diametralmente distintos. En esta perspectiva revisionista de la innovación (Lema *et al*., 2021; Raina y Das, 2020; Arocena *et al*., 2018; Hoffecker, 2018; Smith *et al*., 2014; Altenburg, 2009) se vuelve imprescindible celebrar un nuevo contrato social de ciencia y tecnología, pero esta vez entre la ciencia y el desarrollo social, con nuevas estructuras de decisión y nuevas leyes marco para articular los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación (Casas *et al*., 2014: 10), que privilegien lo local (Hoffecker, 2018), las necesidades y potencialidades de los grupos sociales hasta ahora excluidos de tales estructuras institucionales (Foster y Heeks, 2013).

Casas y colaboradores (2014: 5) señalan que los discursos del Banco Mundial, de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y de algunos gobiernos de América Latina hacen referencia a la necesidad de incorporar el desarrollo inclusivo como una de las asignaturas a atender por los SN/RI. Sin embargo, en la práctica aún prevalece el acento en la productividad de las empresas, lo que se justifica como una herramienta para la creación de empleos y de bienestar social. Los datos de pobreza y de desigualdad, como se señaló al inicio de este capítulo, evidencian el fracaso de esa orientación de los SN/RI. De tal manera que la propia WIPO (2024: 47) ha reconocido la necesidad de evaluar los impactos de estos sistemas de innovación en los ámbitos del bienestar social y el cambio climático.

Con base en lo hasta aquí expuesto, parece existir un acuerdo sobre la necesidad de hacer más incluyentes los procesos de innovación regionales y nacionales. Para ello, hay que comenzar por precisar el concepto y establecer su encuadre teórico.

En principio, como bien plantean tanto Opola y colaboradores (2021) como Foster y Heeks (2013), esta mirada crítica sobre la innovación convencional carece de un cuerpo teórico consolidado. En la literatura prevalece una gran discusión, sin acuerdos específicos, sobre el concepto y su definición. Los diferentes enfoques identificados comparten un severo reclamo a la teoría schumpeteriana, que ha dominado los SN/RI, por sus impactos sociales y ambientales. Ante tal vacío teórico, la incorporación de la inclusión social a los procesos de innovación obliga a superar los linderos impuestos por Schumpeter, quien la concibió como una acción económica dirigida exclusivamente

por una racionalidad instrumental, cuando no siempre es así. En su momento, Max Weber identificó la posibilidad de que la acción económica estuviese impulsada por diversos tipos de racionalidad, como las tradiciones o los afectos (Smelser y Swedberg, 2005: 4-6); hoy podrían agregarse las preocupaciones ambientales y éticas. Es decir, se innova también por motivos distintos a la maximización de la ganancia. Asimismo, son determinantes los contextos socioculturales y espaciales en los que tiene lugar la innovación (Lema *et al*., 2021; Raina y Das, 2020; Arocena *et al*., 2018), lo que induce a replantear los entornos de la innovación desde la perspectiva de la democratización de la ciencia (Nowotny *et al*., 2001), la cual propone la gestión del conocimiento y su aplicación como procesos multidireccionales, no jerárquicos. Esta condición, a la vez, demanda configuraciones institucionales flexibles que, a manera de rizomas (Deleuze y Guattari, 2010) o de entramados (Latour, 2005), agilicen la adecuación de tales procesos a las cambiantes y complejas conexiones e interrelaciones implícitas en las experiencias de innovación horizontales (Hoffecker, 2018; Foster y Heeks, 2013).

Para los propósitos de esta colaboración, y con base en lo antes expuesto, se define a la innovación incluyente como el conjunto de procesos multidimensionales resultantes de complejas y cambiantes interacciones entre diversas fuentes de conocimiento (diálogo de saberes) para la resolución de los problemas sociales y ambientales de las sociedades contemporáneas, tanto en ámbitos cotidianos como estructurales. En el plano institucional, esta definición demanda sustituir el enfoque de los sistemas —nacional o regional— de innovación por la perspectiva de los entramados de innovación territorial.

Ahora bien, en el ámbito alimentario, la agroecología vinculada al paradigma de la soberanía alimentaria es —por sus atributos epistémicos, sociotécnicos y políticos— una alternativa viable para superar el carácter excluyente de los SN/RI agroalimentarios convencionales (Bartra y Suárez., 2024). En efecto, la agricultura como actividad productiva no ha estado exenta de adoptar innovaciones tecnológicas que buscan la mejora de los procesos vigentes para aumentar la productividad, sin considerar si son socialmente excluyentes o no. Por lo general, debido a la desigualdad imperante en la base social del sector agroalimentario, los productos, equipos y procesos que promueve la innovación agrícola no están al alcance de todos los productores. Quienes se ubican en la cúspide de la base social —agronegocios y corporaciones— han podido acceder sin problema a las nuevas tecnologías. En contraste, las familias rurales —campesinas— han quedado impedidas para adoptar dichas tecnologías o productos. Debido a lo anterior, se puede considerar que existe un proceso de exclusión (Heeks *et al*., 2014) en la esencia misma de los sistemas de innovación y transferencia de tecnología agrícola convencionales.

La principal característica de las tecnologías excluyentes es que están diseñadas para incrementar el rendimiento por superficie mediante el uso de paquetes tecnológicos que incluyen variedades mejoradas, sistemas de riego, fertilizantes, maquinaria agrícola y pesticidas (Souza, 2014), recomendaciones o financiamientos que

fomentan cultivos de tipo agroindustriales para la exportación (García-Moya, 2012), lo que también ha resultado en la degradación de los agroecosistemas. La introducción de paquetes tecnológicos estandarizados se ha basado en la lógica de la transferencia tecnológica de arriba hacia abajo, promocionados por programas de desarrollo agrícola convencionales en busca de la maximización del rendimiento, el debilitamiento del conocimiento local y una dependencia técnica y cultural cada vez mayor (Heredia y Hernández, 2022; Giraldo y Rosset, 2016; Gereffi *et al*., 2009). La exclusión sociotécnica (Raina y Das, 2020; Villatoro *et al*., 2020) en muchas comunidades rurales incentivó a los productores a utilizar técnicas agroecológicas con la finalidad de paliar el daño generado a sus ecosistemas, sustituir las tecnologías excluyentes y alcanzar la sostenibilidad en la obtención de alimentos. Actualmente, la agricultura en México está en un proceso de transición que pretende migrar de las prácticas agrícolas promovidas por el modelo de la revolución verde hacia la producción sustentable de alimentos mediante la agroecología (Bartra *et al*., 2024; Heredia y Hernández, 2022; Levidow *et al*., 2021). Sin embargo, dicha transición está impregnada de matices, algunos de los cuales no garantizan la inclusión social, como se verá en la siguiente sección.

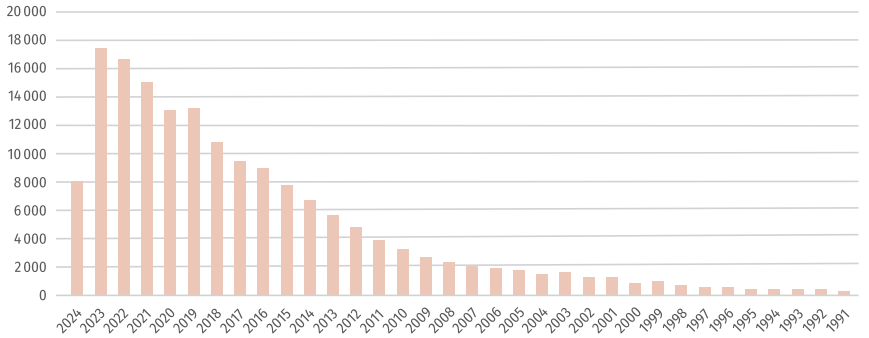
Confrontación paradigmática y agroecológica en el escenario agroalimentario contemporáneo

El escenario agroalimentario contemporáneo se encuentra en un punto de inflexión impulsado por las tensiones descritas anteriormente. Lo más relevante de este proceso de cambio es que sus motores están insertos tanto en los movimientos sociales de base —como La Vía Campesina y organizaciones de la sociedad civil— como en la cúspide del actual orden alimentario, es decir, desde las grandes corporaciones agroalimentarias e instituciones globalizadas (Banco Mundial, OCDE, FAO, entre otros).

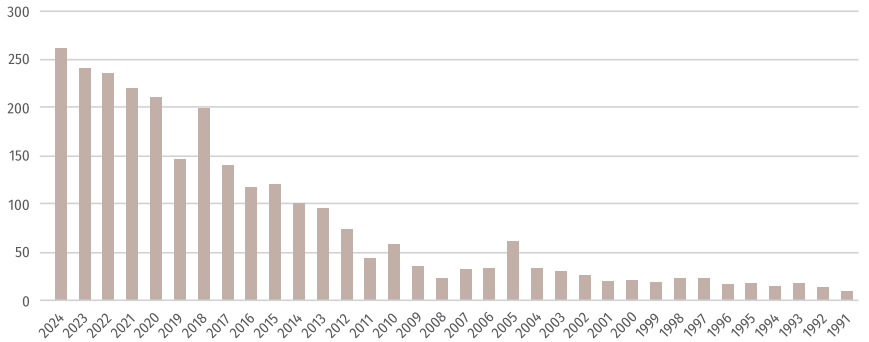
La amplísima literatura generada en los últimos años constata esa búsqueda y puesta en práctica de alternativas que articulen procesos de producción sustentables de diversos calibres, racionalidades y alcances. Para precisar, la agroecología tuvo sus inicios a partir del 1970 (Altieri y Nicholls, 2017), no obstante, no fue sino hasta finales de la última década del siglo XX que se ha propiciado una amplia diversidad de investigaciones al respecto. Basta con hacer una breve revisión bibliográfica para visualizar un incremento importante en las publicaciones relacionadas con este tema a partir de 2008 (ver gráficas en la siguiente página), así como el aumento de una serie de movimientos sociales comunitarios en diversas latitudes y contextos sociales (Pinheiro-Barbosa, 2020; Val *et al*., 2019).

En adición, otras concepciones de producción y aprovechamiento sustentable, como la agricultura orgánica (Le Coq *et al*., 2017), la permacultura, la agricultura biodinámica, la agricultura sustentable, la agricultura regenerativa (Schmitt *et al*., 2017), la silvicultura comunitaria (Bartra *et al*., 2024), el ecofeminismo (Gaard, 2015), entre

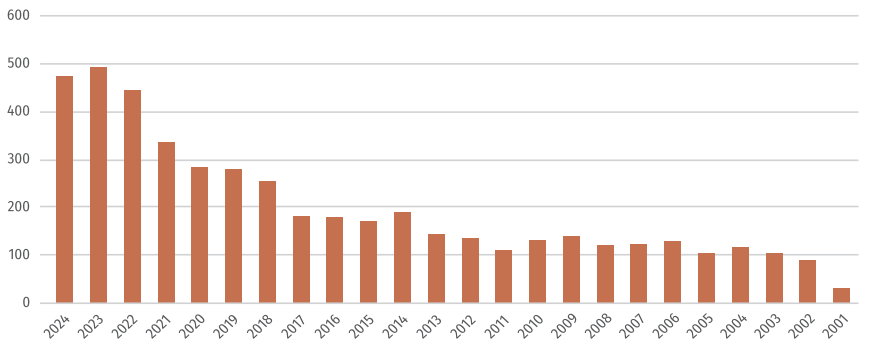
Google Académico



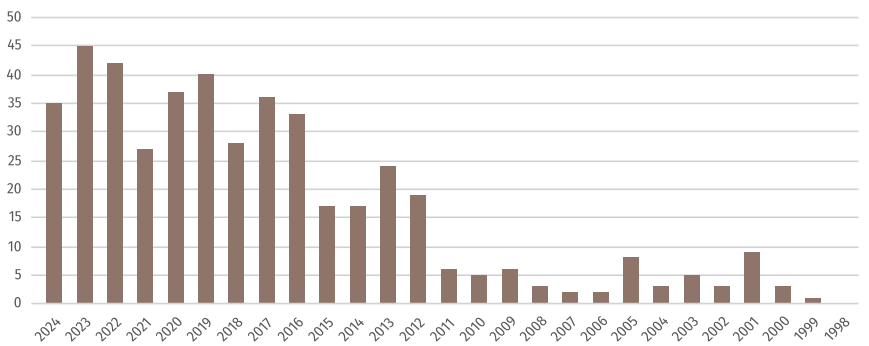
Taylor & Francis



Wiley Online Library



Jstor



Gráficas 1-4. Resultados de búsqueda anual de publicaciones con la palabra clave agroecology

Fuente: elaboración propia.

otras, si bien tienen por objetivo común hacer más eficientes los recursos utilizados y reducir el uso de agrotóxicos (Heredia y Hernández, 2022), un análisis posterior y más profundo de cada una de éstas ayudaría a delimitar principalmente los alcances de su sustentabilidad en el largo plazo. Mientras que algunas de estas innovaciones sustentables ofrecen productos con bajo impacto en la huella de carbono, una visión de largo plazo para los productores, mayor flexibilidad, la posibilidad de atender las tendencias actuales del mercado y de alcanzar una mayor valoración de sus productos (Asioli *et al*., 2020), surge una crítica importante para algunos de estos sistemas de innovación productiva que señala su procedencia del paradigma de la agricultura intensiva sustentable —con el cual inició la revolución verde (Altenburg, 2009)—, caracterizada por su orientación al desarrollo de nuevos productos y servicios en aras de mejorar la competitividad de la agroindustria y sus ganancias, no para elevar la calidad de vida de la población sujeta a tales innovaciones. Por lo tanto, estos esquemas de innovación fomentan procesos de inequidad y de exclusión social (Arocena *et al*., 2018).

En esta vertiente, la agroecología es asumida como un enfoque de innovación incluyente, integral y multidisciplinario orientado a un cambio sistémico que trasciende la visión sectorial y donde confluyen procesos de ciudadanización y gobernanza, de democratización de redes alimentarias, de horizontalidad en las comunicaciones para el diálogo de saberes, junto a la visibilización y revalorización de prácticas ancestrales. Es decir, la agroecología, además de promover innovaciones para la satisfacción de necesidades humanas y ecosistémicas, también implica la adaptación, mejora y expansión sustancial de técnicas y prácticas ya existentes, lo que Zagata y colaboradores (2020) llaman "retroinnovación". Esto abre la posibilidad de incorporar conocimientos y técnicas provenientes de la práctica campesina diaria y ancestral.

Desde este ángulo, la agroecología puede ser un excelente ejemplo de innovación incluyente, que establece igualdad ante todos los segmentos de la población y, a la vez, oportunidades para participar con éxito y beneficiarse de las innovaciones generadas (OECD, 2015). Pero su potencial innovador también puede ser acotado si se reduce a su dimensión técnica, como de hecho sucede. Es decir, aunque se pretenda sustituir equipos, insumos y programas de extensión convencionales por otros de tipo "agroecológico", permanece intacta la hegemonía de las corporaciones para decidir quién y cómo deben producirse los alimentos, así como la calidad de los que llegan a la mesa de los consumidores, sin considerar las consecuencias nutricionales, ambientales y a la salud que se generan.

Vista así, la agroecología aparece como moneda de cambio entre dos paradigmas. Por un lado, uno decadente y deslegitimado por sus impactos ambientales, que continúa promoviendo una producción intensiva pero "sustentable", para reivindicarse ante los consumidores mediante la cooptación de conceptos y de algunas prácticas, así como por medio de la sustitución de productos convencionales por otros orgánicos, verdes, etcétera. Con esta capacidad reformista, las grandes corporaciones agroalimentarias pretenden conservar el control y, sobre todo, la racionalidad extractivista

del actual orden alimentario. Por otro lado, como estrategia disruptiva, está la visión de la agroecología ligada al paradigma de la soberanía alimentaria, que además promueve mecanismos de reflexividad y crítica social a la tendencia modernizante y desarrollista de las propuestas tecnológicas y de innovación, propias del sistema agroalimentario industrializado (Heredia y Hernández, 2022). Desde este ángulo, la innovación agroecológica debe tener un sentido completamente distinto: una innovación que permita a los grupos sociales, que hasta ahora han sido excluidos —tecnológica, social, económica y políticamente—, insertarse plenamente en los procesos de producción, aportar a la sociedad y tener una vida digna.

Cabe mencionar que la innovación agroecológica, en el paradigma de la agricultura convencional o inteligente, también llamada "agricultura 4.0", trata de resolver algunas limitantes territoriales y ambientales (como la calidad del suelo y la reducción de emisiones) mediante el fomento de tecnologías y el establecimiento de etiquetas o sellos sustentables que estimulen a los agronegocios a acceder a tales innovaciones. En la práctica, estas medidas se convierten en soluciones aún más excluyentes tanto para los productores como para los consumidores de bajos ingresos. Su propósito final es incrementar las ganancias y la competencia dentro de las economías de exportación, cadenas globales que distancian la producción del consumo en una lógica de consumismo "verde" (Rossi, 2020), que no necesariamente crea sentido en la satisfacción de necesidades humanas.

En cambio, la soberanía alimentaria plantea el distanciamiento del consumismo y del desperdicio. Postula que el ser humano debe ubicarse al centro del sistema agroalimentario y que se deben fortalecer las capacidades organizacionales, de equidad y de democracia. En este sentido, la expansión de la innovación agroecológica surge a través de diversos movimientos sociales como un proceso político que fomenta cambios cognitivos, tecnológicos y sociopolíticos completamente innovadores, complejos, de coevolución e interacciones multinivel (Schiller *et al*., 2020; Arocena *et al*., 2018).

Derivado de lo anterior, es necesario enmarcar las diferencias de las innovaciones agroecológicas según el paradigma desde el cual se sustentan (tabla 1), mismas que pueden aportar al diseño de políticas públicas y de sistemas de innovación alternativos, muchos de los cuales son impulsados —aunque de manera dispersa— desde la sociedad civil a través de colectivos regionales, nacionales y globales, como La Vía Campesina (McMichael, 2014b).

Desde el paradigma de la soberanía alimentaria se fomentan innovaciones agroecológicas, cuyo atributo principal es la disrupción que representan en términos tanto epistemológicos como productivos, que alzan su voz a través de diversos movimientos sociales a lo largo de América Latina (Rosset y Martínez Torres, 2016). La lucha de estos movimientos pugna por la descentralización de los sistemas alimentarios, la democratización del conocimiento y la ciudadanización de la población rural, mediante la incorporación de quienes producen los alimentos. Asimismo, se vuelven incluyentes a través de la colectividad y de la organización campesina, en

Tabla 1. Innovaciones agroecológicas y sus alcances según el paradigma en el que se sustenten

Innovación agroecológica	Soberanía alimentaria	Agricultura intensiva sustentable
Atributos	Movimiento social; disrupción productiva y epistemológica.	Técnica para una intensificación sustentable de la agricultura.
Alcances	Sistemas alimentarios descentralizados y resilientes; democratización de la gestión del conocimiento y las innovaciones; ciudadanización de la población rural.	Mitigación de los impactos de la agricultura en los ecosistemas; creación de nichos de mercado de productos orgánicos altamente elitistas y excluyentes.
Participantes	Colectivos de familias campesinas, organizaciones de la sociedad civil, instituciones académicas.	Agronegocios familiares, valles agrícolas de grandes extensiones, gobiernos, instituciones académicas.
Conocimiento	Perspectiva holística e intercambio de saberes en la gestión de los movimientos sociales, políticos y productivos; conocimientos situados a partir del rescate y valoración de las memorias bioculturales.	Perspectivas segmentadas, extensionismo vertical, aplicación de recetas técnicas descontextualizadas.
Ciencia y tecnología	Descentralizadas y orientadas a la solución de los problemas de las familias rurales en contextos bio-regionales específicos.	Concentrada en sistemas regionales/ nacionales de innovación orientados a la atención de las empresas agroexportadoras.
Perspectiva económica	Prioriza la atención a las necesidades locales de producción-consumo de alimentos.	Privilegia la atención a los mercados alimentarios globalizados.
Espacialidad	Equilibrio entre las necesidades humanas y las dinámicas de los ecosistemas locales.	Profundización de las rupturas metabólicas en favor de la maximización de las ganancias de las corporaciones agroalimentarias globalizadas.
Interacción/ aprendizaje	Procesos de acompañamiento multiactorales, horizontales y descentralizados: de campesino a campesino, escuelas de campo, etc. Iniciativas articuladas en redes de conocimiento y cooperación.	Procesos de instrucción institucionalizados, vinculados a la promoción de paquetes tecnológicos específicos: consultorías, agroindustria experimental y aplicada.
Instituciones/ reglas/normas	Valores de cooperación y respeto fortalecidas por las instituciones y las organizaciones civiles.	Normas rígidas y burocráticas con membresías o adhesiones políticas.

Fuente: elaboración propia con base en Raina y Das (2020).

donde se intercambian conocimientos y saberes que dan continuidad a los sistemas de producción ancestrales.

En cambio, desde el paradigma hegemónico —agricultura intensiva sustentable—, las innovaciones agroecológicas son utilizadas como reivindicación social; es decir, se "pintan de verde" para tratar de mitigar los impactos negativos de su modelo productivo; por ejemplo, mediante la creación de nichos de mercado con la implementación de diversas certificaciones, lo cual hace todavía más excluyente la agroindustria alimentaria (Heredia y Hernández, 2022). Socialmente, esto significa

una mayor concentración de los beneficios —ganancias, productos, impactos ambientales— derivados de las innovaciones agroalimentarias.

Desde el enfoque de la soberanía alimentaria, la ciencia y la tecnología se erigen en uno de los ejes de la innovación agroecológica para la solución de problemas reales de las familias campesinas. Sus atributos son la búsqueda de la diversidad y del equilibrio ecológico, el diseño y el desarrollo de nuevas herramientas y equipos para la producción en el campo, así como la priorización de las necesidades locales —desde la perspectiva económica y en cuestión de espacialidad— para la producción y el consumo de alimentos, sin descuidar el equilibrio en la dinámica de los agroecosistemas (González, 2012). Mientras que, por el lado de la agricultura intensiva sustentable, la ciencia y la tecnología privilegian la artificialidad de los procesos agroalimentarios —iniciada con la revolución verde— al integrar innovaciones cada vez más sofisticadas para fortalecer el poder corporativo y atender a los mercados suntuarios y de exportación (Giraldo, 2019), cada vez más inalcanzable para la extensa mayoría de los campesinos y grupos sociales en situación de pobreza en México y América Latina (Casas *et al*., 2014). Esta estrategia, por cierto, profundiza las rupturas de los metabolismos ecológicos, socioculturales, de interacción producción-consumo y del ser humano con la naturaleza (Heredia y Hernández, 2022).

Ahora bien, los procesos de interacción y aprendizaje, las instituciones, las reglas y las normas que se requieren para la implementación de innovaciones agroecológicas también varían según el paradigma desde el cual se sustenten dichas innovaciones. Desde la soberanía alimentaria se promueve la creación y el fortalecimiento de redes de conocimiento y cooperación, además de un acompañamiento multiactoral, horizontal y descentralizado, a través de una interacción de campesino a campesino, escuelas de campo, etcétera; esto es, una serie de valores de cooperación y respeto que se forjan con la organización colectiva a través de ciertas instituciones y organizaciones civiles (Val y Rosset, 2020). En cambio, las innovaciones agroecológicas promovidas desde el paradigma de la agricultura intensiva sustentable se difunden a través de un extensionismo vertical, por completo descontextualizado de las múltiples realidades rurales, que entraña procesos de aprendizaje e interacción institucionalizada, con normas poco flexibles y burocráticas (Arocena *et al*., 2018), generalmente, a través de adhesiones políticas que promocionan ciertos paquetes tecnológicos que generan confusión y especulación entre los campesinos.

Esta contraposición paradigmática entre la soberanía alimentaria y el papel que juega la agroecología irrumpe en las estructuras de poder del sistema agroalimentario industrializado para relocalizar las cadenas agroalimentarias globalizadas en circuitos cortos de comercialización. Es decir, pasa de la condición individualista del productor y del consumidor (solitario-masivo) a una organización colectiva para la comercialización, la reflexión y la socialización de una alimentación sana, vinculada al territorio y a las personas que la hacen posible, contrario de lo que sucede con el "consumo verde" (Rossi, 2020). Como tal, la innovación agroecológica implica un

proceso lento, lleno de tensiones y contralógicas, confusión, avance y retroceso, competencia tecnológica, así como la oposición de ciertas resistencias desde los ámbitos político y práctico y en la generación y difusión de conocimiento sobre el tema (Heredia y Hernández, 2022). Para esto se requiere tanto de una perspectiva sistémica como de la articulación de iniciativas a través de redes de conocimiento y cooperación a lo largo y ancho de América Latina.

Experiencias agroecológicas con innovación incluyente

Para documentar las experiencias agroecológicas mexicanas como innovaciones incluyentes exitosas, se realizó una revisión de literatura científica relacionada con la agroecología basada en la metodología de campesino a campesino. La búsqueda en Internet tuvo como guía las palabras clave: innovación incluyente o excluyente, agroecología incluyente e innovaciones agroecológicas. Posteriormente, se procedió a depurar los resultados mediante los siguientes criterios de selección: que las experiencias nacieran de colectivos de base o los incorporaran a éstos, que involucraran prácticas agroecológicas accesibles y reproducibles en el tiempo y, sobre todo, que fueran iniciativas sin fines de lucro por parte de sus promotores. Para el análisis se tomaron como referencia los atributos de la agroecología como innovación, presentados en la tabla 1. Se trató de identificar cuáles de éstos contribuyeron a definir tales experiencias como procesos de inclusión social (tabla 2).

Una primera reflexión derivada de esta revisión es la existencia de un cúmulo creciente de evidencias científicas y de experiencias comunes de la vida cotidiana, en donde se establece que las innovaciones y prácticas agroecológicas son técnicamente viables y asequibles, social, política, económica y culturalmente aceptables, adaptables y reproducibles a las condiciones locales y con menor impacto ambiental.

Estas prácticas tienen sus cimientos en la racionalidad ecológica de la agricultura tradicional, realizada por campesinos, pueblos indígenas y pequeños productores de alimentos. Muchas de las experiencias en innovación incluyente han resultado de la experimentación por prueba y error en sus agroecosistemas (Toledo, 1993), de tal manera que se fortalecen con conocimientos empíricos y científicos (Altieri, 1995; Sevilla, 2006), indisociables a la acción y a la práctica. Es así como diversos colectivos han impulsado procesos agroecológicos a lo largo del país, con la finalidad de acceder a un mercado diferenciado de productos agrícolas y como estrategia de resistencia frente al proceso de industrialización de la agricultura y la globalización de los productos agrícolas (Ávila, 2008; Ruíz, 2006). Asimismo, han generado niveles de bienestar y calidad de vida orientados al buen vivir y no sólo a la generación de ingresos, como lo postula la teoría del desarrollo (Ávila Romero, 2012).

Un elemento esencial para explicar el éxito de estas experiencias es la autogestión y el empoderamiento —gobernanza participativa vinculada a las habilidades

Tabla 2. Experiencias exitosas de innovaciones agroecológicas en México

Ubicación	Problemáticas principales	Actores	Gobernanza	Atributos destacados
Oaxaca: en 3 municipios	Baja producción de alimentos Ineficiencia energética Acceso a la alimentación Rescate de plantas medicinales Presencia de enfermedades gastrointestinales Pérdida de agrobiodiversidad Escasez del agua Erosión y pérdida de la fertilidad del suelo Falta de educación ambiental	Gobierno Extensionistas Productores	Descendente	Asequible Aceptación Diálogo de saberes Desarrollo endógeno Enfoque interdisciplinario
Chiapas: en 2 comunidades de un municipio	Pérdida de fertilidad del suelo	Institución académica ONG Instructores Productores	Descendente	Asequible Aceptación
Puebla: en 32 comunidades de la Sierra Norte	Marginación Pobreza Exclusión	Socias y socios de la Cooperativa Tosepan Titataniske	Ascendente	Asequible Aceptación Gobernanza participativa Diálogo de saberes Desarrollo endógeno Enfoque interdisciplinario Justicia social, económica, ambiental y política
Jalisco: 200 familias rurales de 14 municipios	Baja producción/rendimiento de alimentos Precios bajos de los productos agrícolas en la comercialización	Campesinos Indígenas Mujeres Consumidores Universidades ONG	Ascendente	Asequible Aceptación Diálogo de saberes Desarrollo endógeno Enfoque interdisciplinario
Tlaxcala: en 23 comunidades de 5 municipios	Baja rentabilidad y productividad Pobreza y mala alimentación	ONG Productores	Ascendente	Asequible Aceptación Diálogo de saberes Gobernanza participativa Desarrollo endógeno Enfoque interdisciplinario

(Continuación)

Ubicación	Problemáticas principales	Actores	Gobernanza	Atributos destacados
Chiapas: en 43 comunidades de la Sierra Madre	Bajos precios del café Altos intereses de los intermediarios Mercado escaso	Socias y socios de Cooperativa Campesina Dos ONG	Ascendente	Asequibilidad Aceptación Gobernanza participativa Diálogo de saberes Justicia
Oaxaca: comunidades pertenecientes a un municipio de la Mixteca	Deforestación Sobrepastoreo Técnicas agrícolas inapropiadas Baja producción agropecuaria	ONG dirigida por campesinos indígenas	Ascendente	Asequibilidad Aceptación Gobernanza participativa Diálogo de saberes Desarrollo endógeno Equidad de género Justicia social, económica, ambiental y política
Chiapas: comunidades productoras de café, miel y cacao de la Región del Soconusco	Condiciones de pobreza, hambre y miseria entre los habitantes Baja producción agrícola	Asociación civil y cristiana Productores	Descendente	Asequibilidad Aceptación Diálogo de saberes Desarrollo endógeno Enfoque interdisciplinario Justicia social, económica, ambiental y política
Oaxaca: en 45 comunidades cafetaleras del Istmo de Tehuantepec	Bajos precios del café Falta de sus ingresos económicos para satisfacer sus necesidades Imposibilidad de ser sujetos de créditos bancarios	45 comunidades socias de la región del Istmo, con acompañamiento de la diócesis de Tehuantepec	Ascendente	Establecimiento de alianzas con organización de productores de otros estados Asequible Aceptación Gobernanza participativa Diálogo de saberes Desarrollo endógeno Enfoque interdisciplinario Justicia social, económica, ambiental y política
Campeche: en 17 comunidades de la región de los Chenes	Pérdida de la biodiversidad por la presencia de monocultivos, agroquímicos, transgénicos y la deforestación a causa del agronegocio	Comunidades mayas pertenecientes a la Ka Kuxtal Much Meyaj A. C. Instituciones de gobierno Sociedad en general	Ascendente	Asequible Aceptación Gobernanza participativa Diálogo de saberes Desarrollo endógeno Enfoque interdisciplinario Justicia social, económica y ambiental

Fuente: elaboración propia con base en Hernández *et al*., 2020; Hernández-Hernández *et al*., 2019; Reyes, 2019; López, 2017; Reyes-Rosales *et al*., 2016; Merçon, 2015; Tello y Solano, 2015; Tzec, 2015; Altieri y Toledo, 2011; Gutiérrez-Hermosillo, 2011; Almanza-Alcalde, 2005; Morales, 2002.

organizativas de los campesinos y las campesinas—, con el que se desarrollaron proyectos comunitarios de gran alcance, algunos de éstos han posicionado a sus participantes en mercados regionales, nacionales e internacionales.

En este sentido, es frecuente que estos ejercicios de innovación sean resultado de las acciones emprendidas por productores de pequeña escala junto con grupos de la sociedad civil, en contra del modelo de agricultura dominante. Así, la adopción de dichas innovaciones son expresión de estos movimientos colectivos que persiguen la construcción de un futuro alternativo y sustentable a nivel local, regional y nacional, a través de la construcción de circuitos cortos solidarios, de redes de apoyo y de interfaces con el desarrollo de políticas públicas incluyentes. En la cúspide de estos procesos se encuentran las experiencias donde las comunidades campesinas se han posicionado como capacitadores de otros grupos sociales, e incluso de instancias gubernamentales y de educación pública, para explorar nuevas alternativas. Es el caso de las organizaciones Grupo Vicente Guerrero, en Tlaxcala, y la Tosepan Titataniske, en Puebla. Esta última es reconocida como el principal laboratorio socioambiental y biocultural de México (Toledo y Ortiz-Espejel, 2014).

Por el contrario, cuando la gobernanza de estas innovaciones ha sido descendente —dirigida por instituciones gubernamentales, académicas u ONG—, como en el caso de Loxicha, en Oaxaca, ésta no ha logrado mantenerse en el tiempo, debido a que dichas innovaciones no consideraban los usos y costumbres de la comunidad.

Otros atributos de la innovación agroecológica para la soberanía alimentaria presentes en la mayor parte de las experiencias son el enfoque interdisciplinario, el diálogo de saberes, el desarrollo endógeno, el efecto multiplicador (Casas *et al*., 2014), el intercambio de campesino a campesino, la justicia social, económica, energética, ambiental y climática, entre otros. Además de estos atributos —expuestos en la tabla 2—, han sido determinantes la asequibilidad basada en la reducción de costos, la sostenibilidad, la calidad, la utilidad, la eficacia, la accesibilidad y la aceptación generalizada (Kalkanci *et al*., 2019). Assefa y colaboradores (2009) añaden que estas innovaciones son informales y se generan dentro de la comunidad, además, producen soluciones que responden iterativamente a los desafíos y oportunidades que éstas enfrentan en sus contextos locales.

Por último, es importante mencionar que todas las innovaciones incluyentes mencionadas anteriormente se destacan por tener un enfoque no lucrativo con las necesidades de los productores. Por el contrario, buscan el fortalecimiento de las áreas de oportunidad en el contexto del manejo de los recursos naturales y de las necesidades económicas de las personas. Además, están basadas en una filosofía de reciprocidad colectiva y de relación sociedad-naturaleza que permita el aprovechamiento actual de los recursos naturales y garantice la supervivencia para las generaciones futuras. Otro elemento común a todos los casos es que están fundadas en la habilidad imaginativa para crear y recrear múltiples formas para la transformación del ecosistema,

acoplados a la ciclicidad de la naturaleza para que la organización autónoma de la vida continúe.

Conclusiones

El propósito de esta colaboración ha sido exponer los atributos que potencian a la agroecología como innovación incluyente, así como las tensiones entre las cuales se dirime al convertirse en moneda de cambio de dos paradigmas agroalimentarios antagónicos: la agricultura intensiva sustentable y la soberanía alimentaria. Luego de exponer el contexto que justifica la búsqueda de alternativas a los sistemas de innovación convencionales, se desarrollaron tres ejes de discusión: a) la delimitación del concepto de "innovación incluyente" y sus elementos institucionales, b) la confrontación de los atributos de la agroecología conforme a los dos paradigmas en disputa ya señalados, y c) la identificación de los atributos y elementos institucionales presentes en experiencias agroecológicas exitosas interpretadas como innovaciones incluyentes.

Respecto al primer punto es preciso destacar un creciente consenso en torno a la necesidad de orientar los SN/RI hacia propósitos de mejoramiento ambiental y de la calidad de vida de los grupos sociales más vulnerables. En el caso particular del ámbito agroalimentario, la modernización tecnológica ha generado profundos procesos de exclusión de campesinos y agricultores de mediana y pequeña escala, los cuales se agudizan con la implementación de modelos cada vez más sofisticados de agricultura inteligente o ecosustentable.

Entre esta multiplicidad de iniciativas que proponen una transición sustentable de los procesos de producción y consumo de alimentos emergen los movimientos sociales agroecológicos, territorialmente dispersos a lo largo de América Latina —y del mundo—, cuyos principios, prácticas y relaciones sociales representan una innovación productiva y social. Sin embargo, en un escenario de fuertes restricciones ambientales para la producción de alimentos —como el actual—, la agroecología puede constituirse como una alternativa asequible, sustentable y accesible para un perfil más diverso de productores, como lo demostraron las experiencias exitosas reseñadas. A través de la aplicación de sus principios es posible atender los imperativos medioambientales, así como el creciente lastre de injusticias sociales derivadas de la modernización agroalimentaria. Ahora bien, el potencial de la agroecología para atender los grandes retos de la agroalimentación contemporánea enfrenta dos amenazas: por un lado está la cooptación de su discurso por parte del paradigma de la agricultura intensiva sustentable en aras de legitimarse ante una creciente masa de consumidores que reprueban sus impactos en la naturaleza y en su salud. La segunda y constante amenaza se refiere a las resistencias a la transición agroecológica expresadas en las dimensiones de política pública, desde las prácticas socio-productivas y

culturales de los propios productores, y desde la dimensión de generación y difusión del conocimiento que, como se ha observado en la revisión, requiere de un enorme esfuerzo para reconfigurar los ejes formativos e incorporar a la agroecología en cada uno de los ámbitos educativos, productivos y socioculturales.

En el primer caso, el riesgo es acotar la capacidad transformadora de la agroecología y reducirla a una "nueva" tecnología productiva, más amigable con la naturaleza, sin trastocar —ni siquiera mínimamente— los cimientos y la racionalidad del modelo agroalimentario hegemónico. Y es que, en lo que respecta a innovaciones, la mayor aportación de la agroecología —asumida como ciencia, práctica productiva y movimiento social— es que trasciende la visión sectorial y economicista de la alimentación para abordarla desde una perspectiva multidimensional, en la cual los procesos de gobernanza participativa y de construcción de nuevos pactos sociales para la justicia social y ambiental se vuelven imprescindibles. Atender esta condición holística en toda su complejidad es seguramente el mayor desafío para institucionalizar estos entramados territoriales (Londoño, 2023) de innovación, de manera que estén en condiciones de cumplir con las expectativas que demandan las sociedades del siglo XXI.

Referencias

Almanza-Alcalde, Horacio (2005). "UCIRI: Unión de Comunidades Indígenas de la Región del Istmo". *Revista Vinculando* (3) 1.

Altenburg, Tilman (2009). "Building Inclusive Innovation Systems in Developing Countries: Challenges for IS Research". En *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*, coordinado por Bengt-Åke Lundvall, K. J. Joseph, Cristina Chaminade y Jan Vang, 33-56. Cheltenham UK: Elgar.

Altieri, Miguel (1995). "Bases y estrategias agroecológicas para una agricultura sustentable". CLADES. *Agroecología y Desarrollo* (9): 21-30.

Altieri, Miguel, y Clara Nicholls (2017). "Agroecology: a brief account of its origins and currents of thought in Latin America". *Agroecology and Sustainable Food Systems* 41 (3-4): 231-237.

Altieri, Miguel, y Víctor Manuel Toledo (2011). "The Agroecological Revolution in Latin America: Rescuing Nature, Ensuring Food Sovereignty and Empowering Peasants". *Journal of Peasant Studies* 38 (3): 587-612.

Álvarez, José María (2023). *India y la paradoja del crecimiento*. Disponible en <https://ethic.es/2023/04/india-y-la-paradoja-del-crecimiento/> (consulta: 13 de mayo de 2023).

Arocena, Rodrigo; Bo Göransson, y Judith Sutz (2018). "Social Processes of Learning and Innovation". En *Developmental Universities in Inclusive Innovation Systems: Alternatives for Knowledge Democratization in the Global South*, coordinado por Rodrigo Arocena, Bo Göransson y Judith Sutz, 63-91. Londres: Springer Nature.

Asioli, Daniele; Jessica Aschemann-Witzel; y Rodolfo M. Nayga Jr. (2020). "Sustainability-Related Food Labels". *Annual Review of Resource Economics* 12 (1): 171-185.

Assefa, Amanuel; Ann Waters-Bayer; Robert Fincham, y Maxwell Mudahara (2009). "Comparison of Frameworks for Studying Grassroots innovation: Agricultural Innovation Systems (AIS) and Agricultural Knowledge and Information Systems (AKIS)". En *Innovation Africa: Enriching farmers livelihoods*, coordinado por Pascal Sanginga, Ann Waters-Bayer, Susan Kaaria, Jemimah Njuki y Chesha Wettasinha, 35-56. Londres: Earthscan.

Ávila, Héctor (2008). "Cambios y recomposiciones territoriales. Las regiones de México en la globalización". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* 12 (270-17): 1-23.

Ávila Romero, León (2012). "Las experiencias agroecológicas en la zona norte de Chiapas". En *Estado del desarrollo económico y social de los pueblos indígenas de Chiapas*, editado por Programa Universitario y la Secretaría de Pueblos y Culturas Indígenas del Gobierno del Estado de Chiapas, 1-7. Ciudad de México: Sistema de Información de los Pueblos Indígenas de Chiapas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Bartra, Armando, y Víctor Suárez (coords.) (2024). *El campo que queremos*. Ciudad de México: Instituto de Estudios para el Desarrollo Rural "Maya", A.C / Brigada para Leer en Libertad, A.C.

Calle, Ángel; Marta Soler; Isabel Vara, y David Gallar (2012). "La desafección al sistema agroalimentario: ciudadanía y redes sociales". *Interface: a journal for and about social movements* 4 (2): 459-489.

Campbell, Hugh (2009). "Breaking New Ground in Food Regime Theory: Corporate Environmentalism, Ecological Feedbacks and the 'Food From Somewhere' Regime?". *Agriculture and Human Values* 26 (4): 309-319.

Casas, Rosalba; Juan Manuel Corona, y Roxana Rivera (2014). "Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina: entre la competitividad y la inclusión social". En *Perspectivas Latinoamericanas en el Estudio Social de la Ciencia, la Tecnología y el Conocimiento*, coordinado por Pablo Kreimer, Hebe Vessuri, Lea Velho y Antonio Arellano, 352-364. Rio de Janeiro: Red Esocite / FCCYT / Siglo XXI.

Clendenning, Jessica; Wolfram Dressler, y Carol Richards (2016). "Food justice or food sovereignty? Understanding the rise of urban food movements in the USA". *Agriculture and Human Values* 33 (1): 165-177.

Deleuze, Gilles, y Félix Guattari (2010). *Mil mesetas. Capitalismo y esquizofrenia*. Valencia: Pre-Textos.

Dutrénit, Gabriela, y Judith Sutz (2014). *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development. The Latin America Experience*. Massachusetts: Edward Elgar Publishing, Inc.

Foro Nyéléni (2007). *Nyéléni 2007. Foro para la soberanía alimentaria* 76. Disponible en <https://nyeleni.org/DOWNLOADS/Nyelni_SP.pdf> (consulta: 18 de agosto de 2022).

Foster, Christopher, y Richard Heeks (2013). "Conceptualizing Inclusive Innovation: Modifying Systems of Innovation Frameworks to Understand Diffusion of New Technology to Low-Income Consumers". *European Journal of Development Research* 25 (3): 333-355.

Gaard, Greta (2015). "Ecofeminism and climate change". *Women's Studies International Forum* 49: 20-33.

García-Moya, J. Fabián (2012). *Campesinado y saber local en la Sierra Gorda Guanajuatense: procesos de transformación y estrategias de revalorización desde la perspectiva agroecológica*. Tesis de doctorado en Agroecología, Sociología y Desarrollo Rural Sostenible. Córdoba: Universidad de Córdoba.

Gereffi, Gary; Lee Joonkoo, y Christian Michelle (2009). "US-Based Food and Agricultural Value Chains and Their Relevance to Healthy Diets". *Journal of Hunger and Environmental Nutrition* 4 (3-4): 357-374.

Giraldo, Omar Felipe, y Peter Michael Rosset (2016). "La agroecología en una encrucijada: entre la institucionalidad y los movimientos sociales". *Guaju Matinhos* 1: 14-37.

Giraldo, Omar Felipe (2019). *Ecología política de la agricultura. Agroecología y posdesarrollo*. San Cristóbal de Las Casas: El Colegio de la Frontera Sur.

González, Humberto (2012). "Agroecological Reconfiguration: Local Alternatives to Environmental Degradation in Mexico". *Journal of Agrarian Change* 12 (4): 484-502.

Guth, Michael (2005). "Innovation, Social Inclusion and Coherent Regional Development: A New Diamond for a Socially Inclusive Innovation Policy in Regions". *European Planning Studies* 13 (2): 333-349.

Gutiérrez-Hermosillo, Francia (2011). *Sociedad Cooperativa Agropecuaria Regional Tosepan Titataniske (Unidos Venceremos*). Disponible en <https://osala-agroecologia.org/IMG/pdf/Ficha_Final_Gutierrez-Hermosillo_Tosepan_Titatanise.pdf> (consulta: 12 de agosto de 2022).

Harwood, Jonathan (2020). "Whatever Happened to the Mexican Green Revolution?". *Agroecology and Sustainable Food Systems* 44 (9): 1243-1252.

Heeks, Richard; Christopher Foster, y Yanuar Nugroho (2014). "Introduction: New Models of Inclusive Innovation for Development". *Innovation and Development* 4 (2): 175-185.

Hendrickson, Mary; Philip H. Howard, y Douglas Constance (2017). *Power, Food and Agriculture: Implications for Farmers, Consumers and Communities*. Division of Applied Social Sciences Working Paper. Missouri/Toronto: University of Missouri College of Agriculture, Food & Natural Resource / The Bichler and Nitzan Archives.

Heredia, Daniela, y María del Carmen Hernández (2022). "Resistencia a la transición agroecológica en México". *Región y Sociedad* 34: 1-19.

Hernández-Hernández, Beatriz Rebeca; Erika Adriana Ramírez-Mijangos; Andrés Enrique Miguel-Velasco; Juan Regino-Maldonado; Cynthia Cruz-Carrasco, y Daniela Patricia Santiago-Ibáñez (2019). "Empresas sociales rurales y patrimonio biocultural; el caso de CEDICAM en el pueblo originario mixteco de Nochixtlán, Oaxaca, México". *AgroProductividad* 12 (2):49-54.

Hernández, Juan Antonio; Manuel Roberto Parra; Alma Amalia González; Obeimar Herrera, y Elba Pérez (2020). "From Resilience to Transformation of Organizations. Case: Ecological Farmers of the Sierra Madre de Chiapas". *Textual* 76: 189-214.

Hoffecker, Elizabeth (2018). "Local Innovation: What it is and Why it Matters for Developing Economies". *D-Lab Working Papers: NDIR working paper* 1: 1-21.

Kalkanci, Başak; Morvarid Rahmani, y Beril Toktay (2019). "The Role of Inclusive Innovation in Promoting Social Sustainability". *Production and Operations Management* 28 (12): 2960-2982.

Kaplinsky, Raphael (2010). "The role of Standards in Global Value Chains and Their Impact on Economic and Social Upgrading". *World Bank. Policy Research Working Paper* (5396): 1-18.

La Vía Campesina (2001). Declaración Final del Foro Mundial sobre Soberanía Alimentaria. Disponible en <https://www.fuhem.es/media/ecosocial/file/Boletin%20ECOS/ECOS%20CDV/Bolet%C3%ADn%204/dec_final_foro.pdf> (consulta: 12 de enero de 2023).

Latour, Bruno (2005). *Reensamblar lo social: Una introducción a la teoría del actor-red*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.

Le Coq, Jean-Francois; Eric Sabourin; Erwan Sachet; Luis Vázquez, y Claudia Schmitt (2017). "Capítulo 1. Conceptos de agroecología y marco analítico". En *Políticas Públicas a favor de la Agroecología en América Latina y el Caribe*, por Red Políticas Públicas en América Latina y el Caribe (PP-AL). Porto Alegre: Editora Evangraf Ltda.

Leff, Enrique (2003). "La ecología política en América Latina: un campo en construcción". *Sociedade e Estado* 18 (1-2): 17-40.

Lema, Rasmus; Erika Kraemer-Mbula, y Marija Rakas (2021). "Innovation in developing countries: examining two decades of research". *Innovation and Development* 11 (2-3): 189-210.

Levidow, Les; Davis Sansolo, y Monica Schiavinatto (2021). "Agroecological Innovation Constructing Socionatural Order for Social Transformation: Two Case Studies in Brazil". *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society* 4 (1):1-29.

Londoño, Alfredo (2023). "Entramados agroalimentarios para la soberanía alimentaria y la defensa de los territorios". Conferencia presentada el 29 de junio en el *Encuentro Virtual Las Agroecologías en América Latina*. Ciudad de México: Programa de Investigación Latinoamericano en Desarrollo Rural Sustentable y Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.

López Pacheco, Elvia (2017). "Pioneros en la exportación de café orgánico bajo un modelo de Comercio Justo". En *Innovar para competir. 40 casos de éxito*, por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce (COFUPRO), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICAD), 1-27. Ciudad de México: IICA

Marx, Karl (2002). *El Capital*. Buenos Aires: Editorial Siglo XXI.

McMichael, Philipe (2014a). *Food Regimes and Agrarian Questions: Agrarian Change and Peasant Studies*. Rugby: Practical Action Publishing.

McMichael, Philipe (2014b). "Historicizing Food Sovereignty". *Journal of Peasant Studies* 41 (6): 933-957.

McMichael, Philipe (2018). "Towards an Ecology of Development". En *Handbook on International Development and Social Change*, coordinado por Ronaldo Munck y Honor Fagan, 21-43. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.

Merçon, Juliana (2015). "Educación campesina y soberanía alimentaria. Enseñanzas del Grupo Vicente Guerrero de Tlaxcala". En *Educación Ambiental desde la Innovación, la Transdisciplinariedad e Interculturalidad, Tópicos Selectos de Educación Ambiental*, coordinado por María de los Ángeles Gonzáles Hernández, Maribel Domínguez Basurto y Atanasio García-Durán, 106-115. Veracruz: Universidad Veracruzana.

Morales, Jaime (2002). "Construyendo la sustentabilidad desde lo local: la experiencia de la Red de Alternativas Sustentables Agropecuarias de Jalisco, México". *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável Porto Alegre* (4): 16-23.

Nowotny, Helga; Peter Scott, y Michael Gibbons (2001) *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Cambridge: Polity Press.

Opola, Felix Ouko; Laurens Klerkx; Cees Leeuwis, y Catherine W. Kilelu (2021). "The Hybridity of Inclusive Innovation Narratives Between Theory and Practice: A Framing Analysis". *European Journal of Development Research* 33 (3): 626-648.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2021a). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2021. Lograr que los sistemas agroalimentarios sean más resilientes a las perturbaciones y tensiones*. Roma: FAO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2021b). *Marco estratégico para 2022-2031*. Roma: FAO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2022). *Repercusiones de la Covid-19 y la guerra en Ucrania sobre la seguridad alimentaria: ¿hacía una crisis alimentaria*? Disponible en <https://www.cidob.org/sites/default/files/2024-07/225-227_M%C3%81XIMO%20TORERO_APUNTES.pdf> (consulta: 11 de noviembre de 2023).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA); Organización Mundial de la Salud (OMS); Programa Mundial de Alimentos (PMA), y Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) (2021). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2021. Transformación de los sistemas alimentarios en aras de la seguridad alimentaria, una nutrición mejorada y dietas asequibles y saludables para todos*. Roma: FAO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA); Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF); Programa Mundial de Alimentos (PMA), y Organización Mundial de la Salud (OMS) (2022). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable*. Roma: FAO.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) (2015). *Innovation Policies for Inclusive Growth: Scaling up inclusive innovations*. París: OECD.

Pinheiro-Barbosa, Lia (2020). "Sensing/Thinking and Revolutionary Pedagogies in the Educational and Political Praxis of Social Movements in Latin America". *Revista Colombiana de Educación* 1 (80): 269-290.

Raina, Rajeswari S., y Keshab Das (coord.) (2020). *Inclusive Innovation: Evidence and Options in Rural India*. Nueva Delhi: India Studies in Business and Economics.
Reyes, Artemio (2019). "Alimento de los Dioses, entre Innovación Conservación y Mercado: Centro Agroecológico San Francisco de Asís A. C.". *Revista Claridades Agropecuarias* (287): 99-101.
Reyes-Rosales, René; Manuel Ángel Gómez-Cruz; Laura Gómez-Tovar, y Rita Schwentesius-Rindermann (2016). "Sistematización agroecológica sostenible como propuesta de desarrollo rural en Loxicha, Oaxaca, México". *Agro Productividad* 9 (5): 22-28.
Ritzer, George, y Jeffrey Stepnisky (2022). *Sociological Theory*. Los Ángeles: SAGE Publications.
Rosset, Peter Michael, y María Elena Martínez Torres (2016). "Agroecología, territorio, recampesinización y movimientos sociales". *Estudios Sociales: Revista de Investigación Científica* 25 (47): 273-299.
Rossi, Javier (2020). "Alimentación en tiempos de crisis ecológica, entre el 'consumo responsable' y el tejido de una nueva comunalidad alimentaria". En *Topografías del Consumo*, coordinado por Andrea Delatto, 67-91. Buenos Aires: Estudios Sociológicos Editora.
Ruiz Rosado, Octavio (2006). "Agroecología: una disciplina que tiende a la transdisciplina". *Interciencia* 31 (2): 140-145.
Schiller, Katharina J. F.; Laurens Klerkx; P. Marijn Poortvliet, y Wendy Godek (2020). "Exploring Barriers to the Agroecological Transition in Nicaragua: A Technological Innovation Systems Approach". *Agroecology and Sustainable Food Systems* 44 (1): 88-132.
Schmitt, Claudia; Paulo Niederle; Mario Ávila; Eric Sabourin; Paulo Petersen; Luciano Silveira; William Assis; Juliano Palm, y Gabriel B. Fernandes (2017). *Políticas Públicas a favor de la Agroecología en América Latina y el Caribe*. Brasilia: Red Políticas Públicas en América Latina y el Caribe (PP-AL).
Schumpeter, Joseph A. (2003). *Capitalism, socialism and democracy*. Londres: Taylor & Francis e-Library.
Sevilla, Eduardo (2006). "Agroecología y agricultura ecológica: hacia una 'Re' construcción de la soberanía alimentaria". *Agroecología* 1: 7-18.
Sevilla, Eduardo (2017). "Sobre las perspectivas teórico-metodológicas da Agroecología". *Redes* 22 (2): 13-30.
Smelser, Neil J., y Richard Swedberg (2005). *The Handbook of Economic Sociology*. Nueva York: Princeton University Press.
Smith, Adrian; Mariano Fressoli, y Hernán Thomas (2014). "Grassroots Innovation Movements: Challenges and Contributions". *Journal of Cleaner Production* 63: 114-124.
Souza, Javier (2014). "La agroecología: bases científicas, historia local y estrategias productivas en la construcción de un espacio de desarrollo integral, ético y humano". En *La Agroecología en Argentina y en Francia. Miradas Cruzadas*, editado por Valeria Hernández, Frederic Goulet, Daniele Magda y Nathalie Girard, 13-29. Buenos Aires: INTA.
Tello, Alex Mauri, y Manuela de Jesús Solano Calvo (2015). "Experiencia agroecológica en la elaboración de insecticidas naturales y producción de abonos orgánicos en el cultivo de café, en dos localidades de Las Margaritas Chiapas, México". *Cuadernos de Agroecología* 10 (3): 1-5.
Tilzey, Mark (2021). "From Neoliberalism to National Developmentalism? Contested Agrarian Imaginaries of a Postneoliberal Future for Food and Farming". *Journal of Agrarian Change* 2 (1): 180-201.
Toledo, Víctor Manuel (1993). "La racionalidad ecológica de la producción campesina". En *Ecología y campesinado e historia*, coordinado por Eduardo Sevilla Guzmán y Manuel Luis González de Molina, 197-218. Madrid: La Piqueta.
Toledo, Víctor Manuel (2015). *Ecocidio en México. La batalla final es por la vida*. Ciudad de México: Grijalbo.
Toledo, Víctor Manuel, y Benjamín Ortiz-Espejel (2014). *México, regiones que caminan hacia la sustentabilidad: Una geopolítica de las resistencias bioculturales*. Puebla: Universidad Iberoamericana.

Tzec, Nora Salomé (2015). *Sistematización de la experiencia de las Fiestas de Semillas Nativas e identificación de los impactos generados en el uso de las variedades de semillas de maíz en la Región de los Chenes, Municipio de Hopelchén, Campeche, México*. Tesis de maestría en Prácticas del Desarrollo. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Val, Valentín; Peter Michael Rosset; Carla Zamora Lomelí; Omar Felipe Giraldo, y Dianne Rocheleau (2019). "Agroecology and La Via Campesina I. The Symbolic and Material Construction of Agroecology Through the Dispositive of 'Peasant-to-Peasant' Processes". *Agroecology and Sustainable Food Systems* 43 (7-8): 872-894.

Val, Valentín, y Peter Michael Rosset (2020). "Campesina a Campesino: Educación campesina para la resistencia y la transformación agroecológica". *Brazilian Journal of Rural Education* 5 (e10904): 1-25.

Vergara-Camus, Leandro, y Cristóbal Kay (2018). "Agronegocio, campesinos, Estado y gobiernos de izquierda en América Latina: Introducción y reflexiones teóricas". En *La cuestión agraria y los gobiernos de izquierda en América Latina: campesinos, agronegocio y neodesarrollismo*, coordinado por Cristóbal Kay y Leandro Vergara-Camus, 15-50. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.

Villatoro, Jéssica; María del Rocío Soto, e Ingrid Cuevas (2020). "La innovación como estrategia para el desarrollo del sistema agroalimentario sustentable. Caso de la comunidad Paso Solano, Veracruz, México". *Medio Ambiente* 2 (5): 066-077.

World Intellectual Property Organization (WIPO) (2024). *Global Innovation Index 2024: Unlocking the Promise of Social Entrepreneurship*. Genova: WIPO.

Zagata, Lukas; Lee Ann Sutherland; Jiri Hrabák, y Michal Lostak (2020). "Mobilising the past: towards a conceptualisation of retro-innovation". *Sociologia Ruralis* 60 (3): 639-660.

Innovación y tecnología en la agricultura mexicana

Corporaciones, propuestas campesinas y políticas gubernamentales

Yolanda Cristina Massieu Trigo

Introducción

El objetivo de este texto es brindar elementos informativos y de reflexión sobre la complejidad de la innovación y la tecnología en la agricultura mexicana, en un contexto de urgente necesidad de encontrar una vía para la producción sustentable de suficientes alimentos sanos. Se inicia con una breve reflexión teórica sobre innovación y tecnología, en la que se plantea la dificultad de que las teorías convencionales sean útiles para entender los problemas que ha generado la modernización agrícola. A continuación, presento un breve recorrido histórico sobre la modernización de la segunda mitad del siglo XX conocida como "revolución verde" (RV), los problemas socioambientales que causó y que aún están presentes, así como su continuidad en la agricultura transgénica promovida desde los noventa del siglo pasado como parte de las políticas neoliberales. También se destaca el papel de las corporaciones multinacionales agroalimentarias (CMA) en la implantación del modelo tecnológico hegemónico, y se enfatiza en la existencia de propuestas de innovación agroecológica construidas por las y los productores campesinos en nuestro país, junto con los cambios en la política gubernamental.

Reflexión teórica sobre innovación y tecnología agrícolas

Una primera pregunta para iniciar esta reflexión se refiere a la diferencia entre tecnología e innovación y cómo se distinguen en la agricultura. Para Rajagopalan (2014), muchas de las claves para impulsar la innovación no están directamente relacionadas con la tecnología, sino con las condiciones socioeconómicas, políticas y culturales del entorno de donde surge. Debe haber flexibilidad para experimentar, pero las amenazas a la supervivencia básica o la pobreza extrema presentan obstáculos que la inhiben.

La definición convencional y más conocida del concepto de innovación es la del Manual de Oslo, el cual enfatiza en los cambios significativos en el producto, el proceso, la comercialización o la organización de la empresa, con el fin de aumentar las ventas y, por tanto, las ganancias. Éstas son generadas debido al incremento esperado en la calidad de los productos y el bienestar de los consumidores. Dicho Manual, que es un documento de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), declara que sus recomendaciones se refieren sólo a las empresas (OCDE, 2018). Por lo tanto, las transformaciones se originan en conocimientos que surgen en una empresa en colaboración con otra empresa, una universidad o un centro de investigación. Se observa una linealidad y simplicidad del argumento, puesto que las interacciones presentes en la generación de un conocimiento aplicable, una innovación y una tecnología para la obtención de un producto son complejas y se caracterizan por relaciones de poder e intereses confrontados. Las empresas son el actor fundamental para la generación y aplicación de innovaciones, y las organizaciones sociales, que también innovan y producen para el mercado o el autoconsumo, son excluidas. La teoría convencional de la innovación (incluso propuesta por organismos internacionales) (CEPAL, s. f.) y el "ecosistema" respectivo tiene fuertes limitaciones para entender la compleja realidad de la agricultura mexicana. Especialmente en sociedades desiguales, como la mexicana, el seguimiento de este enfoque en centros de investigación públicos evidencia un problema ético respecto a si la innovación generada en estas instituciones debe servir sólo a los intereses de las empresas —quienes actúan con frecuencia como monopolios, concentran los recursos y se adueñan de sectores de la economía—. Aún es un tema polémico precisar si esto debe ser normado por instancias gubernamentales para definir prioridades de investigación.

En la literatura reciente sobre el tema aparece la noción de "ecosistema de innovación". Este término no se refiere a las condiciones ambientales, sino que fue adaptado a un entorno económico y socioinstitucional que propicie la invención y el emprendimiento, siempre en favor de las empresas. La idea de ecosistema se utiliza para describir los diversos actores, partes interesadas y miembros de la comunidad fundamentales para la innovación (Lujan, 2021). Por su parte, la idea de subsistemas de actores, artefactos y actividades interconectados coincide con el concepto de

ecosistema natural, dado que es desmontable en sus múltiples componentes (Granstrand y Holgersson, 2020).

Derivado del término "ecosistema" aparece el de "ecoinnovación", planteado como un desafío a los conceptos convencionales de innovación y ecosistema de innovación (Carrillo y Massieu, 2021). La idea convencional de innovación presupone empresas capitalistas como únicas productoras, cuyo objetivo único para innovar es competir en el mercado y elevar las ganancias. Esta concepción conforma una tendencia creciente de organismos internacionales y empresariales para "enverdecer" la economía. A partir de la lógica de obtención de ganancias, es frecuente el choque con los objetivos de sustentabilidad, dado que implican un mayor costo que difícilmente las empresas están dispuestas a asumir. En el caso de la agricultura, los ritmos biológicos de crecimiento de plantas y animales, así como de regeneración de la naturaleza, son más lentos que la búsqueda frenética de ganancias.

Por el lado de la tecnología, encontramos que es entendida como un producto humano que consiste en generar conocimiento que da origen a técnicas e instrumentos para que las sociedades utilicen los recursos de su entorno. Si bien existe una versión que reivindica la neutralidad de la tecnología y, por tanto, el valor de la investigación científico-tecnológica *per se*, actualmente se acepta la idea de que la tecnología es una construcción social (Thomas *et al*., 2019), inmersa en relaciones de poder desde su generación hasta su aplicación. La teoría crítica (Feenberg, 2005) permite entender que la tecnología apoya la generación de desigualdades socioeconómicas y con frecuencia conduce al deterioro ambiental.

La urgente necesidad, en tiempos difíciles —como la pandemia, el cambio climático y la guerra en Ucrania—, de encontrar mejores modos societales de convivencia con la naturaleza y de producción de alimentos sanos interpela la elección de la innovación para la agricultura,[1] sobre todo a la luz de los daños socioambientales generados por los procesos de modernización agrícola hegemónica en el siglo XX (Massieu, 2016). La sociedad rural mexicana padece desde hace décadas un grave deterioro ambiental; una parte de la responsabilidad es del modelo tecnológico hegemónico, que se impuso a partir de la revolución verde en la segunda mitad del siglo pasado.

La discusión, tanto en medios académicos como políticos, de la innovación y la tecnología agrícolas es de larga data. A partir del inicio de la Revolución Industrial, desde el siglo XVIII europeo, la agricultura ha sido objeto de presiones para el aumento de la producción. En un primer momento, la relación agricultura-industria se intensificó, en detrimento de la primera, con la aplicación de maquinaria; posteriormente, sobre todo en el siglo XX, con el uso de agroquímicos. Todo ello con el fin de incrementar la producción en monocultivo. Dicho aumento funcionó tanto para el abaratamiento de

1 En este texto, el término "agricultura" se utiliza en un sentido amplio, pues incluye ganadería, forestería y pesca.

los salarios como para el abasto de insumos industriales, en una relación de desventaja para la agricultura, pues por estos mecanismos se transfiere valor al crecimiento urbano-industrial.

Esta es la tendencia capitalista dominante, pero la agricultura se resiste a ser subordinada totalmente a la obtención de ganancia, puesto que es una rama productiva en la que tanto los ritmos biológicos de crecimiento de plantas y animales como el funcionamiento de los ecosistemas marcan la pauta para obtener productos. No obstante, sigue presente la presión para que los seres vivos funcionen de manera similar a una máquina, de manera que se acortan los ciclos de producción mientras reciben cantidades crecientes de insumos químicos. La industria capitalista busca ante todo la uniformidad: cantidades crecientes de mercancías iguales con el menor costo posible, destinadas a venderse en el mercado para que el capitalista que explota trabajo ajeno obtenga determinada plusvalía. En la agricultura, la propia naturaleza impone una gran diversidad de paisajes, recursos naturales y productos (que suelen ser seres vivos). Asimismo, hay una gran heterogeneidad de productoras y productores, sobre todo en países como el nuestro, en los que el campesinado sobrevive y se articula de diferentes maneras en la sociedad capitalista a partir de relaciones desventajosas. Otro elemento de diversidad en el caso de México es que las y los campesinos también son indígenas, blancos y mestizos (Bartra, 1982 y 2008: 101-103).

La revolución verde (RV) fue un fenómeno sociotécnico y económico que se dio en la agricultura desde mediados del siglo XX. Con origen en nuestro país, promovió una agricultura industrial, la cual se mantiene vigente y agudizada por la aparición de los cultivos transgénicos desde los años noventa del siglo pasado (Massieu, 2019). Esta revolución busca la homogeneización y, desde su concepción, genera una tecnología supuestamente apta para aplicarse a todos los agroecosistemas. Fue diseñada por científicos estadounidenses y mexicanos, con financiamiento de la Fundación Rockefeller, con el objetivo de lograr el máximo rendimiento posible en monocultivo. El aumento de la producción se ha logrado por medio del uso de semillas mejoradas de variedades híbridas, riego, maquinaria y agroquímicos. A partir de ahí se han formado los institutos públicos de investigación agropecuaria y forestal de México, permeados por la visión productivista de la RV. El paquete ha resultado muy costoso y, por tanto, poco accesible para la mayoría de los productores, principalmente campesinos minifundistas de temporal, lo cual ha profundizado la brecha entre éstos y los grandes productores (Hewitt, 1980). Si bien ha habido éxito en lograr semillas mejoradas con altos rendimientos de maíz y trigo, el aumento productivo es posible sólo si se aplica el paquete tecnológico completo, como comprobamos para el caso del maíz en una investigación realizada en Tlaxcala, entre 2012 y 2014 (Noriero y Massieu, 2018).

Las corporaciones multinacionales abastecedoras de insumos fueron las más beneficiadas con la expansión y generalización de este modelo tecnológico (Hewitt, 1980); hasta la fecha, son las que han logrado un creciente control de la agricultura y la alimentación en varios países (ver apartado 2). Algunos aspectos de la productividad

se priorizaron con el objetivo de acabar con el hambre; esto no sólo no se ha logrado, sino que la hambruna se ha agravado con las repercusiones de la pandemia y la guerra en Ucrania (Massieu, 2021, 2022). Después de décadas de aplicación de dicho modelo, se tiene como resultado tierras erosionadas, pérdida de biodiversidad, deforestación y contaminación del agua, entre otros. Se privilegió este modelo para la producción de alimentos y se excluyó a la mayoría de los productores agrícolas minifundistas de temporal.

A partir de los años ochenta del siglo XX, esta tecnología se ha articulado con el sistema agrícola globalizado, el cual creció de la mano de políticas neoliberales que en países como México privilegiaron la agroexportación y desestimularon la producción interna de alimentos (como resultado, este país tiene una fuerte dependencia de alimentos básicos importados del exterior) (Massieu, 2021). Después de varias décadas de aplicación del modelo de la revolución verde, el deterioro ambiental se ha agravado. La pandemia lo corroboró al evidenciar la falta de sustentabilidad de este modelo global, en el que grandes cadenas multinacionales agroalimentarias (CMA), asociadas a los supermercados para la distribución, manejan los alimentos en el mundo. Debido a que muchas de esas compañías operan con crédito, el rompimiento de las cadenas de suministro que trajo consigo el covid-19 llevó a muchas de ellas a la quiebra (Van der Ploeg, 2020), mientras que las agriculturas campesinas demostraron ser más resilientes; además, hubo algunas condiciones que permitieron el fortalecimiento de economías locales abastecidas por este tipo de producción.

Debido a las diferencias que hubo entre el grupo de científicos responsables de diseñar la tecnología de la revolución verde (RV), Efraím Hernández Xolocotzi fundó una corriente de etnobotánica que valoraba la riqueza de los conocimientos campesinos (Hernández X. y Ramos, 1985). Propuso el concepto de "agroecosistema" para contrarrestar la tendencia homogeneizante —característica de la RV— y reivindicar la agrobiodiversidad biológica y cultural. Además, se planteó como una forma alternativa de medir la productividad, considerando "un marco teórico de eficiencia en el uso de flujos de energía y materiales" (p. 195). Este enfoque reivindica el papel de la familia campesina desde una lógica productiva distinta de la capitalista, con base en los clásicos del estudio de la economía campesina (Chayanov, 1981; Amin y Vergopoulos, 1975; Shanin, 1979; Bartra, 1982). Hasta la fecha, esta corriente ha dado frutos interesantes y ha fundamentado la vigencia de la agroecología, que hoy es una propuesta sociotécnica y cultural de organizaciones globales, como la Vía Campesina (Martínez y Rosset, 2014), promotora de la armonía con el medio ambiente, la viabilidad del campesinado y la producción de alimentos sanos. La propuesta de combinar los conocimientos campesinos con las tecnologías contemporáneas sigue vigente y se le llama "diálogo de saberes".

Un aporte multidisciplinario para entender la relación —en ocasiones ancestral— que establecen los pueblos originarios mesoamericanos con la biodiversidad de sus territorios es la bioculturalidad. Este enfoque, al combinar la cosmogonía de dichos

pueblos con el entorno natural, ha registrado cómo las áreas biodiversas mejor conservadas en México están en manos de grupos indígenas (Boege, 2008) y cómo, a través de la historia y la memoria antigua de los campesinos que recrean estos conocimientos, dicha relación con la biodiversidad contiene claves contemporáneas vigentes para avanzar hacia la sustentabilidad (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). La bioculturalidad está presente en el manejo de la biodiversidad silvestre y en la agricultura, y es en esta última donde tiene lugar la reflexión sobre el contenido de la innovación, pues parte del supuesto de que las y los campesinos tienen propuestas innovadoras, si bien no forman parte del modelo tecnológico hegemónico (Durán, 2018).

El modelo tecnológico de la revolución verde generó una noción hegemónica respecto a la innovación agrícola (Massieu, 2016), promovida por los gobiernos de México a partir de los años cincuenta —y en la que varios científicos todavía creen—, sobre la que se comenzó a aplicar la tecnología, hasta principios del siglo XXI. A partir de 2018 se intentó incorporar algunos cambios orientados a apoyar a la producción campesina y promover la agroecología (ver apartado 3).

En este contexto se ubica la discusión teórica sobre innovación y tecnología agrícolas. Se considera que la tecnología no es neutra ni aislada de la sociedad, sino que es socialmente construida (Thomas *et al*., 2019). La cuestión socioambiental y alimentaria influye poderosamente en esta construcción, pues no es como en el caso de las innovaciones industriales, donde el aumento de la escala —cuando hay mercados rentables— presenta menos trabas ecosistémicas y biológicas.

En el debate sobre tecnología e innovación agrícolas resalta la poderosa presencia de las cadenas multinacionales agroalimentarias (CMA) proveedoras de los insumos, por lo que a continuación se dedica un espacio para abordar las características de estas empresas.

CMA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN AGRÍCOLAS

Desde los años setenta se detectó una creciente presencia de corporaciones multinacionales en el sector agroalimentario mexicano (Rama y Rello, 1979; Arroyo, 1989; Friedman y McMichael, 1989) y su control en ascenso tanto del proceso de producción como de alimentación, el cual se incrementó con las políticas neoliberales a partir de los años ochenta. Este fenómeno no se ha detenido desde entonces; por el contrario, ha aumentado el uso de insumos agrícolas que fabrican, a pesar de que la innovación y tecnologías que promueven no sean sustentables. Es un negocio global multimillonario, con intereses para moldear la tecnología, la innovación, la agricultura y la alimentación en el mundo.

El modelo de la revolución verde (RV) ha implicado un alto uso de agroquímicos desde hace décadas, que en tiempos recientes se manifiesta en el uso de plaguicidas. Con algunos altibajos, las ventas de estos agroquímicos crecieron constantemente

entre 1990 y 2016. En América Latia se observa un incremento reciente de la demanda: las ventas aumentaron de 2,000 millones de dólares en 2003 a 16,000 en 2014; a partir de 2016 muestran un leve descenso a 13,000 millones de dólares. Mientras, la región del TLCAN (Tratado de Libre Comercio de América del Norte) muestra una demanda más estable entre 1990 y 2016, pues las ventas pasaron de 6,000 a 8,000 millones de dólares. Estas cifras ayudan a entender los intereses involucrados en la tecnología de la RV, así como la virulenta reacción de los productores estadounidenses de maíz transgénico y de las compañías productoras del herbicida glifosato (que afecta la actual relación bilateral México-Estados Unidos) ante el decreto presidencial de 2020 que plantea la eliminación gradual de este herbicida (hasta su erradicación total en 2024) y la prohibición de importación de maíz transgénico (DOF, 2020).

La producción de semillas constituye un buen ejemplo de la capacidad de control que ejercen las empresas por medio de la innovación y la tecnología, dado que son un insumo estratégico. Las semillas son el primer eslabón de la mayoría de las cadenas agroalimentarias; de su posesión, producción y comercio depende la soberanía alimentaria y el desarrollo agropecuario de un país (Edelman, 2016). Durante milenios, como insumo fundamental de la agricultura y origen de las plantas, cumplieron tres funciones: cultivar, propagar y generar nuevas variedades vegetales. Éstas fueron realizadas por agricultoras y agricultores de todo el mundo, quienes estuvieron a cargo del control, el mejoramiento y la obtención de variedades de las semillas a partir de su uso como bienes comunes (Houtart, 2013; Edelman, 2016), lo que condujo a una gran diversidad (Vicente, 2015).

Esto cambió en la segunda mitad del siglo XX con la revolución verde, cuando surgió una poderosa industria productora de semillas que sólo pueden sembrarse una vez cada ciclo, lo cual obliga a las personas agricultoras a comprarlas necesariamente cada vez que siembren. Son compañías privadas quienes propagan y generan nuevas variedades y controlan el mercado; a las y los agricultores sólo les queda la función de plantar estas semillas compradas, lo cual se traduce en la pérdida de su autonomía (Pistorius y Van Wijk, 1999). Este fenómeno es similar al ocurrido en Inglaterra durante los siglos XVI y XVIII con el cercamiento de las tierras comunes y la expulsión de los campesinos (San Vicente y Carreón, 2011; Perelmuter, 2020).

Con las políticas neoliberales implementadas a partir de los años ochenta del siglo XX se agudiza el cercamiento que busca expropiar todos los bienes comunes, como las semillas. Este cercamiento se da por medio de dos tipos de mecanismos articulados entre sí que facilitan su apropiación (Perelmuter, 2020).

La primer forma de cercamiento es el técnico-productivo, y se da a partir de las transformaciones en los modelos de tecnología e innovación (primero, la aparición de las semillas híbridas con la revolución verde [RV] desde los años cincuenta; luego, las transgénicas por medio de la ingeniería genética agrícola desde los años noventa). Es importante resaltar la diferencia entre la innovación de la RV y la de la agricultura transgénica, que aplica técnicas de ingeniería genética. En el primer caso se trata de

un mejoramiento convencional o clásico, en el que se cruzan plantas completas y se van seleccionando las características deseadas en la progenie (así se obtuvieron las variedades de alto rendimiento de maíz y trigo características de la RV). En cuanto a la agricultura transgénica,[2] se trata de una modificación genética de laboratorio que permite transferir genes, incluso de otra especie, a la planta en cuestión. Existen dos transformaciones genéticas en el mercado: resistencias a insectos y a herbicidas, en ocasiones van juntas en las variedades comerciales. En años recientes surgió la tecnología CRISPR-Cas9 o de edición de genes, que realiza estos cambios con mayor precisión (Núñez *et al*., 2020).

La segunda forma de cercamiento es el jurídico, que se articula con la anterior, y se refiere a los cambios en las formas de apropiación legal de las semillas. Tiene lugar mediante las leyes de semillas y las de propiedad intelectual, las cuales exigen su registro y certificación. Estas legislaciones se ejercen a través de los contratos que realizan entre empresas y productores, principalmente a partir de los derechos de propiedad intelectual (DPI). A pesar de estos mecanismos jurídicos de apropiación, la particularidad de las semillas de reproducirse, como cualquier ser vivo, dificulta su control monopólico, no obstante, el capital y las cadenas multinacionales agroalimentarias (CMA) buscan constantemente estrategias para superar este obstáculo (Bianco, 2015; Castañeda y Massieu, 2017). En México, este tipo de medidas se adoptaron desde 1996, con la Ley Federal de Variedades Vegetales.

Las semillas híbridas, características de la revolución verde, presentes en el mercado desde los años cincuenta del siglo pasado, son un paso hacia el control monopólico, debido a que su productividad decae después de la primera siembra. Además, poseen dos características que inciden en la rentabilidad del negocio: el vigor híbrido, que aumenta significativamente los rendimientos y se manifiesta en plenitud en la primera generación, y las dificultades para reproducirse, que impiden que el sector agrícola pueda autoabastecerse cada cosecha (Gárgano, 2013).[3] La expansión de las variedades híbridas fue un primer paso fundamental para el nacimiento de las grandes corporaciones semilleras en los años iniciales de la RV; un efecto de esta revolución es la aparición de las primeras compañías globales en la segunda mitad del siglo XX (si bien ya existían algunas compañías semilleras en Estados Unidos y Europa desde el siglo XIX).

2 Si bien convencionalmente se les llama "transgénicas" a las plantas modificadas por ingeniería genética, es importante aclarar que el término se refiere a la inserción de genes ajenos en un organismo, que inclusive pueden ser de otra especie, pero hay modificaciones genéticas que pueden no insertar genes ajenos, sino modificar la estructura genética propia de un ser vivo.

3 La gran mayoría de las plantas híbridas no producen descendencia fértil. Las semillas obtenidas de estas plantas difícilmente germinan y, cuando lo hacen, suelen originar una planta con características muy distintas, como una baja productividad.

La expansión de la ingeniería genética en la agricultura a partir de los años noventa del siglo XX, acompañada de las políticas neoliberales, consolida un poderoso sistema agroalimentario global. Éste promueve una tecnología de manipulación genética que profundiza el cercamiento de la semilla a niveles sin precedentes y amplía la expansión del agronegocio basado en un modelo de monocultivo con alto uso de agroquímicos y semillas transgénicas patentadas. La modificación genética se hace principalmente en los laboratorios de las empresas —aunque también hay convenios con algunas universidades de los países centrales—, con recursos que en ocasiones superan los de los sistemas científicos públicos de países periféricos. Ante su creciente poder, la ciencia y el conocimiento dejan de ser un bien público (Callon, 1997). De este modo, la semilla es portadora de relaciones de poder o biopoder (Ruivenkamp, 2005), debido a que posee características tecnológicas capaces de moldear la agricultura y la alimentación. Asimismo, se promueve el despojo o la biopiratería del material genético de países con alta biodiversidad, como México (Massieu, 2019). Por ejemplo, un caso reciente es el del maíz olotón, que se hizo público en 2018; se trata de una variedad nativa ayuuk o mixe que tiene la característica de fijar el nitrógeno del aire, por lo que no necesita fertilizantes nitrogenados. En 2017 esta semilla fue llevada a universidades estadounidenses para ser investigada (Massieu y Guerrero, 2021).

Igualmente, desde los años noventa del siglo XX se ha dado una mayor concentración en la industria semillera, así como fusiones con las empresas productoras de agroquímicos y maquinaria (tabla 1). Sus ventas consisten tanto en semillas mejoradas convencionales híbridas como transgénicas. Debido a las grandes inversiones que las compañías han realizado en la obtención de estas nuevas plantas, ejercen gran presión para su siembra comercial, independientemente de si tienen ventajas productivas o no, como sucede en el caso del maíz transgénico en México (Massieu, 2019).

Desde la segunda mitad del siglo XX, en el marco de la revolución verde se ha configurado una industria semillera mundial, sobre todo a finales de los años setenta, cuando se dan los primeros análisis de alerta sobre el creciente control que ejercerían sobre la agricultura y la alimentación del mundo (Mooney, 1983). El entorno de las corporaciones semilleras es dinámico, no se dedican solamente a producir las simientes, producen también alimentos, plásticos, agroquímicos, productos farmacéuticos, entre otros. Frecuentemente se fusionan, de manera que el grado de concentración se ha agudizado (tabla 1).

Los principales países exportadores de estas semillas son Francia, Países Bajos y Estados Unidos (EU). Por otro lado, los mayores importadores son también EU, Alemania y Francia. México está entre estos últimos, pues desde la revolución verde se amplió el uso de semillas mejoradas sin generar una industria local. Las utilidades crecen ininterrumpidamente con exportaciones estimadas en 4,300 millones de dólares en 2004; 10,543 en 2012 y un total del mercado mundial de 47,000 en 2022 (GRAIN, 2022). Un número cada vez más creciente de productores agrícolas compran semillas

Tabla 1. Concentración creciente en compañías semilleras (2009-2018)

Año	Compañías y datos de concentración	Ventas	
		Porcentaje del mercado mundial	*Millones de dólares*
2009	Diez empresas	73	27,400
2015	Diez empresas (Monsanto, DuPont-Pioneer, Syngenta, Vilmorin, WinField, KWS, Bayer, Dow Agrosciences, Sakata y Takii)	75	26,000
2017	Cuatro principales empresas (Bayer, Corteva, ChemChina/Syngenta, Limagrain	66.4	25,550
2018	Cuatro principales empresas (Bayer, Corteva, ChemChina/Syngenta, Limagrain)	53.2	22,185

Nota: la información no es homogénea debido a que se encuentra dispersa en diferentes fuentes.

Fuente: elaboración propia con base en *The Economist* (2015), ETC (1997), Enciso *et al*. (2007), Aranda (2014), Corteva Agriscience (s/f), GRAIN (2022).

a estas compañías, aunque implique una pérdida en su autonomía y un aumento en sus costos de producción.

Desde los años setenta del siglo pasado comenzó la fusión de empresas petroquímicas y farmacéuticas con agrícolas; muchas de ellas producen tanto semillas como agroquímicos y, desde entonces hasta los años noventa, compraron miles de pequeñas semilleras, lo cual ha implicado pérdida de diversidad genética y desaparición de las empresas familiares (eran cerca de siete mil en los años ochenta) (Enciso *et al*., 2007). Actualmente, las fusiones continúan y cada vez hay más concentración y mayor dependencia de las limitadas estadísticas que ofrece la propia industria alimentaria, o de información privilegiada de las cadenas multinacionales agroalimentarias (CMA). En la tabla 1, que reúne esta información dispersa, se observa que en 2017 cuatro compañías (Bayer, Corteva, ChemChina y Vilmorin & Cie/Limagrain) controlaban el 66.4% del mercado mundial de semillas, en 2018 las mismas dominaban el 53.2%. En 2022 continuaban Bayer y Corteva, sin ChemChina y Vilmorin, y se unieron Syngenta y BASF, con el 49% de las ventas mundiales. Con respecto a las semillas de cultivos transgénicos, sus ventas casi se cuadruplicaron entre 2006 y 2018: pasaron de 5,855 millones de dólares a 21,970 millones, con lo cual superaron la venta de semillas convencionales (Villalobos, 2021).

La excesiva concentración no implica que las compañías que monopolizan los mercados semilleros globales inviertan en investigación y desarrollo. En 2015 se reportaba que las empresas se enfocaban en proteger sus innovaciones con mecanismos de propiedad intelectual (*The Economist*, 2015). En lo que respecta a los insumos agrícolas, el proceso implica el uso de bases de datos patentadas, con información que va desde la semilla hasta los suelos y los tractores, lo que se agudiza con los cultivos transgénicos,

es decir, semillas "diseñadas para resistir a los herbicidas, y la integración de esas semillas y los agroquímicos que necesitan es prácticamente universal" (ETC, 2015).

Es creciente el uso de *big data* en las cadenas multinacionales agroalimentarias (CMA), específicamente en las semillas. Además, con el cambio climático se abre otra oportunidad para aplicar tecnologías de información. Por ejemplo, existe la posibilidad de que una sola compañía comercialice las semillas, conozca la prevalencia de las plagas y venda el plaguicida requerido, informe sobre las condiciones locales de los suelos y venda el fertilizante apropiado, y pueda predecir las condiciones del clima para vender el seguro adecuado; se trata de la "agricultura climáticamente inteligente" (ETC, 2015).

La fusión entre empresas semilleras es muy dinámica y tiende a la formación de empresas cada vez más grandes. En 2016 se concretó la fusión de Syngenta con ChemChina, y Bayer adquirió Monsanto por 66,000 millones de dólares. Esta fusión fue la más grande adquisición de una compañía extranjera en Alemania. A la vez, Bayer tuvo que entregar todo su negocio de semillas a la empresa —también alemana— BASF para conseguir la aprobación estadounidense (Forbes, 2018). Aunque Bayer aparece en el primer lugar de ventas de semillas y agroquímicos, algunos análisis plantean que la operación fue un fracaso. Según Atkins (2019), debido a que en 2015 la Organización Mundial de la Salud (OMS) y, después, los tribunales estadounidenses consideraron cancerígeno el herbicida Roundup o glifosato —uno de los productos más importantes de Monsanto (ahora Bayer)—, la firma alemana ha tenido importantes problemas, pues en 2022 pagó 16,000 millones de euros de indemnizaciones (*Cinco días*, 2022). Sus acciones descendieron más del 50% entre 2017 y 2019, y su capitalización bursátil ese último año era de 52,000 millones de euros, menos que el pago por Monsanto (Atkins, 2019).

Los costos para los productores agravan la concentración. *The Economist* (2015) reportaba que los precios de fertilizantes, semillas y otros insumos han aumentado en Estados Unidos (EU), especialmente de los primeros. En la actualidad esto se agudiza con la guerra en Ucrania, la cual ha generado un incremento en los precios de los alimentos en el mundo (Massieu, 2021). Esto ha conducido a que se promueva la llamada participación accionaria horizontal —que puede convertirse en una nueva forma de colusión penalizada por leyes antimonopolio en EU—, la cual consiste en hacer acuerdos previos respecto a precios entre supuestos competidores. Se trata de flujos de información entre inversionistas que son inhibidores de competidores, aunque no necesariamente implican acuerdos para fijar precios. Un estudio de Torshizi y Clapp (2021: 37) calcula que esta participación fue responsable del 28% de los aumentos en los precios de las semillas de soya, maíz y algodón en EU entre 1997 y 2017.

Este breve análisis de las grandes CMA en la tecnología e innovación agrícolas podría hacernos creer que se trata de un poder inagotable y sin límites. Ante ello, se comparten algunas propuestas y resistencias construidas por organizaciones sociales y la nueva política gubernamental.

Innovación y tecnología en la agricultura mexicana: propuestas, resistencias y políticas gubernamentales

Desde los años ochenta del siglo XX se planteó que los conocimientos y las tecnologías campesinas tradicionales pueden ser la base de una propuesta de innovación y tecnología propias, que respondan más a los intereses, cultura y economía de los productores de pequeña escala. Muchos son indígenas que conservan buena parte de la agrobiodiversidad, pese a la escasez de recursos e insumos de la economía campesina minifundista y temporalera. Schultz (1964) sostiene que "partimos del hecho de que, en condiciones de producción en que se carece básicamente de insumos, los agricultores dirigen su actividad agrícola más hacia el logro de una alta eficiencia productiva en lugar de buscar los más altos rendimientos" (pp. 63-65). En esta producción, el criterio de rentabilidad en el mercado —caracterizado como el principal estímulo a la innovación según la literatura convencional (ver apartado 1)— no es necesariamente la motivación principal, sino que también destacan aspectos culturales, "sentido de riqueza, prestigio, ocio, etcétera"; así como económicos, "no todo lo que se produce en esas condiciones tiene un valor de cambio, sino que hay valores de uso indispensables en la economía familiar: necesidades de forraje, diversidad en la dieta, materiales de construcción, medicinales, etc." (Hernández X. y Ramos, 1985: 196). En nuestro país, hay múltiples experiencias productivas que construyen sustentabilidad, algunas de larga data, con propuestas que chocan con intereses poderosos, como lo indica la violencia con que capitales mineros, urbanizadores, turísticos y, en nuestro caso, de corporaciones proveedoras de insumos agrícolas responden a activistas defensores del medio ambiente, territorios, soberanía alimentaria y agrobiodiversidad.

La propuesta agroecológica cobra cada vez más relevancia y urgencia ante el actual aumento de la pobreza y la hambruna, generado primero por la pandemia y luego por la guerra en Ucrania. En el primer caso, debido a la interrupción de las cadenas de suministro de agroexportaciones por razones sanitarias; en el segundo caso, debido a la escasez de fertilizantes y de granos exportados por Ucrania al mercado africano y europeo (Massieu, 2021). El modelo agroalimentario global vigente, instaurado desde el neoliberalismo en los años ochenta del siglo pasado (Friedman y McMichael, 1989; Van der Ploeg, 2020), se ha mostrado inviable. Entre sus efectos se encuentran el deterioro ambiental —tanto por la aplicación de agroquímicos contaminantes y dañinos a la salud como por las grandes distancias que recorren los productos agrícolas globalizados, sumado al desperdicio de energía y de recursos naturales, como el agua— y la erosión genética que provoca el monocultivo. En contraste, la agroecología es una opción productiva, social y política interesante; destaca su carácter específico y adecuado a las condiciones ecológicas de los territorios y socioeconómicas y culturales de la producción campesina. Dista mucho de la pretensión de generar un modelo único para cualquier lugar, como sucedió en la revolución verde y en la actual agricultura transgénica. Reivindica el planteamiento inicial en cuanto a cómo la agricultura se

resiste a la uniformidad que induce el capital, dado su carácter biodiverso, las condiciones geográficas y de la tierra diferenciadas, los procesos biológicos involucrados y la heterogeneidad de las productoras y los productores. Asimismo, la agroecología ha sido apropiada por organizaciones campesinas locales y globales, como Vía Campesina, como una propuesta de soberanía alimentaria (Martínez y Rosset, 2014).

La milpa en México, por ejemplo, es una tecnología ancestral de policultivo de maíz y otras plantas comestibles que ha sobrevivido en algunas regiones para asegurar la alimentación de las familias. Este sistema se ha articulado exitosamente con la propuesta agroecológica (Cortez, 2020) y está presente en dos organizaciones dedicadas a la preservación de maíces nativos en Tlaxcala. Más adelante, se describirán brevemente los avances del actual gobierno en cuanto a la promoción de la agroecología y la producción campesina.

Dos experiencias en Tlaxcala[4]

En este apartado se describe la experiencia de dos organizaciones campesinas en Tlaxcala con las que se ha establecido una relación de Investigación Acción Participativa (IAP) (Fals Borda, 1999) desde 2001, de manera que se ha interactuado con ellas tanto con el financiamiento de proyectos de investigación como de manera personal y solidaria. La investigación, de esta manera, parte de los principios de la IAP y se ha basado en herramientas etnográficas, sobre todo en entrevistas semiestructuradas, así como en la consulta de información estadística, hemerográfica, electrónica y trabajos de investigación de otros autores.

Durante décadas, en Tlaxcala y en todo el país se promovió desde el gobierno la innovación y la tecnología de la revolución verde, lo cual redundó en un empobrecimiento genético del maíz, pues se introdujeron algunas variedades híbridas que dan altos rendimientos sólo en combinación con los demás elementos del paquete (riego, mecanización, aplicación de agroquímicos), lo cual resultaba costoso para la mayoría de los productores minifundistas temporaleros. Debido a esta presión, la milpa casi ha desaparecido en algunas zonas del estado.

4 La información de los dos casos en Tlaxcala proviene de la investigación de campo del proyecto "Gestión, innovación y sustentabilidad. Factores de desarrollo y competitividad en las organizaciones", coordinado por Graciela Carrillo, con financiamiento de la Convocatoria de Desarrollo Académico de la Universidad Metropolitana-Xochimilco durante 2018 y 2019. El equipo que realizó el trabajo estuvo integrado por quien esto escribe, Yolanda Castañeda, Carlos Rodríguez e Irene Talavera (Castañeda *et al*., 2020). En 2023 se realizó otro trabajo de campo como parte del proyecto "Bases teórico-metodológicas para el estudio de alternativas de sustentabilidad en poblaciones rurales", con la participación de Carlos Rodríguez Wallenius, Aleida Azamar y quien esto escribe. Dicho proyecto tuvo financiamiento en el marco de la misma convocatoria.

Algunas organizaciones campesinas han adoptado la agroecología como respuesta tanto a la pérdida de diversidad genética (en Tlaxcala existen aproximadamente 150 variedades de maíz nativo) como al deterioro ecológico causado por el modelo de la revolución verde (RV). Un antecedente importante es la pervivencia del sistema milpa en algunas comunidades, pese a las presiones de instituciones gubernamentales para que se adopte el paquete de la RV de monocultivo. Es muy importante la labor del Grupo Vicente Guerrero (GVG) (iniciada desde los años ochenta) como pionero en la realización de ferias del maíz, ahora presentes en más comunidades, entre ellas Ixtenco (el otro caso de estudio). El GVG es promotor de técnicas agroecológicas de siembra y de fondos comunitarios de semillas nativas. Además, los usos de los maíces nativos se han diversificado con la elaboración de artesanías y portadas, cuadros y alfombras elaboradas en Ixtenco (Castañeda *et al*., 2020).

El rescate y la promoción de las variedades nativas y de las técnicas agroecológicas (entre ellas la milpa) son parte tanto del objetivo de la soberanía alimentaria como contrapropuesta al modelo hegemónico de la revolución verde. Estas acciones han conducido al mejoramiento de los agroecosistemas. En el caso del GVG, la siembra de maíz en el sistema milpa, sin agroquímicos y con abonos verdes, así como las propuestas de consumo de hierbas silvestres (quelites, como las verdolagas y los quintoniles) y de insectos (como los chapulines) han enriquecido la calidad de los suelos y mejorado la alimentación. Asimismo, se ha avanzado en la nivelación y construcción de terrazas para la conservación del suelo. Esta organización también es pionera (desde los años ochenta) en la aplicación de la metodología "de campesino a campesino", que consiste en la transmisión horizontal de saberes entre productores (Boege y Carranza, 2009). Del mismo modo, el Grupo se inscribe en la propuesta de economía solidaria, lo que les ha permitido ser acreedores a financiamiento de la cooperación internacional. Por otro lado, fue fundador del Programa de Intercambio, Diálogo y Asesoría en Agricultura Sostenible y Soberanía Alimentaria (PIDAASA) y del mercado alternativo de Tlaxcala (Castañeda *et al*., 2020).

El GVG también participa políticamente a favor de la soberanía alimentaria: impulsó la Ley de Fomento y Protección al Maíz como Patrimonio Originario, en Diversificación Constante y Alimentario para el Estado de Tlaxcala, aprobada en 2011; participó en la Demanda de Acción Colectiva de 2013 contra la entonces Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural y Pesca (Sagarpa) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), y fue parte de los solicitantes de permisos de liberación comercial y siembra de transgénicos de maíz (Syngenta Agro, Dow Agrosciences de México, PHI México-Pioneer-Dupont, Monsanto Comercial, Semillas y Agroproductos Monsanto).

En el proceso de aplicación de la innovación agroecológica con el GVG, algunos productores han enriquecido los suelos y obtenido rendimientos de maíz de hasta cuatro o cinco toneladas por hectárea en buen temporal. Las ferias del maíz, iniciadas por el Grupo hace 25 años, son un espacio de intercambio de saberes, semillas nativas y

propuestas políticas. Cada vez más comunidades en el estado de Tlaxcala (Ixtenco, Españita, Vicente Guerrero, Benito Juárez, San Felipe Cuauhtenco, Tetlanohcan) y en otras entidades del país siguen este ejemplo.

La cooperativa Alma de Maíz Yú-Mhu, del municipio de Ixtenco, conocida por la conservación de maíces nativos y riqueza de variedades (Sangermán, *et al*., 2018; Llanos y Santacruz, 2018), se constituyó en 2014 con cuatro miembros. Para esta organización, Ixtenco es guardián del maíz nativo: siguen sembrando el maíz ajo o tunicado —una raza en peligro de extinción, ancestro de la gramínea—, que es conservado por los productores del municipio a pesar de no tener valor comercial. Asimismo, en Ixtenco se han realizado pruebas con técnicas agroecológicas —como el humus de lombriz, micorrizas, lombricomposta, entre otras— que han dado resultados; sin embargo, hasta la fecha no se ha logrado su aplicación en grandes extensiones.

Para Alma de Maíz Yú-Mhu es muy importante promocionar el patrimonio biocultural de Ixtenco y la soberanía alimentaria con la colaboración de las autoridades municipales. Promueve la asistencia a eventos en otros estados y participan en el Día Nacional del Maíz. Además, forma parte de la Red Nacional de Guardianes de Semillas y del Movimiento Agroecológico Latinoamericano (MAELA) y tiene vínculos con el GVG. Una de las formas en que la cooperativa contribuye a la preservación del maíz nativo es la participación en las fiestas del maíz, las cuales son significativas porque promueven la cultura y el rescate del grano.

Algo característico de Ixtenco es el uso no alimentario de las variedades nativas, como sucede con la elaboración de portadas,[5] cuadros y alfombras, relacionadas con las festividades religiosas. En la iglesia se observan portadas elaboradas con maíces de colores y semillas de amaranto, frijol, mijo y chía. Estos usos artesanales se dieron desde los años ochenta, ante el bajo precio del maíz nativo en el mercado. Las alfombras son artesanías efímeras elaboradas para festividades religiosas, incluso las solicitan desde otros lugares del país. Por el contrario, las portadas y cuadros son de mayor durabilidad. En todo caso, estas actividades han contribuido a la conservación de variedades nativas.

La preservación del maíz nativo azul cobra relevancia en las festividades religiosas, donde se consumen alimentos típicos de Ixtenco, como el atole agrio y los tamales. En este sentido, este fuerte arraigo en el consumo de maíces nativos también se observa en la preferencia por consumir tortillas artesanales y, por lo tanto, en el rechazo a consumir las de tortillería mecanizada (Llanos y Santacruz, 2018). En ese municipio existe una rica cultura alrededor del maíz y la gastronomía, que

5 En Ixtenco, Tlaxcala, el término "portadas" se refiere a arcos, fachadas decorativas o estructuras ornamentales de carácter religioso, elaboradas principalmente con materiales vegetales, entre ellos hojas, tallos, mazorcas y granos de maíz nativo, así como flores, semillas y otros elementos naturales. Son una expresión importante del arte popular y de la religiosidad comunitaria.

se expresa, por ejemplo, en la danza del atole agrio, la cual se baila con trajes típicos en la fiesta del maíz.

En el trabajo de campo realizado entre 2018 y 2019 con estas dos organizaciones, en las entrevistas se destacó la ausencia de apoyo gubernamental (Castañeda *et al*., 2020). A continuación, expongo brevemente los avances del programa Producción para el Bienestar, impulsado por el gobierno actual y que puede subsanar esta carencia.

Políticas públicas y producción campesina: Producción para el Bienestar

El objetivo explícito de la política gubernamental actual para lograr la autosuficiencia alimentaria mediante el apoyo a pequeños y medianos productores representa un giro radical en comparación con los sexenios anteriores. En estos últimos, se consideraba a los agricultores como atrasados y no productivos, por lo que los apoyos destinados consistían en políticas asistencialistas contra la pobreza, sin considerar su potencial productivo. En el mejor de los casos, se inducían tecnologías de la revolución verde para aumentar la productividad. En dichos sexenios se observaba un claro sesgo para otorgar los escasos fondos públicos a los grandes productores. En el sexenio anterior, 3.3% del total de productores recibieron el 59.3% del financiamiento de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) (Sader, 2021). Esto produjo en muchas regiones mayor desigualdad, aumento de la migración, delincuencia organizada e incremento de la violencia; además, se desestimuló la producción interna de alimentos básicos y se incrementó su importación.

El PPB, junto con otros programas emblemáticos como Sembrando Vida y Jóvenes Construyendo el Futuro, intenta revertir dicha tendencia. El PPB sustituye al anterior Procampo y al —más reciente— ProAgro, con prioridad hacia los medianos y pequeños productores campesinos (85% de las unidades productivas del país). De éstos, 7 de cada 10 tienen menos de 5 hectáreas; estas unidades de producción crecieron 709% entre 1930 y 2010, actualmente generan 6 de cada 10 empleos —contratados y familiares—, producen 40% de los granos básicos y 54% del valor de la producción nacional de los 35 cultivos principales, sin descuidar la biodiversidad y los recursos naturales. Para la política actual, son sujetos productivos y de derechos, así como portadores de saberes agroalimentarios.

El programa Producción para el Bienestar (PPB) inició con un presupuesto de nueve mil millones de pesos, posteriormente se agregaron 2,500 millones para los cultivos de caña de azúcar y café. En 2021 se atendió a 2,300,000 beneficiarios productores de granos (maíz en milpa, frijol, trigo y arroz), café, caña de azúcar, cacao, amaranto, chía y miel, de los cuales 657,000 eran productores indígenas. Llama la atención que la producción con el sistema milpa ocupe un lugar específico.

El 68% de estos beneficiarios se encuentran en el sur-sureste del país, donde se busca aumentar la producción de medianos y pequeños productores (que poseen hasta 20

hectáreas). México depende del exterior para disponer de varios de los productos agrícolas que este programa fomenta (trigo, arroz y maíz), por lo que la oferta que pueden aportar estos productores puede contribuir a disminuir dicha dependencia.

En cuanto a la promoción de la agroecología, el PPB incluye acompañamiento con técnicos de campo y el programa Jóvenes Construyendo el Futuro, así como escuelas de campo basadas en la metodología "de campesino a campesino", que enfatiza en la transición agroecológica, el desarrollo local y comunitario y la coordinación institucional. La cobertura de mujeres en el programa abarca a 749 mil productoras, equivalente a 32.6% del padrón del programa —25% más cobertura de la que tuvo Procampo y ProAgro—, y el 16% de estas mujeres poseen tierra, según el INEGI.

A pesar de este esfuerzo, el subsidio representa apenas una pequeña parte de los costos de producción. Para una hectárea de maíz, el costo de producción aproximado fue de 22,000 pesos en 2021 —con variaciones regionales—, mientras que los apoyos otorgados apenas cubren un 10%. En cuanto a la autosuficiencia alimentaria, los efectos devastadores de las políticas neoliberales, el cambio climático, la especulación y ahora la guerra en Ucrania hacen muy difícil alcanzarla. Si bien estas políticas apoyan a pequeños y medianos productores, las importaciones de alimentos presentan cifras récord en años recientes: las de granos y oleaginosas crecieron 14.3% en 2021, en comparación con 2020; las de maíz, 16.4%; las de soya, 15.5%; las de trigo, 18.2%, las de frijol, 143.7%. Sólo las importaciones de arroz disminuyeron 9% (GCMA, 2020). En el primer trimestre de 2021, las importaciones de maíz crecieron 63% en comparación con 2020 (Carbajal, 2021), a precios cada vez más altos debido a la guerra en Ucrania.

Es decir, el objetivo de la autosuficiencia alimentaria aún parece lejano, mientras la dependencia alimentaria le sigue pasando factura al país. Incluso, el propio subsecretario de Autosuficiencia Alimentaria de la Sader, el ingeniero Víctor Suárez, reconoció a principios de 2023 que México no logrará sustituir todas las importaciones de maíz amarillo (del que somos dependientes) en 2024, si bien se espera reducirlas entre 30 y 40% (Infobae, 2023). Es urgente avanzar en innovación y tecnología para lograr la autosuficiencia.

Conclusiones

A partir de lo expuesto previamente, se evidencia la necesidad de proponer marcos teóricos adecuados acerca de innovación y tecnología para los complejos problemas de la agricultura mexicana. Sobre el poder de las cadenas multinacionales agroalimentarias (CMA), encontramos que también la sociedad organizada puede adquirir influencia para redireccionar, impedir y proponer acciones, como lo muestran tanto la movilización contra el maíz transgénico y la conservación de los maíces nativos como los problemas que tiene Bayer por la adquisición de Monsanto.

Los cambios históricos se expresan de manera distinta de los tiempos de la revolución verde, iniciada en la segunda mitad del siglo XX y aún vigente. En sus comienzos, la ideología del progreso, del Estado interventor y la fe en la ciencia permitieron la expansión del modelo, a pesar de los efectos socioambientales nocivos. En la actualidad, en el primer cuarto del siglo XXI, son evidentes las consecuencias del neoliberalismo en cuanto a privatización y creciente poder de las CMA, además de la cada vez menor intervención del Estado, así como la mayor influencia de las organizaciones sociales y la preocupación por el medio ambiente y la alimentación. El gobierno saliente en 2024 planteó de manera abierta un cambio y desplegó esfuerzos para ello, aunque todavía es pronto para evaluar la efectividad de dichas políticas y el objetivo de la autosuficiencia alimentaria basada en la agroecología parece aún lejano y difícil.

La innovación y la tecnología que toman distancia de la literatura convencional aparecen en la persistencia de la milpa, la conservación de maíces nativos y sus usos artesanales en Ixtenco. Estos hallazgos ilustran la capacidad de organizaciones campesinas locales para actualizar la ancestralidad y agregar innovaciones agroecológicas contemporáneas, a contracorriente del modelo hegemónico, lo que constituye un fenómeno de resistencia. En el Grupo Vicente Guerrero (GVG) y Alma de Maíz Yú-Mhu la innovación surge de la tradición, es decir, del rescate de los maíces criollos o nativos de distintas variedades y colores en Vicente Guerrero; y en la realización de alfombras, portadas, cuadros, artesanías y bisutería en Ixtenco; además de su consumo como alimento en una rica cultura gastronómica. En el GVG la innovación surge para hacer frente a condiciones socioambientales adversas a los productores, y en la búsqueda de aumentos en la productividad y en la obtención de alimentos desde la agroecología.

La innovación y la tecnología en los casos mencionados implica la revitalización de técnicas ancestrales —como la milpa—, con base en la cultura y varias de sus manifestaciones, como la religión y la alimentación. En ambos grupos, la capacidad de innovar también se liga con una participación y posicionamiento político a favor de la agricultura campesina y la soberanía alimentaria. Se desafía la definición convencional del mercado como estimulante de la innovación, pues los maíces nativos tienen desventajas en los mercados convencionales. Ambas organizaciones muestran capacidad de generar sus propios mercados, esto se observa en el esfuerzo del mercado alternativo de Tlaxcala, la presencia en eventos —como las ferias del maíz— y la elaboración de artesanías, portadas y alfombras, así como a través de redes diversas. La existencia de estas propuestas y resistencias puede, quizá con los cambios gubernamentales, favorecer el tránsito hacia la autosuficiencia alimentaria y la sustentabilidad con innovación y tecnología adecuadas. El balance está por hacerse.

Referencias

Amin, Samir, y Kostas Vergopoulos (1975). *La cuestión campesina y el capitalismo*. Barcelona: Fontanella.

Aranda, Darío (2014). "Las multinacionales del agro". *Página 12*, 10 de junio, p. 12.

Arroyo, Gonzalo (1989). *La biotecnología y el problema alimentario de México*. México: Colección Agricultura y economía, UAM-Xochimilco / Plaza y Valdés.

Atkins, Ralph (2019). "El error de Bayer que le ha costado 50,000 millones de euros". *Periódico Expansión*, 17 de agosto, p. 19.

Bartra, Armando (1982). *La explotación del trabajo campesino por el capital*. México: Macehual.

Bartra, Armando (2008). *El hombre de hierro*. México: Universidad Autónoma de la Ciudad de México/ Ítaca / Universidad Autónoma Metropolitana.

Bianco, Mariela (2015). "El valor de la semilla. Propiedad intelectual y acumulación capitalista". *Revista de Ciencias Sociales* 28 (36): 37-54.

Boege, Eckart (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación* in situ *de la biodiversidad y agrodiversidad en los territorios indígenas*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia / Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.

Boege, Eckat, y Tzinnia Carranza (2009). *Agricultura sostenible campesino-indígena, soberanía alimentaria y equidad de género. Seis experiencias de organizaciones indígenas y campesinas en México*. México: Programa de Intercambio, Diálogo y Asesoría en Agricultura Sostenible en México (PIDAASSA).

Callon, Michel (1997). "¿Es la ciencia un bien público?". *Sociológica. Modernidad y nuevas tecnologías* 12 (35): 175-206.

Carbajal, Braulio (2021). "Se disparó 63% la importación de maíz". *La Jornada*, 26 de abril, pp. 9-10.

Carrillo González, Graciela, y Yolanda Massieu Trigo (2021). "La ecoinnovación en la sociedad rural: un reto de investigación". *La Jornada del Campo*, 16 de enero, pp. 14-15.

Castañeda, Yolanda, y Yolanda Massieu Trigo (2017). "Las semillas de maíz: artefacto, bien común y ser vivo". *Revista Sociedades Rurales. Producción y Medio Ambiente* 16 (32): 17-48.

Castañeda, Yolanda; Yolanda Massieu; Carlos Rodríguez, e Irene Talavera (2020). "Maíces nativos en Tlaxcala: ecoinnovación e iniciativas locales". En *Una mirada a la ecoinnovación en organizaciones locales en México. Nuevos marcos explicativos*, coordinado por Graciela Carrillo y Ruth Ríos, 143-168. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

Chayanov, Alexandr V. (1981). "Sobre la teoría de los sistemas económicos no capitalistas". *Chayanov y la teoría de la economía campesina*. México: Cuadernos de Pasado y Presente.

Cinco días (2022). "Bayer busca un relevo para su CEO tras la decepción por la compra de Monsanto", 13 de septiembre, p. 11.

Comisión Económica para América Latina (CEPAL) (s. f.). *Acerca de innovación, ciencia y tecnología*. Santiago de Chile: CEPAL.

Corteva Agriscience (s. f.). "Nuestra historia". Disponible en <https://www.corteva.mx/quienes-somos/corteva-mexico.html> (consulta: 15 de mayo de 2024).

Cortez, Marcos (2020). *La milpa agroecológica: una alternativa campesina para construir soberanía alimentaria en Coyuca de Benítez, Guerrero*. Tesis de Maestría en Desarrollo Rural. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

Diario Oficial de la Federación (DOF) (2020). "Decreto por el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo. Por alternativas sostenibles

y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural y el ambiente". Disponible en <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020> (consulta: 5 de junio de 2024).

Durán, Leonardo (2018). *La innovación agrícola en manos de los campesinos. Reflexiones desde el movimiento cooperativo Tosepan*. Tesis de Maestría en Desarrollo Rural. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

Edelman, Marc (2016). *Estudios agrarios críticos: tierras, semillas, soberanía alimentaria y derechos de las y los campesinos*. Ecuador: Instituto de Altos Estudios Nacionales (IAEN).

Enciso, Angélica; Laura Poy, y Matilde Pérez (2007). "Controlan 10 empresas 95% del mercado mundial de semillas". *La Jornada*, 6 de febrero, p. 21.

ETC Group (1997). "World's Top Seed Corporations. Ranked According to 1996 Seed Sales". Disponible en <http://www.etcgroup.org/content/worlds-top-10-seed-corporations> (consulta: 14 de febrero de 2024).

ETC Group (2015). "Monsanto/Syngenta. Caracteres siniestros. De la crisis climática al control corporativo de la agricultura". Disponible en <http://www.etcgroup.org/es/content/monsantosyngenta-caracteres-siniestros> (consulta: 15 de febrero de 2024).

Fals Borda, Orlando (1999). "Orígenes universales y retos actuales de la IAP". *Análisis político* (38): 73-89.

Feenberg, Andrew (2005). "Critical Theory of Technology: An Overview". *Tailoring biotechnologies* 1 (1): 47-64.

Forbes (2018). "Bayer compra Monsanto en la operación más costosa de la historia alemana", 4 de junio.

Friedman, Harriet, y Philip McMichael (1989). "Agriculture and the State System". *Sociologia Ruralis* 2 (24): 93-117.

Gárgano, Cecilia (2013). "Ciencia y Dictadura: producción pública y apropiación privada de conocimiento científico-tecnológico. Dinámicas de cooptación y transferencia en el ámbito del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) durante la última dictadura cívico militar argentina (1976-1983)". *Crítica y Emancipación. Revista latinoamericana de Ciencias Sociales* (10): 135-174.

GRAIN (2022). "¿Quién gana con la UPOV?". Disponible en <https://www.biodiversidadla.org/Recomendamos/Quien-gana-con-la-UPOV> (consulta: 9 de noviembre de 2023).

Granstrand, Ove, y Marcus Holgersson (2020). "Innovation Ecosystems: A conceptual Review and a New Definition". *Technovation* 90-91.

Grupo Consultor de Mercados Agrícolas (GCMA) (2020). *Estimaciones GCMA. Abril*. Disponible en <https://gcma.com.mx/descargas/estimaciones-trimestrales-gcma-abril-2020/> (consulta: 18 de septiembre de 2023).

Hernández X., Efraím, y Alberto Ramos (1985). "Reflexiones sobre el concepto de agroecosistemas". *Revista de Geografía Agrícola, Xolocotzia* I:189-194.

Hewitt de Alcántara, Cynthia (1980). *La modernización de la agricultura mexicana. 1940-1970*. México: Siglo XXI Editores

Houtart, Francois (2013). *El bien común de la humanidad*. Quito: Instituto de Altos Estudios Nacionales (IAEN).

Infobae (2023). "México no podrá sustituir para 2024 las importaciones de maíz, reconoció Agricultura", 27 de enero.

Llanos, Luis, y Eugenio Santacruz (2018). "La soberanía alimentaria y el riesgo ambiental en la construcción social del territorio rural en San Juan Ixtenco, Tlaxcala". *Textual. Análisis del medio rural latinoamericano* (72): 67-100.

Lujan, Milthon (2021). *Ecosistemas de innovación. Definición, tipos, ejemplos. Innovar o morir*. Disponible en <http://innovaromorir.com/ecosistemas-de-innovacion-definicion-tipos-ejemplos/> (consulta: 9 de noviembre de 2023).

Martínez Torres, María Elena, y Peter Rosset (2014). "Rural Social Movements and Diálogo de Saberes: Territories, Food Sovereignty, and Agroecology". Ponencia presentada en la

Conferencia Food Sovereignty: A Critical Dialogue. The Journal of Peasant Studies. New Haven, EU, 14 y 15 de septiembre.
Massieu, Yolanda (2016). "Sustentabilidad, soberanía alimentaria y políticas públicas en México: ¿misión imposible?". En *Reflexiones sobre seguridad alimentaria. Búsqueda y alternativas para el desarrollo de México*, coordinado por Felipe Torres, María del Carmen del Valle, Jessica Tolentino y Erika Martínez. Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
Massieu, Yolanda (2019). "Acumulación por despojo y agricultura transgénica en México. Sustentabilidad y fuerzas sociopolíticas". En *Colección Marejadas Rurales y Luchas por la Vida. Volumen 2: Conflictos socioterritoriales y recursos naturales*, coordinado por Rosalía López Paniagua, Dante Ariel Ayala, Armando Contreras, 175-194. Ciudad de México: Asociación Mexicana de Estudios Rurales / Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Massieu, Yolanda (2021). "Coronavirus, crisis civilizatoria y socioambiental: al borde del precipicio". *Revista Interdisciplinaria del INAH, Covid-19 y prospección de los saberes científicos* 9: 10-30.
Massieu, Yolanda (2022). "Alimentos: entre pandemia, guerra y corrupción". *Animal Político, El Plumaje*, 5 de agosto.
Massieu, Yolanda, y Arturo Guerrero (2021). "Maíces nativos y biopiratería en la Sierra Mixe de Oaxaca". En *Tomo I: Despojos y resistencias en tiempos de extractivismo*, coordinado por Elsa Guzmán, Karla Zamora, Ignacio López Moreno y Antonio Castellanos, 139-161. Ciudad de México: Asociación Mexicana de Estudios Rurales.
Mooney, P. (1983). *Seeds of the Earth. A Private or a public resource?* California: Food First Books.
Noriero, Lucio, y Yolanda Massieu (2018). "Campesinos maiceros en Tlaxcala: viabilidad, caracterización y respuestas ante el maíz transgénico". *Sociedad y Ambiente* 16 (6): 179-206.
Núñez, Víctor Manuel; Luz Estella Barrero; Félix Eugenio Enciso; John Jacobo Cañas, y Juan Felipe Martínez (2020). *Aplicación de la edición génica para la agricultura en América Latina y el Caribe*. Disponible en <https://strapi-fontagro.nyc3.cdn.digitaloceanspaces.com/legacy/uploads/productos/16338_-_EdicionGenetica_-_Estado_del_Arte.pdf> (consulta: 29 de julio de 2026).
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2018). *Oslo Manual 2018. Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation*. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. París/Eurostat, Luxembourg: OECD Publishing. Disponible en <https://www.oecd.org/en/publications/oslo-manual-2018_9789264304604-en.html> (consulta: 9 de noviembre de 2023).
Perelmuter, Tamara (2020). "El rol del Estado en el cercamiento de las semillas en Argentina". *Estudios Socioterritoriales* (28): 60.
Pistorius, Robin, y Jeroen van Wijk (1999). *The Exploitation of Plant Genetic Resources*. Nueva York: CABI Publishing, Biotechnology and Agriculture.
Rajagopalan, Sridhar (2014). "La relación entre la tecnología y la innovación". *El Mundo*, 24 de julio.
Rama, Ruth, y Fernando Rello (1979). "La agroindustria mexicana: su articulación al mercado mundial". *Investigación Económica* 147 (XXVIII): 99-125.
Ruivenkamp, Guido (2005). "Taylor-Made Biotechnologies: Between Bio-Power and Sub-Politics". En *Tailoring Biotechnologies. Potentialities, Actualities and Spaces*, editado por Guido Ruivenkamp y Joost Jongerden, 11-32. Wageningen, Países Bajos: Center for Tailormade Biotechnologies and Genomics.
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader) (2021). *Diez razones para apostar por el cambio a favor del cambio mexicano: comparativo Producción para el Bienestar versus Procampo / Proagro*. Ciudad de México: Subsecretaría de Autosuficiencia Alimentaria. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/663825/Comparativo_bienestar_completo.pdf> (consulta: 9 de noviembre de 2023).

San Vicente, Adelita, y Areli Carreón (2011). *La disputa por el maíz: comunalidad versus mercantilismo en el debate sobre el maíz transgénico en México*. Tesis de Maestría en Desarrollo Rural. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

Sangermán-Jarquín, Dora María; Micaela De la O-Olán; Alfredo Gámez-Vázquez; Agustín Navarro-Bravo; Miguel Ávila-Perches, y Rita Schwentesius-Rindermann (2018). "Etnografía y prevalencia de maíces nativos en San Juan Ixtenco, Tlaxcala, con énfasis en maíz ajo (Zea mays var. tunicata A. St. Hil.)". *Revista Fitotecnia Mexicana* 41(4): 451-459.

Shanin, Teodor (1979). "Definiendo al campesinado. Conceptualizaciones y desconceptualizaciones". *Agricultura y sociedad* (11).

Schultz, Theodore William (1964). *La transformación de la agricultura tradicional*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.

The Economist (2015). "Agricultural suppliers. Controversial Hybrids. Syngenta has sent Monsanto packing. But other deals may follow", 29 de agosto.

Thomas, Hernán; Lucas Becerra, y Agustín Bidinost (2019). "¿Cómo funcionan las tecnologías? Alianzas sociotécnicas y procesos de construcción de funcionamiento en el análisis histórico". *Pasado abierto. Revista del CEHIS* (10): 127-158.

Toledo, Víctor M., y Narciso Barrera-Bassols (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona: Icaria Editorial.

Torshizi, Mohamad, y Jennifer Clapp (2021). "Price Effects of Common Ownership in the Seed Sector". *Antitrust Bulletin* 66 (1): 39-67.

Van der Ploeg, Jan Douwe (2020). "From Biomedical to Politico-Economic Crisis: The Food System in Times of Covid-19". *The Journal of Peasant Studies* 47 (5): 944-972.

Vicente, Carlos (2015). "Semillas: patrimonio de los pueblos al servicio de la humanidad". En *Biopiratería. La biodiversidad y los conocimientos ancestrales en la mira del capital*, compilado por Alberto Acosta y Esperanza Martínez, 1-366. Quito: Editorial Abya Yala.

Villalobos, Guillermo (2021). "Los dueños del circo. Principales empresas que se benefician del modelo agrícola dependiente de agroquímicos". *Fundación Solón*, 8 de diciembre.

La agricultura 4.0 desde la perspectiva de la soberanía alimentaria
Innovaciones, desafíos y oportunidades

Juan Luis Hernández Pérez

Introducción

La profundización de la revolución tecnológica digital en la agricultura, conocida como "agricultura 4.0", en desarrollo desde hace un tiempo, es un elemento significativo en la globalización, por lo que su estudio se ha convertido en asunto indispensable para comprender dicho fenómeno. Ubicada en el contexto de la globalización, la digitalización es parte fundamental del desarrollo del capitalismo y de los flujos de acumulación de capital a escala global, esto le dota de un gran peso como factor de la producción y como elemento estratégico para la competitividad.

La digitalización se ha extendido no sólo en la industria, sino también en los sistemas agroalimentarios en el mundo. En particular, las tecnologías digitales se han convertido en elementos esenciales para el funcionamiento de la economía y la sociedad agrícola, pues incide en diversas áreas de la vida cotidiana, la producción, el trabajo y el comercio, entre otros.

De hecho, se estima que, para alimentar a más de diez mil millones de personas en 2050, la actividad agrícola necesita aumentar su capacidad de producción un 70% (FAO, 2009).[1] Sin embargo, más allá de narrativas y expectativas, todavía no se sabe

1 Esto implica un aumento importante en la producción de varios productos básicos fundamentales. La producción anual de cereales, por ejemplo, tendría que incrementarse en casi mil millones de toneladas; la producción de carne, en más de 200 millones de toneladas, hasta alcanzar un total de 470 millones de toneladas en 2050 —el 72% de ellas en los países en desarrollo, frente al 58% en la actualidad— (FAO, 2009).

mucho sobre las oportunidades y desafíos de las actividades digitales en la agricultura y sociedades rurales.

El proceso de globalización ha significado para la agricultura la progresiva reorganización e integración de los sistemas productivos en sentido amplio, esto es, de la producción, distribución, comercialización y consumo de los productos agropecuarios para la conformación de un sistema agroalimentario mundial. De ahí que los procesos de producción, distribución y consumo se integren por encima de las fronteras nacionales, lo que ha significado la interconexión global de las cadenas productivas del sector agrícola mediante la intensificación de la especialización en la producción y la integración comercial, tanto de empresas como de regiones o naciones, en cadenas agroalimentarias mundiales dirigidas por el creciente poder de las empresas transnacionales (Martínez *et al*., 2003).

La dinámica anterior descansa en un proceso de intensificación del desarrollo tecnológico, el cual supone importantes innovaciones digitales —entre otras— en los sistemas agroalimentarios del mundo. Sin embargo, aunque tal intensificación tecnológica ha permitido la modernización y reactivación de la actividad agrícola, esto no significa que se logre un crecimiento y desarrollo económico y social, integral y sostenible, con beneficios para todos los países, en especial los países en vías de desarrollo (o países periféricos).[2]

Como se menciona en el documento *La ineficiencia de la desigualdad*, "el universo tecnológico presenta fuertes grados de incertidumbre, tanto en su propia dinámica como en sus efectos sobre las actividades analógicas" (CEPAL, 2018a: 47). En este sentido, el futuro de los sistemas agroalimentarios dependerá, en gran medida, de cómo las partes interesadas en la agricultura podrán aprovechar la transformación digital para mejorar la inclusión, la eficiencia y los impactos ambientales (FAO y CEPAL, 2020).

De esta forma, el objetivo de este trabajo es brindar elementos informativos y de reflexión sobre la complejidad de la agricultura 4.0 en el contexto de la globalización,

2 Los términos empleados para referirse a las diferentes categorías de países reflejan las divergencias teóricas y políticas en materia de análisis y de estrategia. La distinción entre "países desarrollados" y "países en desarrollo", en general, es utilizada por instituciones financieras internacionales, como el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional y otros; sin embargo, además de ser peyorativa, oculta que estas instituciones imponen políticas imperialistas y neocoloniales bajo control de las grandes potencias. Por ende, es conveniente completar nuestra comprensión de las relaciones internacionales con el concepto de centro(s) y periferia(s) económico/a(s), tanto a escala continental como regional. El modelo "centro-periferia" permite informar mejor del sistema de opresión de un centro constituido por economías dominantes que imponen sus condiciones a las economías de la periferia, las cuales soportan este sistema, basado en relaciones de desigualdad y de mecanismos de dependencia, al servicio de la economía del capital.

La expresión "países de la periferia" se relaciona con los enfoques estructuralista y marxista, que ponen en evidencia los fenómenos de dominación dentro del capitalismo mundial, hegemonizados por los países más industrializados que aplican políticas imperialistas.

así como aportar al necesario análisis y debate para encontrar una vía para la producción sostenible de suficientes alimentos sanos, además de mejorar la rentabilidad de los productores. Para ello, retomamos tanto la perspectiva de la "innovación inclusiva" en el contexto de los sistemas agrícolas como el enfoque de los estudios agrarios críticos, que tienen mucho que aportar al escrutinio académico de los impactos de la agricultura digital, de forma empírica, conceptual y política.[3]

Muchas preguntas surgen con esta nueva ola de digitalización del campo. Por lo tanto, este trabajo busca responder ¿cuáles son las características principales de la agricultura 4.0? ¿Quién la comanda a escala mundial en el contexto de la globalización? ¿Cuáles son los potenciales beneficios y desafíos de esta modalidad de la agricultura en los países en desarrollo?

El trabajo está estructurado en tres apartados, además de las conclusiones. El primer apartado aborda conceptualmente el fenómeno de la agricultura 4.0. En segundo lugar, se examina el papel preponderante que juegan las corporaciones que lideran la digitalización agrícola, así como las innovaciones o plataformas digitales que se impulsan en el sector agroalimentario en el contexto de la globalización. Por último, el tercer apartado discute las oportunidades y desafíos que la agricultura digital presupone para los países, en particular los periféricos o en vías de desarrollo. Finalmente, se ofrecen las conclusiones y algunas propuestas para impulsar una agricultura digital inclusiva en términos tecno-económicos y sociales que ayuden a fortalecer la seguridad y soberanía alimentarias.

Las características de la agricultura 4.0[4]

El proceso de digitalización en el sistema agroalimentario mundial ha ocurrido de manera acelerada en las últimas décadas; sobre todo, con la llegada de Internet y de las tecnologías móviles se produjeron grandes cambios. De hecho, el concepto de agricultura digital fue propuesto formalmente por la Academia Nacional de Ciencias y la Academia Nacional de Ingeniería de Estados Unidos, en 1997 (National Research Council, 1997). No obstante, con el inicio del siglo XXI las herramientas digitales se generalizaron en los múltiples ámbitos que involucran a la actividad agrícola y el

3 El surgimiento de los estudios agrarios críticos como campo de estudio es una respuesta al desenmarañamiento de los diversos enfoques que han constituido los estudios campesinos. Este enfoque abreva del marxismo agrario como uno de sus fundamentos teóricos; a menudo combina análisis a nivel micro y macro para vincular dinámicas individuales y locales con la economía política global, y así integrar su análisis y hallazgos en el contexto de procesos globales, como las crisis ecológica, climática y energética, la financiarización, el covid-19 o las transformaciones geopolíticas (Akram-Lodhi *et al*., 2021).

4 Este trabajo retoma, en parte, algunos apartados de otros textos similares realizados por el autor.

abasto de alimentos, como la producción, la comercialización, la financiación, la distribución y el consumo de alimentos.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) define la transformación digital como el conjunto de los efectos económicos y sociales de la digitalización, entendida como dos fenómenos complementarios. Primero, como la conversión de datos y procesos analógicos en un formato legible por máquinas; segundo, como el uso de tecnologías y datos digitales y su interconexión, que da como resultado nuevas actividades o cambios en las ya existentes (OCDE, 2018).

La digitalización forma parte de la denominada "cuarta revolución industrial" (o también llamada "industria 4.0"), la cual ha provocado una rápida transformación de la economía y la producción mundial debido a las innovaciones digitales vanguardistas que consisten en transformar procesos analógicos y objetos físicos en digitales, con el propósito de generar eficiencia en los procesos de producción, de negocio y de trabajo, entre otros.

La cuarta revolución industrial se refiere a la próxima era revolucionaria en la que convergerán las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Cabe mencionar que, en la época moderna, se habrían dado ya tres procesos históricos transformadores. La Primera Revolución Industrial, entre 1760 y 1830, se caracteriza por el auge de la producción manual mecanizada y el surgimiento de novedades como la máquina de vapor. La segunda transformación habría tenido lugar ya entrado el siglo XIX, con la aparición generalizada de la electricidad y las manufacturas en masa. Luego, la Tercera Revolución Industrial se distingue por la aparición de la electrónica, la tecnología de la información y las telecomunicaciónes (Flores, 2018). La cuarta revolución implica innovaciones tecnológicas en diversas áreas: inteligencia artificial, robótica, internet de las cosas, vehículos no tripulados y robótica, impresión tridimensional, teledetección (imágenes satelitales y drones), realidad inmersiva y nanotecnología. Además, esta revolución incluye una variedad de nuevas tecnologías que utilizan datos masivos (*big data platforms*) para incorporar los mundos físico, biológico y digital, de tal manera que afecta a todos los sectores de la vida. Este concepto fue utilizado por primera vez por Klaus Schwab, fundador del Foro Económico Mundial (Sung, 2018; Schwab, 2016).

Simultáneamente, los sistemas agroalimentarios en el mundo están incorporando gradualmente este nuevo paradigma digital, lo que ha dado paso a un esquema similar denominado agricultura 4.0 (ver anexo), el cual consiste en un conjunto de tecnologías centradas en la digitalización de los procesos agrícolas mediante maquinaria sofisticada, equipos, *softwares* y sistemas que puedan tener un impacto significativo en cultivos, ganadería, silvicultura, pesca y acuicultura (Santos Valle y Kienzle, 2020).

Este paradigma contempla la interacción (o subordinación) entre el agricultor y la máquina; ésta como un elemento central del funcionamiento de la granja, y el agricultor como el responsable de tomar decisiones y operar equipos interconectados que

funcionan de manera autónoma en función del proceso de digitalización. De hecho, una de las diferencias fundamentales entre la agricultura tradicional y la digital, además del nivel de mecanización, son los datos cibernéticos recabados directamente de los cultivos (Sáiz-Rubio y Rovira-Más, 2020).

Estas innovaciones digitales se basan en los principios de la agricultura de precisión, el internet de las cosas y los macrodatos basados en las nubes para lograr una mayor eficiencia en la producción. Además, la agricultura digital implica el uso de robots y algunas formas de inteligencia artificial. Lo anterior se acompaña también de la implementación de un sistema o *software* de administración o gestión de la información agrícola para la organización de las tareas.

De igual forma, el esquema de la agricultura 4.0 está estrechamente relacionado con el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y depende, en gran medida, de la disponibilidad de una infraestructura o ecosistema digital adecuado (por ejemplo, acceso y uso de computador, Internet y telefonía celular) para adquirir, procesar y compartir datos.

Este modelo agrícola se encuentra relacionado también con la denominada segunda revolución verde,[5] proyecto que busca crear y cultivar "nuevas plantas" a partir de técnicas *in vitro* de cruzamiento, hibridación y polinización cruzada para lograr una gran diversidad biológica a partir de mecanismos moleculares y celulares. Hasta ahora, el producto más relevante de dicha revolución son los organismos genéticamente modificados (OGM), desarrollados a partir de la manipulación y cruce interespecífico de la información genética de algunas especies de interés (Alba *et al*., 2013).

En general, la agricultura digital se nutre de diferentes desarrollos y etapas, que van desde la ingeniería genética moderna hasta el uso de sensores, cámaras, dispositivos portátiles inteligentes para expresar visualmente los objetos agrícolas, el medio ambiente y todo el proceso, además del periodo de gestión integrada del internet de las cosas agrícola; la implementación de la agricultura de precisión y la profunda integración de tecnologías de la información modernas, como la inteligencia artificial y los macrodatos con la producción agrícola (Guo *et al*., 2021).

5 La primera "revolución verde", desarrollada entre 1940 y 1970, se caracterizó por el desarrollo de variedades de cereales de alto rendimiento y la distribución de semillas híbridas, fertilizantes sintéticos y pesticidas a los agricultores. Este proceso estuvo acompañado de la construcción generalizada de infraestructura de riego y la adopción de técnicas modernas de producción. La segunda revolución verde utiliza herramientas y técnicas muy diferentes a las de la primera debido a que implica el desarrollo de variedades transgénicas por medio de herramientas como la ingeniería genética y la biología molecular, aplicadas a la molécula de ADN (Sarni *et. al*, 2016). El concepto de la segunda revolución verde se expresa en la agricultura en dos direcciones principales: creación de plantas insecticidas mediante la introducción de genes tóxicos en la semilla, especialmente *Bacillus thuringiensis* —que son Bt transgénicos en algodón y maíz—, y la creación de semillas resistentes a herbicidas, encabezada por el Roundup Ready, en relación con el glifosato, como el caso de la soja transgénica (Alba *et. al*., 2013).

Ahora bien, dicha nueva ola tecnológica está en cuestionamiento por grandes franjas de la sociedad, redes campesinas, académicos, estudiantes, organizaciones y gobiernos, pues se dice que promoverá una "agricultura sin agricultores", apoyada en el control monopólico de semillas, agrotóxicos, químicos, nuevas tecnologías y mapas genómicos. Lo anterior pone en riesgo la soberanía alimentaria[6] —es decir, el derecho de los pueblos a definir y controlar sus sistemas agroalimentarios— y la valoración de diversas formas de conocimiento. Como resultado, se fortalecen las relaciones desiguales de poder existentes y se margina más a quienes ya lo están.

Desde la perspectiva de los estudios agrarios críticos (Dietz y Drechsel, 2021), la digitalización de la agricultura representa la estrategia de grandes empresas, Estados y centros de producción de conocimiento para relanzar una productividad agrícola orientada a consolidar un régimen de acumulación en crisis, así como ampliar los espacios de valorización de capital (datos y financiarización).

Además, varios autores relacionados con este enfoque crítico (Akram-Lodhi *et al*., 2021) señalan que la digitalización aumenta el desempleo rural y, en consecuencia, provoca una continua pauperización de los llamados "trabajadores pobres" o "clases trabajadoras"; es decir, aquellos trabajadores —hombres y mujeres— poco cualificados con empleos inseguros, estacionales y a menudo informales, como los jornaleros. Por el contrario, la automatización ofrece pocos empleos, aunque la mayoría son bien remunerados y requieren alta cualificación. Por cierto, se sostiene que esta transformación afectará más a los habitantes rurales del Sur global, ya que el trabajo agrícola en el Norte global ya se ha reducido desde mediados del siglo XX a través de la mecanización.

Ante la necesidad de que estos procesos de innovación sean más incluyentes, destaca el enfoque teórico-metodológico de la "innovación inclusiva" en el contexto de los sistemas agrícolas (Amaro-Rosales y Gortari-Rabiela, 2016). Según Schillo y Robinson (2017), la innovación debe ser inclusiva en términos de personas, actividades, resultados y gobernanza. Estos autores consideran cuatro interrogantes para determinar si un proceso de innovación es inclusivo: 1) quién participa; 2) qué tipos de actividades implica (por ejemplo, actividades explícitamente participativas de los diversos grupos de las partes interesadas); 3) los resultados o consecuencias del proceso de innovación y quién se beneficia de ellos; y, por último, 4) cómo y quién gobierna el propio sistema de innovación.

6 La soberanía alimentaria es distinta de la seguridad alimentaria y el derecho a la alimentación, la justicia y la democracia alimentarias. De hecho, la soberanía alimentaria constituye ahora una poderosa visión anticapitalista (desde la economía política marxista, economía solidaria, pensamiento decrecentista, economía anarquista, economía feminista y otras alternativas) para la transformación del sistema alimentario (Claeys, Desmarais y Singh, 2021).

Los procesos de innovación inclusivos dependen de la participación significativa de los actores que experimentan los desafíos que dicho proceso pretende abordar. En ese sentido, deben producir resultados que beneficien especialmente a quienes están en desventaja por las estructuras desiguales existentes en sus respectivos contextos. Los resultados son la producción y adopción de innovaciones productivas inclusivas, institucionales, organizacionales y técnicas dentro de los sistemas agrícolas (Hoffecker, 2021: 5).

Ante esta situación, diversos actores sociales, organizaciones y académicos han señalado, desde un enfoque alternativo, que la agricultura 4.0 puede jugar un papel muy relevante en el objetivo de promover un mayor desarrollo interno de carácter autocentrado y con justicia, siempre y cuando la competitividad y el mercado se planteen en relación con la seguridad y soberanía alimentarias. Ello, a partir de nuevas regulaciones democráticas, el impulso de las capacidades nacionales y el diálogo de saberes (conocimiento científico occidental moderno, capacidades y saberes locales de los pueblos y pequeños agricultores de forma complementaria).

No obstante, los principales beneficiarios de las tecnologías digitales y del "rentismo de datos agrícolas" (Rotz *et al*. 2019: 117) son, sobre todo, las empresas y corporaciones financieramente sólidas. Ante ello, urge cuestionar y detallar qué actores impulsan el proceso de digitalización del agro en el contexto de la globalización, como se aborda a continuación.

¿Quiénes encabezan la agricultura 4.0 en la globalización?

En los últimos años, si bien existen importantes presiones por parte del consumidor y del productor para la adopción de la digitalización en la agricultura, las principales acciones para la adopción de la agricultura 4.0 provienen de las exigencias de mercado y la competitividad de las empresas transnacionales del agronegocio, mediante el impulso de mayores operaciones digitales y electrónicas, así como diversas gestiones de fomento digital realizadas tanto por instituciones gubernamentales de los países como por entidades privadas y organizaciones no gubernamentales (ONG).

Al respecto, es importante señalar que la integración global de las actividades productivas, el comercio y el abasto agroalimentario abrió la puerta a un régimen privado de gestión de las cadenas globales de mercancías agrícolas, encabezado por las corporaciones transnacionales, con ayuda de instituciones multilaterales y el gran capital. De esa forma, en la medida en que las corporaciones privadas crearon, organizaron e impusieron cadenas de suministro agroalimentarias a nivel mundial para

el "abastecimiento global de alimentos", surge un tercer régimen agroalimentario corporativo,[7] según McMichael (2015), el cual opera desde 1980 hasta la actualidad.

El carácter corporativo de este régimen se manifiesta en el hecho de que diversos sectores de la cadena alimentaria industrial están controlados únicamente por entre cuatro y seis empresas dominantes en el mundo. Por ejemplo, las cuatro empresas más grandes controlan 62% del mercado mundial de agroquímicos; Syngenta Group, compañía de origen chino, controla una cuarta parte del mercado mundial de plaguicidas. En cuanto a la maquinaria agrícola, cuatro compañías controlan el 44% del mercado global; John Deere & Company es la mayor del mundo y controla el 82% de ese mercado. En lo que respecta a las semillas comerciales, las dos principales compañías controlan el 40% del mercado; tan sólo Bayer domina el 23% (Grupo ETC, 2022a).

La consolidación del dominio de las empresas agroalimentarias transnacionales se produjo gracias a que las políticas de las organizaciones internacionales, como la Organización Mundial de Comercio (OMC) y el Fondo Monetario Internacional (FMI), junto con el Estado neoliberal y la denominada neorregulación, promovieron reglas de "libre comercio" *ad hoc* al mercado, lo cual implicó la aplicación desigual de ajustes estructurales y el impulso de reglas comerciales internacionales que favorecieron el papel de las empresas transnacionales como agentes económicos dominantes (Otero, 2014).

A su vez, el carácter corporativo y neoliberal del mercado ha modelado un régimen alimentario dominado políticamente por los principales países hegemónicos del Norte, frente a los del Sur global, en donde la introducción de mercancías subsidiadas hacia estos países limita las opciones del consumidor y desestabiliza significativamente la producción agrícola interna, lo que hace prácticamente imposible poder competir en esas condiciones. Por ello, el objetivo de este régimen es impedir que los países periféricos y emergentes logren un desarrollo agrícola autosustentado que les permita convertirse en competidores comerciales independientes (Patnaik y Patnaik,

7 El primer régimen corresponde al periodo del expansionismo colonial europeo, concentrado en el Reino Unido (1870-1930), basado en la importación desde las colonias hacia Europa de productos tropicales, granos básicos y ganado, con el propósito de consolidar al imperio británico como el "taller del mundo", a través de la explotación colonial, el control de la oferta de alimentos para el consumo de las clases altas europeas y el impulso de políticas mercantilistas de libre comercio para asegurar la acumulación y riqueza nacional. Este periodo representó el primer mercado mundial integrado, inmerso en la mercantilización del trabajo, del dinero y de los alimentos (McMichael, 2015). El segundo régimen, llamado "sistema fordista agroalimentario", estuvo centrado en Estados Unidos (1950-1970) y tuvo lugar en el periodo de posguerra. El proceso de agroindustrialización consolidó una nueva forma de acumulación intensiva-capitalista basada en la especialización de mercancías (*commodities*), en especial de granos básicos y alimentos procesados. En este régimen, el gobierno otorgó subsidios e impulsó una política de control sobre los precios de los alimentos, con lo cual logró intensificar su papel como el "granero del mundo", así como su hegemonía mundial en los mercados agroalimentarios. Para el estudio de los dos primeros regímenes alimentarios, consultar Friedmann y McMichael (1989).

2017). China es el caso más reciente[8] del único país que ha logrado "salir" de este orden (McMichael, 2020).

En este contexto, las grandes corporaciones agrícolas están reestructurando todo su negocio. Las principales tendencias novedosas en la agroindustria transnacional son las siguientes: a) frecuentes fusiones y adquisiciones en la industria biológica, con lo que aumentan la concentración de la industria; b) la industria de formuladores biológicos está en auge; c) la agricultura digital se acelera; d) la industria del tratamiento de semillas está en crecimiento con el objetivo de "reducir los pesticidas y aumentar la eficiencia"; e) la comercialización china de OGM se acelera cada vez más, lo que tiene una importancia histórica para el desarrollo agrícola chino; f) el aumento de innovaciones en la formulación y aplicación de agroquímicos; g) la concentración de la industria agroquímica china va en aumento y la influencia en el mercado internacional ha aumentado considerablemente; h) la industria agroquímica india enfrenta un rápido desarrollo con oportunidades estratégicas; y, i) la implementación de la regulación de bioestimulantes de la Unión Europa estableció un punto de referencia para el desarrollo de la industria (Agropages, 2023).

En cuanto al acelerado crecimiento de la agricultura digital, las compañías del agronegocio como Bayer (que compró Monsanto), John Deere & Company, Corteva, Syngenta y Nutrien, entre otras, se han enfocado en torno a las plataformas digitales de datos masivos, por medio de la inversión en alta tecnología y en tecnologías digitales para lograr un mayor crecimiento en su participación de mercado y reforzar su posición oligopólica en la industria (Agropages, 2023).

De esta forma, se dice que "los datos son el nuevo suelo"; una metáfora común para sugerir que el papel fundamental de la información digital también apunta a la realidad de que la "cosecha" de datos masivos está en proceso de convertirse en el requisito previo, el medio y el método para producir bienes básicos agrícolas. Por este motivo, las compañías de datos más grandes del mundo —por ejemplo, Apple, Alibaba, Amazon,[9] IBM, Google, Baidu, Microsoft, entre otras— ahora están estrechamente relacionadas con la producción industrial de alimentos (Grupo ETC, 2022a).

8 Hoy en día, los actores corporativos en el Sur global, especialmente China, Brasil e India, están reordenando la cadena alimentaria industrial, al tiempo que adoptan el mismo modelo extractivo que sus contrapartes del Norte. El ritmo y la escala del sistema agroalimentario hiperindustrializador de China no tiene precedentes. Las empresas chinas de la alimentación están atendiendo a sus colosales mercados nacionales y globales: el Grupo Syngenta, de propiedad estatal china, es ahora la empresa de insumos agroquímicos más grande del mundo (semillas, pesticidas, fertilizantes); y la recientemente consolidada COFCO de China es la segunda, después de Cargill, comercializadora más grande de productos agrícolas del mundo (Grupo ETC, 2022b).

9 En este caso, es Amazon Web Services (AWS) la plataforma más grande del mundo de servicios en la "nube", por delante de Microsoft, Google y Alibaba. Amazon, al igual que Microsoft, desarrolla su propia plataforma de agricultura digital y puede, potencialmente, utilizar los datos recolectados por Bayer y otras numerosas compañías que usan sus servicios en la "nube" (GRAIN, 2021).

Según proyecciones de algunas agencias internacionales, como Agropages (2023), durante el próximo lustro, el mercado de la agricultura digital crecerá anualmente más del 9%. A medida que la tecnología 5G continúe en desarrollo y sea cada vez más común, y a medida que la infraestructura rural siga en mejoramiento, la adopción de la agricultura digital promete experimentar un aumento notable.

La siguiente tabla (1) presenta las agroempresas más grandes con expansión de servicios de agricultura digital en el mundo.

Tabla 1. Innovaciones: plataformas de agricultura digital de las mayores agroempresas globales

Empresa	Plataforma	Componentes
Syngenta Group (ChemChina)	AgriEdge; Cropio (Europa del Este); Cropwise (Brasil); Modern Agricultural Platform (MAP), SinoChem Agriculture (desarrollada por China, tiene componentes en línea y fuera de línea).	Programas de gestión de granjas; imágenes de satélite; programas para recopilación y análisis de datos; gestión de operaciones, análisis de datos; teledetección por satélite; plataforma de análisis de drones.
Bayer	Climate Field View (activo de Monsanto) en Norte América, Sudamérica, Europa (incluidas Alemania, Francia, España, Italia y Ucrania); Climate Farm Rise (aplicación digital en la India).	Monitores para recopilación e intercambio de datos; mapeo de suelo, nubosidad, población de semillas-rendimiento; colocación de semillas; tiempo de entrada y recomendaciones de velocidad.
BASF-Bosch	BASF Digital Farming; BASF Xarvio Digital Farming Solutions (con presencia en más de cien países).	Aplicación móvil, información de campo en tiempo real, recomendaciones; aplicación para identificar malezas/enfermedades; utiliza datos agrícolas para estimar la ventaja monetaria del uso de productos BASF.
Corteva Agriscience y Pionner	Granular (con presencia en más de 140 países. La empresa presta servicios en América del Norte, América Latina, Europa, África, Asia-Pacífico y Medio Oriente).	Prescripciones de semillas; exploración dirigida; manejo de fertilizantes; monitoreo de nitrógeno; aplicación de semillas Pioneer; apoyo agronómico, servicios de asesoramiento sobre el carbono y acceso a los mercados de carbono.
UPL	<nurture.farm> (India, proyectos piloto en EU, Sudáfrica, Brasil y Australia).	Intercambio de información con clientes de UPL sobre enfermedades de la soja; destacan dos fungicidas.
FMC	Arc farm intelligence (Australia, México, Brasil, Pakistán, Francia, Romania, Alemania, Rusia, Grecia, España, Hungría, Turquía, India, Ucrania, Italia, Estados Unidos).	Alertas de acción de aplicaciones móviles; conexión con agrónomos de la FMC; utiliza una API (interfaz de aplicación) abierta que permite que Arc funcione con las herramientas de agricultura digital de otras empresas; Tablero de presión de plagas (modelo predictivo y análisis).
John Deere Company	Smart Apply Spray Intelligent Control System, Inc., Blue River (Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Chile, Perú y Sudáfrica). Vehicle Tech & Advanced Mobility: Autonomous tractor. John Deere llega a todo el mundo con fábricas, oficinas y otras instalaciones en más de 30 países.	Kit de herramientas que puede mejorar la precisión y el rendimiento de prácticamente cualquier pulverizador de aire utilizado en aplicaciones de pulverización de huertos, viñedos y viveros de árboles. Robot tecnológicamente avanzado para la industria agrícola que aprovecha la guía GPS, cámaras estéreo, sensores y tecnología de inteligencia artificial para realizar tareas esenciales en la granja sin un operador en la cabina.

Fuente: elaboración propia con base en Agropages (2023), Grupo ETC (2022b) y Jiang (2021).

Por ejemplo, la plataforma digital Climate Field View, de Bayer, es capaz de integrar los datos sobre siembra, pulverización, cosecha, monitoreo, imágenes satelitales y suelo, a través de una experiencia visual que busca facilitar la gestión del campo con beneficios en ahorro de recursos y costos, además de aportar mejoras en el rendimiento de los cultivos y el cuidado del medio ambiente. Esta herramienta de recolección de datos, lanzada en 2015, opera en la actualidad poco más de 80 millones de hectáreas en el mundo —principalmente en países como Estados Unidos, Canadá, Brasil, Argentina, Sudáfrica— y en más de diez países europeos —como Alemania, Francia, España, Italia y Ucrania—. Además, a finales de 2021, la plataforma se adoptó en más de 20 países, con un 20% más de tierra monitoreada en 2021 respecto de 2020, específicamente, pasó de 60 a 72 millones de hectáreas.

Otro ejemplo es Syngenta Group, compañía china que en los últimos años gestiona digitalmente 446 millones de hectáreas de tierras agrícolas en el mundo. De hecho, la emergencia sanitaria por covid-19 que afectó al mundo creó oportunidades para la promoción y aplicación de la tecnología digital y el uso de las ofertas digitales de Syngenta, como las fotografías satelitales para monitorear las condiciones del campo. Estas herramientas aumentaron un 400% en 2020 (Jiang, 2021).

John Deere, la compañía de maquinaria agrícola más grande del mundo, que paradójicamente emplea a más ingenieros informáticos que ingenieros mecánicos en la actualidad, se ha enfocado en la agricultura de precisión gracias a funciones digitales que guían sus máquinas para labores de labranza (como plantar semillas y aplicar productos químicos) de manera autónoma, las cuales utilizan tecnología de cámaras e inteligencia artificial para distinguir las malas hierbas de las plantas sanas, lo que ayuda a reducir los costos de los insumos y beneficia los rendimientos. Por cierto, se estima que con un menor uso de productos químicos los productores también promedian una reducción en el uso de agua.

Paradójicamente, en el caso de la empresa Corteva Agriscience (una importante empresa estadounidense de semillas y productos químicos agrícolas que surgió de la fusión de las empresas Dow y DuPont en 2018), recientemente anunció la cancelación de su principal *software* y plataforma denominada Granular Agronomy, lo cual ha generado una gran controversia en el mercado. No obstante, de acuerdo con información de la propia empresa,[10] este cambio se debe a la perspectiva de que el *softwa-*

10 El vicepresidente de solución agrícola de la empresa señaló: "lo digital es fundamental para todo lo que hacemos en Corteva. Y seguiremos invirtiendo mucho en lo digital. Pero, como industria, pasamos demasiado tiempo hablando de lo digital por el mero hecho de lo digital, y los agricultores plantan semillas, no *software*. Por lo tanto, nos estamos centrando en cómo utilizar las capacidades digitales para ayudar a generar el máximo valor a través de los productos de protección de semillas y cultivos que ofrecemos. En Corteva tenemos más híbridos de maíz que baten récords que cualquier otra empresa en la industria" (*The Scoop*, 2022).

re en sí mismo no es el verdadero impulsor o generador del valor, sino la asesoría al productor a partir de los datos.

En suma, las plataformas de agricultura digital de las principales empresas comparten un objetivo similar: dotar al proceso de siembra de cultivos de decisiones agrícolas inteligentes basadas en datos digitales, orientadas a aumentar los rendimientos. También se centran en maximizar la productividad mediante el seguimiento e identificación de enfermedades y plagas, además de ofrecer recomendaciones agrícolas específicas sobre análisis de rentabilidad, gestión financiera y otros servicios de gestión agrícola.[11]

No obstante, la consecuencia principal es que estas empresas acumulan datos a través de algoritmos patentados, de manera que se esfuerzan por hacer un uso comercial de ellos, ya que estas plataformas tienen como propósito generar ingresos a partir de suscripciones al *software* cobradas anualmente o por hectárea. Es decir, el objetivo principal de los agronegocios no es solamente acumular datos, sino manipularlos y monopolizarlos mercantilmente, lo cual robustece el carácter corporativo del actual régimen agroalimentario.

Mientras más datos pueda acumular una empresa para comprender el sistema alimentario, más podrá defenderse de los competidores y aumentar sus ganancias. De esta forma, la expansión de la digitalización en la agricultura transforma gradualmente todos los rubros que componen el sistema agroalimentario, desde la producción primaria y la agroindustria hasta la distribución y consumo de alimentos o materias primas. Como consecuencia de esta transformación radical en el agro a nivel mundial, se avizoran distintas oportunidades y retos en todos los eslabones del sector, como a continuación se expone.

11 En los últimos años, las multinacionales lograron resultados sobresalientes con dichas plataformas y herramientas tecnológicas en América Latina. Por ejemplo, la aplicación Climate FieldView de Bayer tuvo un radical crecimiento en Brasil (la principal región arable del mundo), donde el número de hectáreas monitoreadas pasó de 12.8 millones en 2020 a 22 millones en 2021, un aumento del 72%. La aplicación BASF-Xarvio, herramienta que cualquier productor puede descargar en su celular, ya opera en Argentina con alrededor de cuatro mil usuarios. Y la aplicación Smart Spraying Solution, de las compañías BASF-Bosch, ya ha iniciado su comercialización en Brasil y Argentina (Agropages, 2022). En el caso de la compañía John Deere, uno de los proveedores líderes en el mercado de tractores de América Latina, reportó ventas históricas de tractores en la región (75 mil unidades en 2022), de las cuales la mayoría se vendieron en Brasil, México, Argentina, Colombia y Perú (Arizton, 2023).

Oportunidades y desafíos de la agricultura 4.0

El progreso tecnológico, en específico el digital, está revolucionando la agricultura a nivel global. Hoy en día, las tecnologías digitales son instrumentos esenciales para producir y comercializar alimentos y materias primas de diversas cadenas agroalimentarias en el mundo. Como se ha señalado anteriormente, en el sector agrícola existe una gama de nuevas tecnologías que prometen impactar significativamente los modelos de producción, gracias a las nuevas tendencias en la recopilación, almacenamiento, gestión, transferencia y análisis de grandes volúmenes de datos.

Al respecto, distintas organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Banco Mundial (BM), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), entre otras, han señalado que el uso de tecnologías digitales en el campo traería consigo oportunidades y enormes beneficios, tales como mayor seguridad alimentaria, rentabilidad y sostenibilidad, incremento en la productividad agrícola, así como beneficios sociales y culturales mediante una mayor inclusión y comunicación (Banco Mundial, 2019; Sotomayor *et al*., 2021). Incluso, sostienen que dichas tecnologías generan también beneficios ambientales por medio de la optimización del uso de los recursos naturales y la adaptación al cambio climático.

A continuación, en la tabla 2 se señalan brevemente las principales oportunidades o beneficios potenciales para la adopción de la digitalización en la agricultura.

Tabla 2. Oportunidades potenciales de la agricultura digital

Producción	Los cambios en la producción agrícola ocurren principalmente en las instalaciones agrícolas con tecnología inteligente, que permiten, mediante el monitoreo de información climática o ambiental, un mayor y mejor control del crecimiento de las plantas, lo que resulta en rendimientos mayores o sostenidos. Se espera, además, que las tecnologías digitales aplicadas en el sector agrícola brinden oportunidades para llevar a cabo una mejor planeación y manejo de los cultivos al enfocarse en distintos aspectos, como las propiedades del suelo, el monitoreo del clima y la temperatura, así como el cálculo de agua o riego necesario, los niveles de humedad y un mejor control de plagas o enfermedades, variables determinantes para alcanzar mayores rendimientos y calidad en los productos. El tiempo ahorrado podría dedicarse a otras tareas o negocios agrícolas, como la cría de aves de corral, huertas u otras oportunidades de ingresos relacionadas con la cadena de valor. También, la digitalización de otras tareas (como el arado, la fumigación y la cosecha), a través de tractores y maquinaria moderna, así como de los quehaceres en logística, comercialización y distribución de productos (por ejemplo, transporte, almacenamiento, lavado, clasificación, envasado, etiquetado o procesamiento) permiten una mayor integración comercial en los distintos mercados nacionales e internacionales.

Tabla 2. Oportunidades potenciales de la agricultura digital (Continuación)

Distribución	El almacenamiento, la distribución y el transporte de alimentos constituyen otro campo en el que la digitalización genera innovaciones, ya que a través del *big data* agroalimentario se logra gestionar la oferta y la demanda de forma autónoma, analizar el cambio de preferencias de los clientes y reforzar la visibilidad de la cadena de suministro.
Consumo	En el caso del consumo se aprecian drásticos cambios, ya que las tecnologías recaban y proporcionan información comercial sobre la conducta del consumidor a través del historial cibernético, lo que permite vincular, en tiempo real, a los consumidores con los distribuidores, vendedores o productores.
Costos	La adopción de la agricultura digital en granjas comerciales ofrece importantes oportunidades de ahorro en costos. Muchos agricultores comerciales enfrentan problemas para encontrar suficiente mano de obra; por ejemplo, durante la temporada de cosecha, en especial en las plantaciones de frutas y hortalizas. Las nuevas tecnologías, como los robots agrícolas (agrobots), pueden eliminar esta brecha y reducir el costo de la mano de obra especializada.
Negocio	La agricultura digital puede ofrecer un modelo de negocio muy interesante para los jóvenes emprendedores de las zonas rurales. Por ejemplo, la robótica podría despertar el interés de la juventud rural en tecnologías agrícolas innovadoras con el surgimiento de nuevos tipos de trabajos a través de la mecanización rural y la automatización parcial. También, el comercio electrónico agrícola ha ido en aumento en el mundo, estimulado por el incremento en el uso de dispositivos móviles, acceso y mejoras en la conectividad a Internet y, en buena medida, por la innovación de procesos.
Ambientales	La agricultura digital puede ayudar a reducir el impacto ambiental de la agricultura, ya que permite una gestión más eficiente de los recursos. Algunos de los beneficios de la agricultura digital para el medio ambiente son: reducción del uso de insumos, ahorro de agua, mejora del rendimiento de los cultivos, reducción del uso de pesticidas y fertilizantes, ahorro de tiempo y energía (OpenAI, 2024). Las empresas de agricultura digital afirman que pueden reducir las emisiones de carbono perjudiciales para el clima y capturar el carbono en el suelo mediante el uso de sensores y prescripciones automatizadas de prácticas agrícolas respetuosas con el clima.

Fuente: elaboración propia.

De esta forma, diversos sectores académicos, empresariales, gubernamentales y organizaciones internacionales sostienen que el acceso a la tecnología digital ofrece ventajas considerables a los agricultores y proporciona al sector rural mayor flujo de información, lo cual permite que los usuarios puedan aprovechar el talento de la fuerza de trabajo, crear alianzas estratégicas entre productores agrícolas y tener acceso a servicios de apoyo, como capacitación, servicios financieros y jurídicos.

No obstante, la digitalización del sistema agroalimentario mundial entraña el riesgo de que los posibles beneficios se distribuyan de forma desigual entre países y productores, especialmente en los países en vías de desarrollo. Enseguida, en la tabla 3, se describen brevemente los principales desafíos para la adopción de la tecnología digital agrícola.

Tabla 3. Desafíos potenciales de la agricultura digital

Propiedad y gestión de datos digitales	Las tecnologías digitales implican la recopilación de datos que producen los sensores de los equipos agrícolas, pueden ser utilizados por las empresas para su modelo de negocio. De hecho, el análisis y el procesamiento de datos son cruciales para el correcto funcionamiento y operación de equipos como robots.* La digitalización expone a los agricultores al espionaje, conocido como "agricultura de la vigilancia". Por lo tanto, deben existir leyes y regulaciones claras en favor del agricultor/individuo con el fin de evitar el uso indebido por parte de terceros.
Capacidad	Con el avance de cualquier nueva tecnología, la tasa de adopción depende de factores clave, como conocimiento, habilidad y capacidad. Es posible que muchos agricultores no tengan la capacidad de operar robots o no entiendan cómo funcionan. Por lo tanto, el desarrollo de competencias es esencial para la adopción y uso correcto de equipos automatizados. El agricultor comercial de hoy debe tener no sólo un dominio total de las habilidades y conocimientos agrícolas existentes, sino también la capacidad de convertirse en una especie de administrador de tecnología de la información que opere desde una oficina o frente a una pantalla (computadora, teléfono móvil, tableta, etcétera), en lugar de operar y ajustar de manera manual una máquina en el campo.
Adaptación del sistema de cultivo	A los agricultores que introducen estas tecnologías en su sistema de producción no siempre les resulta fácil hacer que funcionen correctamente. Por ejemplo, es una percepción errónea muy común que los robots reemplazarán el equipo existente y llevarán a cabo su función en el sistema de manera inmediata. Por el contrario, para lograr mejores resultados, la granja y los agricultores deben adaptarse al robot, tanto en términos de tiempo como de mentalidad. Los procesos de digitalización de la agricultura tienden a sustituir las decisiones humanas por inteligencia artificial y algoritmos, y la relación con la tierra, el cultivo y su cosecha la sustituyen por la automatización y robotización de todas las tareas. Esto se ha vuelto una ruta hacia la destrucción de saberes y formas de trabajo que, en su mayoría, aún son la base de la agricultura.
Precio de compra	El precio de compra o el costo de operación pueden exceder los recursos disponibles y hacer que la producción no sea rentable para algunos agricultores. Suscribirse a una empresa de agricultura digital significa encadenarse a un contrato que obliga a comprar los productos que promocionan y venden a crédito. Por ello, es necesario encontrar modelos comerciales rentables para que el agricultor pueda beneficiarse de la tecnología. Algunas posibles soluciones son la prestación de servicios y la propiedad cooperativa.
TIC infraestructura	Los niveles educativos aparecen como la limitación más importante para acceder a las TIC en el caso de los pequeños agricultores, pero la conectividad todavía es una barrera central, tanto por la escasa disponibilidad como por su elevado precio y baja calidad (en muchos casos). Las cadenas y mercados no demandantes de información y conocimiento, en las cuales la mayoría de los agricultores están aún insertos, son factores que limitan la predisposición para el uso de las TIC. Por ejemplo, los robots agrícolas dependen de la disponibilidad de la infraestructura correcta; para funcionar de forma autónoma deben contar con el acceso a una infraestructura de TI confiable, con la cobertura de señal, el suministro de energía y la fuerza adecuados para procesar los datos y respaldar la operación del equipo. Éste es un gran desafío, ya que el ancho de banda de una señal telefónica no se extiende a todas las áreas rurales, especialmente en los países en desarrollo.
Mantenimiento técnico y servicio	Para la adopción exitosa de tecnología digital agrícola, debe estar disponible el servicio técnico adecuado y los servicios posventa. Al igual que con otras tecnologías nuevas, es una pérdida de tiempo y recursos comprar una nueva tecnología o equipo automatizado, sólo para descubrir después de poco tiempo que las piezas de repuesto no están disponibles en distancia o tiempo razonable. Lo mismo se aplica a los técnicos especializados y calificados necesarios para reparar equipos y brindar soporte de mantenimiento.
Socioeconómicos	En particular, con respecto al desarrollo de capacidades y la necesidad de comprender completamente los principios y las tecnologías involucradas, las zonas urbanas suelen contar con "ecosistemas digitales" mejor desarrollados (recursos, aptitudes, redes), en comparación con las zonas rurales. Es posible que la digitalización, combinada con las tendencias mundiales de urbanización y el establecimiento de las clases medias y ricas en las ciudades, exacerbe las diferencias entre el entorno rural y el urbano (UN DESA, 2018), además de que las poblaciones rurales y otros grupos, según el género, el ingreso, la educación, la edad y las aptitudes digitales, queden atrás en el proceso de transformación digital.

* Es posible que la necesidad continua de datos para perfeccionar, diseñar o ejecutar la inteligencia artificial detrás del *software* que opera equipos autónomos también presente una oportunidad para que los agricultores moneticen los datos generados. Además, la generación de datos es una forma de monitorear los servicios de los ecosistemas o los indicadores ambientales (por ejemplo, la captura de carbono).

Fuente: elaboración propia.

Si bien la implementación de cualquier tecnología conlleva desafíos, la digitalización en la agricultura plantea desafíos específicos, en especial para los países en desarrollo y sus sectores agrícolas debido a que la transformación y la adopción de soluciones digitales está condicionada por factores estructurales (bajo crecimiento, desigualdad y pobreza). Estos factores pueden provocar un aumento de la "brecha digital" debido a la escasa capacidad de gestión de datos, la infraestructura tecnológica deficiente, los elevados costos de la tecnología, los bajos niveles de alfabetización electrónica y de aptitudes digitales y el acceso limitado a los servicios, por lo que estas zonas corren el riesgo de quedarse atrás en el proceso de digitalización y ser aún más excluidas.

Recientemente, la pandemia por covid-19 impulsó la transformación digital de las sociedades rurales en América Latina, aunque de forma más desigual que en otras regiones del mundo. Esa situación refuerza la marginación de los sectores más vulnerables y profundiza las barreras que obstaculizan su desarrollo. Por ello, es fundamental que los gobiernos implementen políticas inclusivas y promuevan inversiones en infraestructura para reducir esas brechas y asegurar que los beneficios de la digitalización sean accesibles para los agricultores y la población rural.

Conclusiones

En el siglo XXI, la transformación digital ha dejado de ser una opción y se ha convertido en una necesidad para el desarrollo de las sociedades rurales. Sin embargo, es difícil hablar con precisión de las oportunidades y los impactos de este fenómeno en los sistemas agroalimentarios. Por ello, seguirá bajo escrutinio cómo se aprovecha esta transformación tecnológica en los distintos países, principalmente en los que están en desarrollo.

Una respuesta general deberá tomar en cuenta, en primer lugar, el rescate de la agricultura campesina o familiar sobre la base de una mejor estructura agraria y comercial, así como de sus condiciones básicas de vida. Esto es indispensable para superar una agricultura de subsistencia y de temporal, pues se crearían condiciones para un mejor aprovechamiento de la digitalización. La inclusión de productores de subsistencia en este proceso sería limitada si no se resuelven los problemas estructurales urgentes, como la inseguridad alimentaria, la tenencia de la tierra y el agua, la capacitación y el financiamiento, así como la infraestructura, entre otros. Si bien en nuestro país, en tiempos recientes, se busca lograrlo, es necesario un mayor esfuerzo.

En segundo lugar, en lo que concierne a las tecnologías digitales, es fundamental ampliar el acceso universal a estas herramientas, por medio del impulso de habilidades y capacidades digitales que fomenten la innovación inclusiva con mayor contenido nacional en favor de la soberanía alimentaria, en un contexto donde las reglas globales privilegian los intereses tecno-productivos privados. Por ejemplo, el acceso democrático a Internet y a otras nuevas tecnologías puede convertirse en motor para

alcanzar una mayor competitividad, cerrar las brechas históricas de desigualdad y promover un crecimiento más inclusivo y sostenible.

Finalmente, se proponen las siguientes estrategias para asegurar que las tecnologías digitales sean accesibles al sector agroproductivo, en particular al de pequeña y mediana escala: a) cobertura de Internet gratuita o de bajo costo y de buena calidad en zonas rurales; b) capacitación a los productores y extensionistas en torno a la agricultura digital con el fin de empoderarse y obtener el mayor aprovechamiento de éstas en su actividad agrícola (por ejemplo, información relacionada con insumos, gastos, costos, ventas, pago de jornales, variabilidad climática, inventarios y el manejo de su parcela); c) equipos y teléfonos inteligentes con subsidio para los productores de pequeña escala; d) alianzas interinstitucionales, particularmente con universidades y centros de investigación, para pilotear estrategias de asistencia técnica digital a los productores y crear contenido específico, apropiado y oportuno; e) proliferación de enfoques y tecnologías digitales alternativas y de acceso abierto; y f) nuevas políticas, agendas, créditos y presupuestos que permitan el acceso y la efectiva utilización de las tecnologías digitales.

Referencias

AgtechApps (2021). *El futuro de la agricultura en la nube: ventajas de las soluciones cloud*. Disponible en <https://agtechapps.com/agricultura-en-la-nube/#:%7E:text=La%20nube%20es%20una%20soluci%C3%B3n,gesti%C3%B3n%20de%20la%20informaci%C3%B3n%20estrat%C3%A9gica> (consulta: 24 de junio de 2024).

AgroPages (2022). *Latin American Focus. Agribusiness Magazine. China*. Disponible en <https://www.agropages.com/magazine/detail-305.htm> (consulta: 25 de junio de 2024).

AgroPages (2023). *Annual Review 2022. Agribusiness Magazine. China*. Nanjing: Nanjing Shineking Biotech. Disponible en <https://www.agropages.com/magazine/List--6776-1.htm> (consulta: 25 de junio de 2024).

Akram-Lodhi, Haroon; Kristina Dietz; Bettina Engels, y Ben M. McKay (eds.) (2021). *Handbook of Critical Agrarian Studies*. Reino Unido: Edward Elgar Publishing Limited.

Alpha Brown (2018). "What is IoT in Agriculture? Farmers Aren't Quite Sure Despite $4bn US Opportunity – Report". *AFN*, 9 de julio. Disponible en <https://agfundernews.com/iot-agriculture-farmers-arent-quite-sure-despite-4bn-us-opportunity> (consulta: 25 de junio de 2024).

Alba, Ángela; Ángela Burgos; Jorge Cárdenas; Katherine Lara; Adriana Sierra y Grace Andrea Montoya Rojas (2013). "Research Panorama on the Second Green Revolution in the World and Colombia". *Tecciencia* 8 (15): 49-64.

Amaro-Rosales, Marcela, y Rebeca Gortari-Rabiela (2016). "Innovación inclusiva en el sector agrícola mexicano: los productores de café en Veracruz". *Economía Informa* 400: 86-104.

Arizton (2023) *Latin America Tractor Market - Industry Analysis & Forecast 2023-2028. Second Edition*. Disponible en <https://www.arizton.com/market-reports/latin-america-tractor-market-size-share-growth-analysis> (consulta: 30 de junio de 2024).

Banco Mundial (2019). "The future of digital in Uruguay's agri-food system". *Banco Mundial Blogs*, 18 de julio. Disponible en <https://blogs.worldbank.org/es/latinamerica/el-futuro-digital-de-los-sistemas-agroalimentarios-en-uruguay> (consulta: 14 de mayo de 2024).

Claeys, Priscilla; Annette Aurélie Desmarais, y Jasber Singh (2021). "Food Sovereignty, Food Security and the Right to Food". En *Handbook of Critical Agrarian Studies*, editado por Haroon Akram-Lodhi, Kristina Dietz, Bettina Engels y Ben M. McKay, 238-249. Nueva York: Edward Elgar.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2018a). *La ineficiencia de la desigualdad*. Santiago de Chile: CEPAL.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2018b). *Datos, algoritmos y políticas. La redefinición del mundo digital*. Santiago de Chile: CEPAL.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2024). *Superar las trampas del desarrollo de América Latina y el Caribe en la era digital: el potencial transformador de las tecnologías digitales y la inteligencia artificial*. Santiago de Chile: CEPAL.

Dietz, Kristina, y Franza Drechsel (2021). "Digital Agriculture". En *Handbook of Critical Agrarian Studies*, editado por Haroon Akram-Lodhi, Kristina Dietz, Bettina Engels y Ben M. McKay, 568-580. Nueva York: Edward Elgar.

Encyclopaedia Britannica (2024). "What is Artificial Intelligence?", 5 de junio.

Flores Olea, Víctor (2018). "La cuarta revolución industrial". *La Jornada*, 12 de junio.

Friedmann, Harriet, y Philip McMichael (1989). "Agriculture and the State System: The Rise and Decline of National Agriculture, 1870 to the Present". *Sociologia Ruralis* 29 (2): 93-117.

GRAIN (2021). "Control digital: Cómo se mueven los Gigantes Tecnológicos hacia el sector de la alimentación y a la agricultura (y qué significa esto)", 26 de enero.

Grupo ETC (2022a). "Agricultura digital contra los derechos del campesinado y de los trabajadores del sector alimentario", 10 de junio. Disponible en <https://www.etcgroup.org/es/content/agricultura-digital-contra-los-derechos-del-campesinado-y-de-los-trabajadores-del-sector> (consulta: 22 de junio de 2023).

Grupo ETC (2022b). "Barones de la alimentación 2022: Lucro con las crisis, digitalización y nuevo poder corporativo", 7 de septiembre. Disponible en <https://www.etcgroup.org/content/food-barons-2022> (consulta: 22 de junio de 2023).

Guo, Xiaoping; Sheng Mei, y Wenchao Zhang (2021). "The Development Path of Digital Agriculture in Less Developed Regions: An Example of Developing Digital Agriculture in Huanggang City". *Decision & Information* (2): 80-88.

Hoffecker, Elizabeth (2021). "Understanding Inclusive Innovation Processes in Agricultural Systems: A Middle-Range Conceptual Model". *World Development* 140:1-16.

Jiang, Yating (2021). "Rising to Transform Agricultural Production – How Agrochemical Titans Unlock the Potential of Digital Agriculture". *AgroPages*, 9 de marzo.

Martínez Rodrigo; Amalia Palma, y Adriana M. Velásquez (2020). *Revolución tecnológica e inclusión social: reflexiones sobre desafíos y oportunidades para la política social en América Latina* (Serie Políticas Sociales, No. 233). Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45901-revolucion-tecnologica-inclusion-social-reflexiones-desafios-oportunidades-la> (consulta: 11 de mayo de 2024).

Martínez-Borrego, Estela; Hernán Salas, y Susana Suárez (2003). *La globalización del sistema lechero en La Laguna: Estructura productiva, Desarrollo tecnológico y Actores sociales*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México / Miguel Ángel Porrúa.

McMichael, Philip (2015). *Regímenes alimentarios y cuestiones agrarias*. Ciudad de México: Universidad Autónoma de Zacatecas / Miguel Ángel Porrúa.

McMichael, Philip (2020). "Does China's 'Going Out' Strategy Prefigure a New Food Regime?". *The Journal of Peasant Studies* 47 (1): 116-154.

Mooney, Pat, y Grupo ETC (2019). *La insostenible agricultura 4.0: Digitalización y poder corporativo en la cadena alimentaria*. Ciudad de México: Grupo ETC. Disponible en <https://

www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/la_insostenible_agricultura_4.0_web26oct.pdf> (consulta: 17 de mayo de 2024).
Nagel, José (2012). *Principales barreras para la adopción de las TIC en la agricultura y en las áreas rurales*. Santiago d Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) / Organzación de las Naciones Unidas (ONU) Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/4011-principales-barreras-la-adopcion-tic-la-agricultura-areas-rurales> (consulta: 2 de mayo de 2024).
National Research Council (1997). *Precision Agriculture in the 21st Century: Geospatial and Information Technologies in Crop Management*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
OpenAI (2024). AIGoogle (versión del 15 de noviembre).
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2018). "Bridging the rural digital divide. Digital Economy Papers", 23 de febrero. Disponible en <https://doi.org/10.1787/852bd3b9-en> (consulta: 22 de junio de 2023).
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2009). *La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050*. Foro de Expertos de Alto Nivel. Roma: FAO.
Santos Valle, Santiago, y Josef Kienzle (2020). *Agriculture 4.0 - Agricultural robotics and automated equipment for sustainable crop production* (Integrated Crop Management, No. 24). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Disponible en <https://www.fao.org/3/cb2186en/CB2186EN.pdf> (consulta: 22 de junio de 2023).
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2020). *Sistemas alimentarios y covid-19 en América Latina y el Caribe: La oportunidad de la transformación digital*. Santiago de Chile: FAO y CEPAL. Disponible en <https://doi.org/10.4060/ca9508es> (consulta: 12 de junio de 2023).
Otero, Gerardo (coord.) (2014). *La dieta neoliberal: globalización y biotecnología agrícola en las Américas*. México: Simon Fraser University / Universidad Autónoma Metropolitana / Miguel Ángel Porrúa.
Patnaik, Utsa, y Prabhat Patnaik (2017). *A theory of imperialism*. Nueva York: Columbia University Press.
Rotz, Sarah; Emily Duncan; Matthew Small; Janos Botschner; Rozita Dara; Ian Mosby; Mark Reed, y Evan D. G Fraser (2019). "The Politics of Digital Agricultural Technologies: A Preliminary Review". *Sociologia Ruralis* 59 (2): 203-229.
Sáiz-Rubio, Verónica, y Francisco Rovira-Más (2020). "From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management". *Agronomy* 10 (2): 207. Disponible en <https://doi.org/10.3390/agronomy10020207>.
Sarni, Will; Joe Marlani, y Junko Kaji (2016). "From Dirt to Data: The Second Green Revolution and Internet of Things". *Deloitte Review* (18): 4-19.
Schillo, Sandra, y Ryan Robinson (2017). "Inclusive Innovation in Developed Countries: The Who, What, Why, and How". *Technology Innovation Management Review* 7 (7): 34-46.
Schwab, Klaus (2016). *La cuarta revolución industrial*. Ciudad de México: Editorial Debate.
Sotomayor, Octavio; Eduardo Ramírez, y Hugo Martínez (coords.) (2013). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46965-digitalizacion-cambio-tecnologico-mipymes-agricolas-agroindustriales-america>.
Sung, Jehoon (2018). "The Fourth Industrial Revolution and Precision Agriculture". En *Automation in Agriculture - Securing Food Supplies for Future Generations*, por Stephan Hussmann, 198. Londres: InTech.
The Scoop (2022). "Change in Direction: Corteva's Digital Future", 16 de diciembre.

Trendov, Nikola M.; Samuel Varas, y Meng Zeng (2019). *Digital technologies in agriculture and rural areas: Status report*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponible en <https://openknowledge.fao.org/items/9c9d72f6-9438-4f51-ac9c-a792972cb80f> (consulta: 22 de junio de 2023).

Tzounis, Antonis; Nikolaos Katsoulas; Thomas Bartzanas, y Constantinos Kittas (2017). "Internet of Things in Agriculture, Recent Advances and Future Challenges". *Biosystems Engineering* 164 (2017): 31-48.

UN DESA (2018). *The 2018 Revision of World Urbanisation Prospects*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas.

Anexo
Lista de conceptos

Industria 4.0 describe cómo la tecnología revolucionará la organización de las cadenas de valor globales mediante la creación de "fábricas inteligentes", con lo que la cuarta revolución industrial genera un mundo donde los sistemas de fabricación virtuales y físicos cooperan entre sí, de manera flexible, en todo el planeta (Schwab, 2016).

Agricultura 4.0, también conocido a nivel mundial como AgTech, E-Agricultura, Agricultura digital, Ciberagricultura o Agricultura inteligente, describe una agricultura que integra una serie de innovaciones basadas en la agricultura de precisión y las tecnologías digitales para producir bienes y servicios agrícolas.

Recientemente, hay autores que proponen el concepto de "agricultura 5.0" para referirse a las explotaciones agrícolas que siguen los principios de la agricultura de precisión y utilizan equipos que involucran operaciones no tripuladas y sistemas autónomos de apoyo para la toma de decisiones. Implica, también, el uso de robots y algunas formas de inteligencia artificial (Sáiz-Rubio y Rovira-Más, 2020).

La agricultura de precisión está basada en la observación, la medición y la respuesta a la variabilidad de los cultivos en cada campo. La investigación en agricultura de precisión pretende definir un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la gestión de toda la explotación con el objetivo de optimizar el rendimiento de los insumos, al tiempo que se preservan los recursos (FAO, 2021).

La Internet de las cosas, en un contexto agrícola se refiere al uso de sensores, cámaras y otros dispositivos para convertir en datos cada elemento y acción involucrada en la agricultura: el clima, la humedad, la salud de las plantas, el estado de los minerales, las aplicaciones químicas, la presencia de plagas, entre otros. Dichos datos permiten a los ingenieros de *big data* obtener información sobre la granja en diferentes niveles, a través de algoritmos de *software* (Alpha Brown, 2018; Sáiz-Rubio y Rovira-Más, 2020; Tzounis *et al*., 2017).

Macrodatos. La agricultura basada en datos consiste en el uso de la agricultura de precisión en combinación con sistemas que generan datos en las fincas, los cuales se procesan para tomar decisiones estratégicas y operativas. En el contexto del manejo de cultivos, algunos autores señalan que el *big data* es aplicable sólo en algunos casos, según el tipo de finca y el nivel de adopción de tecnología. Sin embargo, otras investigaciones confirman que la gestión de *big data* se aplica cada vez más en el sector agrícola.

La nube (*cloud*) es una solución de almacenamiento, control y envío de información basada en un sistema de redes que funcionan remotamente. Con la nube es factible almacenar y procesar los datos de cualquier plantación u operación agrícola. Además, su uso también posibilita la reproducción de contenidos y la ejecución de diversas tareas (AgtechApps, 2021).

Los robots agrícolas operan en todas las áreas del proceso agrícola, incluida la producción, el procesamiento, la distribución y el consumo. También se pueden definir como "sistemas de producción agrícola inteligentes que pueden minimizar la intervención humana, controlarse a sí mismos y maximizar la eficiencia" (Sung, 2018).

Los agrobots también son más ligeros que la maquinaria convencional (es decir, tractores con implementos o equipos específicos para pulverizar o cosechar) y, por lo tanto, pueden aliviar los problemas asociados con la compactación del suelo y acceder a campos no aptos para maquinaria pesada (por ejemplo, viñedos en laderas o terrenos afectados por humedad).

La inteligencia artificial (IA) puede consistir en programas que se comportan, operan y piensan como seres humanos o tienen su propia forma racional de procesar la información o el comportamiento. Sus aplicaciones son infinitas en las múltiples facetas del desarrollo tecnológico. También se refiere a la capacidad de un ordenador digital o de un robot controlado por ordenador para realizar tareas comúnmente asociadas a seres inteligentes (Encyclopaedia Britannica, 2024).

Los softwares de gestión agrícola permiten, además del procesamiento de datos, el seguimiento, la planificación, la toma de decisiones, la documentación y la gestión de las operaciones agrícolas. También incluyen funciones básicas para el mantenimiento de registros, como niveles de producción de cultivos (cosechas y rendimientos), ganancias y pérdidas, programación de tareas agrícolas, predicción del clima, seguimiento de nutrientes del suelo y mapeo de campo, además de funcionalidades más complejas relacionadas con la contabilidad, la gestión de inventario o los contratos laborales.

Se entiende por Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) aquellas tecnologías surgidas de los avances basados en la informática, la Internet, las telecomunicaciones y las tecnologías audiovisuales, incluyendo los procesos de convergencia de reciente desarrollo (Nagel, 2012).

En telecomunicaciones, 5G son las siglas utilizadas para referirse a la quinta generación de tecnologías de telefonía móvil. Es la sucesora de la tecnología 4G, la cual le provee conectividad a la mayoría de los teléfonos móviles actuales. La ventaja más destacable de esta tecnología es que soporta mayor ancho de banda, lo cual se traduce en velocidades de descarga que pueden superar 10 *gigabits* por segundo (Gbit/s). Debido al mencionado incremento, se espera que estas redes no sólo sean utilizadas por teléfonos celulares, como ocurre con las redes de telefonía actuales, sino que además puedan ser empleadas para uso general en ordenadores de escritorio o portátiles. Por esta misma razón, se esperan nuevas aplicaciones en áreas como la Internet de las cosas (IoT) y máquina a máquina.

II

EXPERIENCIAS, CAPACIDADES Y DESEMPEÑO EN TORNO A LA INNOVACIÓN

Innovación en las denominaciones de origen agroalimentarias en México

El caso del SIAL Cacao Grijalva[1]

Laura Elena Martínez Salvador

Introducción

Las denominaciones de origen (DO) designan y nombran a una serie de productos, tanto alimenticios como artesanías e instrumentos, en función no sólo del lugar de donde se sustraen las materias primas, sino también donde se llevan a cabo los procesos de transformación o procesamiento, como el empacado u otras actividades de la etapa de distribución y comercialización.

En los territorios de origen se presentan una serie de condiciones que vinculan los elementos naturales y espaciales con los factores humanos (WIPO, 2013), esto para dar paso a bienes finales con una vinculación indisociable a su lugar de origen. Esta relación se extiende a todos los procesos productivos, de transformación o consumo asociados a dichos bienes.

Estos reconocimientos al origen suelen estar relacionados a condiciones consideradas "estáticas", en donde las etiquetas o nombramientos realizados a los productos se gestan por una serie de características únicas que, como se mencionó, entrelazan el bien y los territorios de origen con elementos naturales y sociales propios de los espacios. Estos elementos pueden estar anclados, por un lado, a una perpetua continuidad de condiciones y, por otro lado, requerir de la transformación y el cambio para

1 Algunas reflexiones de este estudio de caso desarrolladas desde análisis cualitativos comparados pueden encontrarse en Martínez (2021 y 2023); desde un análisis al modelo de gobernanza territorial, en Martínez y Flores (2022); y desde debates alrededor de la innovación social para el caso del cacao, en Martínez y Martínez (2020).

procurar su preservación; es decir, requerir de la innovación para su conservación (Gocci *et al*., 2020; Mancini y Consiglieri, 2016).

En esta línea de análisis, alrededor de las DO puede abrirse un debate respecto al hecho de que la condición inamovible de los territorios no es manejable a lo largo del tiempo. Por lo tanto, para que estas denominaciones se constituyan como elementos para el desarrollo territorial (Vandecandelaere *et al*., 2010), es necesario que se considere a la innovación como una herramienta que puede contribuir a la resiliencia y la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios, los cuales se articulan alrededor de los bienes que cuentan con esta certificación (Fournier *et al*., 2021; Mancini *et al*., 2019).

No obstante, la innovación puede verse afectada por una serie de factores o elementos que se presentan en sistemas agroalimentarios localizados (o SIAL en adelante), especialmente en aquellos con aparentes restricciones al cambio, como en el caso de las DO. Bajo este razonamiento, surge la siguiente interrogante: ¿de qué forma las DO pueden impulsar o restringir la innovación en los sistemas? Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo es analizar los elementos que pueden incidir en los procesos de innovación llevados a cabo en un sistema agroalimentario localizado con denominación de origen (es decir, un SIAL con DO), como es el caso del Cacao Grijalva en Tabasco, cuya DO fue otorgada por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) en 2016. Este caso es de interés ya que se desenvuelve alrededor de un bien que posee un gran potencial de transformación y de agregación de valor, principios convergentes con la dinámica de la innovación.

El objetivo anterior se aborda utilizando la metodología de estudio de caso y a través de un cuestionario aplicado a productores del SIAL Cacao Grijalva, considerando el contraste teórico-empírico con las siguientes categorías analíticas propuestas: 1) análisis de los elementos exógenos; 2) economías de cercanía o de aglomeración; 3) relaciones entre actores territoriales, y 4) estructura del marco institucional (Martínez, 2026).[2] Estos elementos conforman los ejes analíticos de este capítulo a partir de la hipótesis de que estos factores pueden influir en los procesos de innovación del SIAL Cacao Grijalva.

Como parte de los resultados, se puede establecer que en el SIAL Cacao Grijalva existe una serie de elementos que inciden en la innovación y que la impulsan, pero que en ocasiones la restringen. En principio, se puede destacar que las problemáticas ambientales por las que atraviesa el SIAL Cacao podrían considerarse impulsores de la innovación, junto con los cambios alimenticios. Sin embargo, esta innovación puede encontrar, en el aumento de los costos de producción, un elemento restrictivo ante el riesgo financiero de generar cambios y transformaciones en procesos, productos,

2 En Martínez (2026) se destaca, como dimensión analítica, el papel que el entramado institucional tiene en la construcción de una articulación social alrededor del cacao, cuyo abordaje se consideró relevante de recuperar para este trabajo.

organización o estrategias de comercialización. Asimismo, los factores identificados dentro de las economías de aglomeración pueden impulsar la innovación al generar un sentido de identidad y pertenencia a las actividades derivadas del cacao, y cuyas visiones compartidas y lenguajes territoriales unificados pueden facilitar el aprendizaje y, por ende, la innovación. De igual forma, es de destacar que las relaciones entre actores del SIAL Cacao, que pueden considerarse relevantes para el impulso de la innovación, se aprecian en un estado disminuido aunque levemente presente y que, junto con una estructura de marco institucional un tanto debilitada, podrían constituirse como una serie de barreras a la innovación en este sistema.

Los sistemas agroalimentarios localizados (SIAL) con DO

Los sistemas agroalimentarios localizados (SIAL) son, como su nombre lo indica, sistemas que se articulan alrededor de recursos agroalimentarios con gran arraigo al territorio, la cultura, las comunidades y la tradición. Estos SIAL "insiste[n] en el anclaje biocultural de los alimentos en el territorio, entendiendo [a éste] como la conjunción de las condiciones climáticas, la producción y el saber hacer expresado mediante procesos de transformación, preparación, comercialización y consumo de los alimentos" (Morales Córdova *et al*., 2016: 160). Como objeto, los SIAL se diferencian de otras formas de construcción geográfica de las actividades socioeconómicas debido a la valorización que se le da al trinomio alimento-cultura-territorio en estos sistemas (Torres Salcido, 2012), así como por el rescate a los recursos que particularizan y localizan las características del quehacer agroalimentario, desde la producción hasta el consumo de los alimentos, pasando por la transformación y la comercialización (Martínez, 2016).

El SIAL entonces se convierte en el escenario donde se gestan actividades de producción, transformación y servicios basadas en cercanías culturales alrededor del quehacer agroalimentario, unificadas por sus características territoriales. Esto impulsa la valorización de los recursos agroalimentarios (Muchnik, 2012), la cual se fundamenta en el reconocimiento de las cualidades únicas de los productos, cuyas características agronómicas o nutricionales vinculadas al origen le otorgan al bien una calidad única que puede ser valorada en el mercado alimenticio y materializada a partir de las DO.

En este sentido, las DO se derivan del "nombre de una [región o zona] geográfica de un país [...] que sirve para designar un producto originario del mismo" (OMPI 1979, Artículo 2.º), y que resguardan la reputación de un producto debido a las condiciones naturales y humanas de los territorios de origen. Estas DO reconocen no sólo las características agronómicas y naturales de los territorios de origen de donde se obtienen los sellos de denominación, sino que también contemplan las particularidades de las técnicas, conocimientos especializados y sistemas de producción construidos

alrededor de las prácticas de las comunidades. Las DO favorecen la localización de la producción, esto impulsa el desarrollo local mediante la construcción de vínculos a lo largo de la cadena productiva, así como a través del impulso de otras actividades, como las turísticas. De esta forma, las DO se consideran un instrumento para preservar las tradiciones rurales, el conocimiento local especializado, a la vez que favorecen la economía de los territorios (FAO, 2019).

La importancia de las DO, como elementos impulsores del desarrollo territorial de los SIAL, deriva principalmente de la capacidad de dichos instrumentos para favorecer estrategias de agregación de valor desarrolladas por los actores productivos, desde lo individual hasta la acción organizada. De igual forma, la sostenibilidad en los SIAL se ve impulsada por el potencial de las DO de ampliar la "conquista de mercados lejanos o bien [de] fincarse en una perspectiva de reforzamiento del anclaje de los productos y de [la] preservación de los recursos territoriales" (Linck, 2010: 21). Sin embargo, la necesidades de los SIAL con DO de hacer frente a una serie de retos los impulsa a integrar la innovación como un instrumento que abone a su desarrollo (Fournier, 2015).

Elementos de la innovación en un SIAL con DO

Es importante considerar que el establecimiento o designación de una DO no garantiza el desarrollo del sistema agroalimentario, ya que incluso después de la activación de una DO los actores interesados todavía tienen que enfrentar desafíos propios de una cadena de valor agroalimentaria, lo que plantea otro tema de interés: la incorporación de los procesos de innovación dentro de la DO misma. En este sentido, en la iniciativa de las DO, la innovación se presenta como una herramienta que permite lograr el desarrollo basado en la adición de valor (Mancini y Consiglieri, 2016).

La innovación, por un lado, implica la generación de nuevas ideas, mismas que son llevadas al mercado (Minarelli *et al*., 2015).[3] Por otro lado, refleja un proceso de aprendizaje social en el cual la adaptación del conocimiento puede dar paso no sólo al cambio tecnológico, sino también al cambio social. En relación con esto, se destaca que la innovación puede presentarse en diversas formas: tecnológica (producto, proceso, comercialización), no tecnológica (servicios, organizacional), ambiental (enfocada a la atención de mejoras ambientales) y social, es decir, que no tiene fines económicos propiamente, sino la atención de problemas sociales (OECD, 2019; OECD, s. f.; OECD y Eurostat, 2005). Esto es relevante debido a que la innovación en los SIAL es un proceso que, por lo general, se percibe como "necesariamente colectivo" (Fournier *et al*., 2021: 7), sobre todo en sistemas con calificaciones y certificaciones de productos vinculados al origen —como las DO— que dinamizan el territorio.

3 Traducción de la autora. El original dice "Innovation is defined in the literature as the process of bringing new ideas to the market" (Minarelli *et al*., 2015: 34).

Por otro lado, la innovación puede verse afectada por factores externos como: (a) cambios en la demanda y hábitos de consumo, (b) cambios climáticos (OECD y Eurostat, 2018), (c) transformaciones socioculturales y generacionales en los territorios, y (d) estresores, como crisis económicas.

Los anteriores comprenden lo que, para efectos de este trabajo, se entenderá como (1) *elementos exógenos*. Ante esto, los actores territoriales cambian la forma de hacer las cosas, con esto generan procesos de innovación que surgen de la interacción entre las personas, la tecnología y los recursos territoriales (Mancini *et al*., 2019).

Esta interacción se gesta en el marco de factores propios de las (2) *economías de cercanías o de aglomeración*, sobre las cuales se rescatan las premisas de los "distritos industriales". Éstos establecen que el éxito de las organizaciones y de las cadenas productivas se debe principalmente a la existencia de una cercanía geográfica que puede impulsar la innovación (Becattini, 2004). Esta cercanía también implica una combinación de factores como visiones territoriales compartidas, lenguajes unificados o relaciones de cooperación. La proximidad favorece entonces que se entretejan relaciones de colaboración al interior de los territorios, "propiciando el desenvolvimiento de la acción colectiva" (Linck, 2010: 11).

Lo anterior fortalece la premisa de que la innovación no es tan sólo un asunto de tecnologías, sino que posee un gran componente de cooperación, por lo que es necesario integrar el papel que juegan los actores sociales y la (3) *relación entre actores territoriales* para el desarrollo de ésta. Lo anterior es especialmente relevante al considerar que la falta de redes locales de cooperación y la ausencia de relaciones entre actores constituyen un obstáculo en el camino de la innovación (Bitzer y Bijman, 2015), mientras que su presencia puede considerarse un factor fundamental para su existencia (Martínez, 2022). Empero, lo anterior debe tomarse con prudencia toda vez que, a mayor cantidad de articulaciones sociales —incluso aquellas en proximidades geográficas o sociales—, pueden existir mayores conflictos o desigualdades —al presentarse distintas voces y distintas visiones de un mismo fenómeno—, las cuales se pueden agudizar como producto de las condiciones del entorno. En consecuencia, la potencialidad del conflicto entre articulaciones sociales se puede analizar desde una dimensión que aborde la (4) *estructura del marco institucional*, otro elemento que puede impulsar o restringir la innovación. Lo anterior en vista de que el marco institucional considera todas aquellas condiciones y elementos bajo los cuales se conforman entidades, organismos e incluso normas que regulan la actividad de los actores en sociedad (North, 2006).

Metodología

Para identificar los elementos que pueden incidir en los procesos de innovación llevados a cabo en el SIAL Cacao Grijalva —cuya denominación de origen fue obtenida en 2016—, se empleó una metodología mixta, donde la técnica principal la constituyó el

Tabla 1. Indicadores (reactivos en el sondeo) contemplados en la investigación para delimitar la innovación en el SIAL Cacao Grijalva

Tipo de innovación	Indicadores del tipo de innovación	Respuestas con base en escala Likert
Producto	Nuevos productos, nuevas fórmulas, nuevos sabores, nuevos empaques	1. No 2. Apenas lo estamos considerando 3. Nos interesa, pero desconocemos cómo hacerlo 4. En proceso de implementarse 5. Sí
Proceso	Nuevos procesos de siembra o cultivo, uso de semillas mejoradas, nuevos procesos de secado, cocción o transformación, nuevas formas de empacado	
Organizacional	Conformar asociaciones, formalizar agrupaciones o vincularse con otros actores	
Mercado	Nuevas formas de vender o comercializar, alianzas estratégicas, uso de redes sociales, otros espacios de venta como ferias o rutas turísticas	
Ambiental	Uso de biofertilizantes o abono orgánico, buen uso del agua	
Social	Inclusión de una visión de género, inclusión de personas en condición de vulnerabilidad, acciones de apoyo a la localidad	

Fuente: elaboración propia con base en el cuestionario aplicado a productores de cacao.

estudio de caso simple. Para esto, se realizó un sondeo[4] a través de un cuestionario aplicado a productores de este sistema agroalimentario, mismo que analizó el nivel de innovación de los actores a partir de cuestionamientos sobre el nivel de implementación de innovaciones tecnológicas, no tecnológicas (organizacionales, de mercado), sociales y ambientales.

Para lo anterior, se plantearon diferentes niveles de implementación de la innovación. Asimismo, el cuestionario tuvo las siguientes categorías analíticas —que posteriormente fueron analizadas como elementos que pueden impulsar o restringir los procesos de innovación—: (1) análisis de los elementos exógenos, (2) factor de las economías de cercanía o de aglomeración, (3) relaciones entre actores territoriales y (4) estructura del marco institucional.

El cuestionario fue aplicado a 75 productores-transformadores de cacao en el estado de Tabasco durante el último trimestre de 2021, con apoyo de actores territoriales clave en la región. Los indicadores y la escala de respuesta, con base en el tipo de innovación, tal como fueron aplicados en el cuestionario, pueden verse en tabla 1.

La selección de actores obedece a una lógica de muestreo por "conveniencia", de acuerdo con la técnica "bola de nieve". El instrumento fue aplicado por una productora

4 El sondeo se realizó en el marco del proyecto de investigación institucional 110788 y 115210, en el Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM, y del proyecto UNAM-PAPIIT IA300121. En este sentido, se menciona que, emanado del trabajo de campo y del mismo cuestionario aplicado para esta investigación (en el cual también se abordaban otros ejes analíticos no incluidos en el presente trabajo), se realizó un análisis sobre los cambios socioterritoriales surgidos a partir de esta DO de cacao, así como otras reflexiones surgidas del mismo proyecto y que pueden ser vistas en Martínez (2026).

líder en la región. La encuesta consistió en 36 preguntas con formatos diferentes (en algunos casos, preguntas cerradas de naturaleza dicotómica, así como otras preguntas elaboradas con la técnica de escala Likert). Los resultados obtenidos del cuestionario fueron sistematizados y analizados con base en las cuatro categorías analíticas previamente mencionadas, así como a través de estadística descriptiva mediante el *software* Excel.

Panorama del cacao a nivel global y aproximaciones al SIAL Cacao Grijalva en Tabasco

A nivel mundial, los principales países productores de cacao son Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria, Ecuador (UN Data, 2023), como puede observarse en el cuadro 1. A escala global, la producción recae principalmente en los pequeños productores, quienes, mediante sistemas de producción bajo sombra o monocultivos de exposición al sol (Hernández-Ortega *et al*., 2022), conforman ecosistemas de gran importancia económica, social y cultural para los territorios.

Asimismo, vale la pena destacar que, tal como se aprecia en los datos de la tabla 2, la mayor parte de la producción de cacao se concentra principalmente en la región de África, especialmente en Costa de Marfil. Respecto al volumen de producción, le siguen algunas zonas de Asia y de América Latina.

Cuadro 1. Volumen de producción de cacao en 2020 (toneladas)

Posición en el *ranking*	País	Producción (toneladas)
1	Costa de Marfil	2,200,000
2	Ghana	800,000
3	Indonesia	739,483
4	Nigeria	340,163
5	Ecuador	327,903
6	Camerún	290,000
7	Brasil	269,731
8	Sierra Leona	193,156
9	Perú	160,289
10	República Dominicana	77,681
11	Colombia	63,416
12	Papúa Nueva Guinea	38,000
13	Uganda	35,000
14	México	29,429
15	India	26,000

Fuente: elaboración propia con base en UN Data (2023).

Debido a su naturaleza de bien primario con orientación a la exportación y sus aportes tanto a las economías regionales como a los niveles de empleo para algunos países asiáticos (Wijaya *et al*., 2018), el cultivo de cacao es de gran importancia estratégica. Por lo tanto, las valorizaciones como las DO son elementos sumamente importantes de considerar al reflexionar sobre los sistemas agroalimentarios cacaoteros. Lo anterior se debe a que estos sellos de calidad pueden impulsar la obtención de ganancias económicas superiores para los pequeños productores al vincular este grano con zonas específicas de producción, impulsando a la vez la conservación de la biodiversidad (Gayi y Tsowou, 2016). Empero, a pesar de que el cacao con DO puede proporcionar rendimientos elevados o incrementos en los ingresos de los productores, alrededor del cultivo de cacao —y en algunos sistemas productivos— pueden presentarse reconversiones a productos agrícolas más rentables, lo cual puede generar cambios en los paisajes agrícolas. Esto resulta preocupante para la sostenibilidad de sistemas agroalimentarios donde el cacao es parte, ya que la presencia de árboles en sistemas de producción de cacao, como los de bajo sombra, es considerada de importancia funcional y una alternativa para preservar la biodiversidad de las regiones (Franzen y Borgerhoff-Mulder, 2007: 3838).[5]

Como también pudo observarse en el cuadro 1, en 2020 México se posicionó en el lugar 14 a nivel mundial de producción de cacao, con un volumen de 26,429 toneladas (UN Data, 2023). Los principales estados productores son Tabasco y Chiapas (Martínez, 2021).

En Tabasco, los municipios con mayor producción de este grano en los últimos años son Cárdenas y Comalcalco, con 5,495 y 4,974 toneladas respectivamente (SADER y SIAP, 2022), seguidos de Cunduacán y Huimanguillo. Estos territorios conforman una zona cacaotera reconocida, cuyos municipios se encuentran protegidos por la DO Cacao Grijalva. En la región de Tabasco, especialmente en el municipio de Comalcalco, se ha conformado una raigambre con gran peso histórico y patrimonial que ha dotado de reconocimiento social y cultural al cacao, así como a la producción, economía, eventos y festividades que alrededor de este cultivo se desarrollan. Esto debido a que "la tradición cultural que permea cada una de las etapas del proceso productivo, cosecha y desgrane, fermentación, secado, selección y clasificación [del cacao ha sido] heredado desde tiempos prehispánicos" (Tadeo y Tolentino, 2020: 13).

Esta apreciación de las cualidades únicas de los cacaos de la región selvática de Tabasco, aunado a su componente histórico y patrimonial, le valieron el ya mencionado reconocimiento de la DO en 2016 otorgado por el IMPI, el cual ampara "la especie Theobroma Cacao" (IMPI, 2016: Apartado II, Art. 4.º).

5 Traducción de la autora. El original dice: "the shade-grown cocoa production system is now seen by many as the best alternative for preserving some of the intact biodiversity of the Atlantic Rainforest" (Franzen y Borgerhoff-Mulder, 2007: 3838).

No obstante, a pesar de este reconocimiento, la DO se considera actualmente como un instrumento desaprovechado y que no ha generado impactos considerables para los actores territoriales de la región con DO (Martínez, 2021, 2026). De igual forma, en el SIAL Cacao existen empresas acopiadoras que desterritorializan el beneficio; es decir, acopian el cacao en su estado de menor valor agregado (como *commodities*) y después es llevado a otros territorios para su posterior transformación agroindustrial, empacado y comercialización. Esto puede agudizar una desvinculación del bien con sus elementos patrimoniales (Frigolé Reixach, 2014) al desprenderlo de aquellos identificadores que en un principio le dotaron de su reputación.

Ante este escenario surge de nuevo el papel que la innovación puede tener, en principio, para favorecer la respuesta de los actores locales a los embates de un mercado global y local en movimiento, al permitir la inserción contundente de los actores locales a cadenas de valor, a través de la transformación y agregación de valor en la producción de cacao.

Resultados y discusión

Generalidades del SIAL Cacao Grijalva y sus niveles de innovación

Este apartado ha sido construido a partir de las reflexiones derivadas del sondeo aplicado a los productores de cacao en Tabasco. Esta información ha permitido recuperar el nivel de innovación de estos actores, lo que es relevante para el SIAL Cacao Grijalva, ya que, como se mencionó previamente, la innovación puede constituirse como una herramienta para tender al desarrollo, especialmente si se considera que "la calidad [de origen] se construye a partir de un elaborado engranaje entre saberes y manejos tradicionales locales y los nuevos requerimientos tecnológicos que los productos deben cumplir para su salida al mercado" (Amaya Corchuelo y Aguilar Criado, 2012: 41). Lo anterior es algo que se presenta en el SIAL Cacao Grijalva. No obstante, antes de analizar los procesos de innovación del sistema, es importante mencionar algunas de las generalidades de los productores que conforman este sistema con DO.

En este sentido, es importante destacar que este ejercicio de sondeo entre productores de cacao de la región de Grijalva bajo la DO, si bien no puede considerarse estadísticamente representativo, sí aporta información importante en relación con la estructura y características del SIAL Cacao Grijalva, lo cual permite recuperar elementos indispensables para el entendimiento del nivel de innovación alrededor de una DO, así como de los elementos que inciden en este nivel.

Bajo esta perspectiva, a partir de los resultados obtenidos por el sondeo, se encontró que el SIAL Cacao Grijalva está ligeramente dominado por actores masculinos, ya que el 53 por ciento de los productores son hombres y el 47 por ciento son mujeres

(Martínez, 2026). No obstante, es interesante mencionar que, en este caso específico, en los resultados del sondeo estadístico se aprecia una mayor participación de las mujeres, contrario a la media nacional, en donde solamente el "15 por ciento del total de productores a nivel nacional son mujeres" (SIAP y SADER, 2020: 20).

Por otra parte, este sistema agroalimentario mantiene una carga de la producción en diferentes grupos etarios, lo que muestra un nivel equilibrado de grupos generacionales. En el SIAL Cacao, cerca del 32 por ciento de los productores tiene más de 50 años, y una proporción considerable (25 por ciento) se encuentra entre los 40 y los 49 años. Por otra parte, en cuanto al nivel de estudio, el 28 por ciento ostenta un título universitario, y el cien por ciento cuenta con al menos la primaria concluida.

En cuanto a capacidad de posesión de la tierra o espacios productivos, el 96 por ciento de los actores menciona contar con espacios propios de trabajo (es decir, que no son ni rentados ni pertenecen a grupos ejidales), lo que proporciona un cierto nivel de independencia y autonomía en la actividad productiva cacaotera. En esta tónica, es relevante recuperar el cuestionamiento en torno al comportamiento que presentan estos actores en el volumen de ventas: el 52 por ciento asegura haber visto disminuidas sus ventas en el último año, mientras que el 31 por ciento indica que se han mantenido. Esto es interesante de destacar toda vez que la actividad cacaotera tiene un gran peso en el bienestar económico de estos actores, ya que para el 71 por ciento la actividad productiva representa su principal fuente de ingreso.

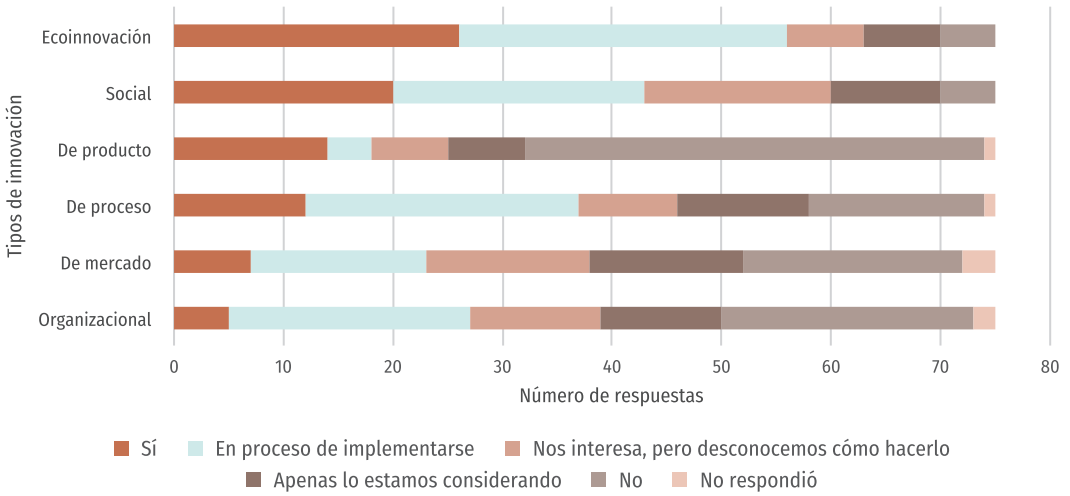
Tipos y niveles de innovación en el SIAL Cacao Grijalva

Con el fin de identificar la forma en la que una serie de elementos han impulsado o restringido la innovación en este sistema agroalimentario, es importante, primero, identificar el nivel y tipo de innovación que esos mismos actores han presentado en los últimos años. En este sentido, se recuperaron cuestionamientos en torno al nivel de implementación de las innovaciones sobre producto, proceso, organización, mercado (o comercialización) y medio ambiente (o ecoinnovaciones), así como innovaciones sociales.

La gráfica 1 nos permite identificar que la innovación más implementada por los cacaoteros es aquella que tiene efectos sobre el medio ambiente, la cual consiste en cambios en el uso de biofertilizantes y abonos orgánicos, así como la implementación de buenas prácticas agrícolas o la óptima gestión de los recursos hídricos.

Así, se recupera la importancia de los elementos ambientales para los productores de cacao en el SIAL con DO, ya que este tipo de innovación repercute directamente en el estado de conservación de los recursos del territorio, por lo que se posiciona como la de mayor nivel de adopción.

Asimismo, es posible observar en la misma gráfica que el segundo tipo de innovación más adoptada por los productores de cacao es el de las innovaciones sociales. Éstas se refieren a aquellas que pueden tener efectos sobre el bienestar social y



Gráfica 1. Tipos de innovación y nivel de implementación en el SIAL Cacao Grijalva (número de respuestas)

Fuente: elaboración propia con base en el sondeo.

la resolución de problemas de interés colectivo en los territorios, ya que es "el resultado de un proceso de aprendizaje colectivo que nos proporciona soluciones novedosas para satisfacer demandas y necesidades sociales" (Conejero, 2016: 7). Las innovaciones sociales se materializan a través de la generación de estrategias basadas en la organización y empoderamiento de mujeres jóvenes en la actividad cacaotera, lo que refleja una inclusión de la visión de género en las actividades productivas (Martínez y Martínez, 2020), así como la inclusión de personas en condiciones de vulnerabilidad y su acompañamiento para el fortalecimiento de capacidades productivas. En esta tónica, las innovaciones sociales tienen un gran nivel de implementación, ya que el 57 por ciento de los encuestados manifestó haberlas aplicado o estar en proceso de hacerlo.

Es interesante mencionar que, a pesar de existir una serie de requerimientos técnicos que se solicitan a nivel de producto y proceso para el otorgamiento de la DO, las innovaciones de producto y proceso se posicionan como el tercero y cuarto tipo de las más implementadas respectivamente. En el caso del cacao, la innovación de producto ha sido implementada por 14 de los 75 actores, lo que representa el 19 por ciento del total de la muestra seleccionada. Sin embargo, es interesante mencionar que, a pesar de ser el tercer tipo más frecuente, se encontró un nivel de innovación altamente heterogéneo, ya que estas innovaciones son también las que encuentran el mayor nivel de rechazo: el 56 por ciento de los encuestados refirió de manera categórica no implementar las de este tipo, ni manifestar interés al respecto.

Lo anterior puede explicarse de dos formas: por un lado, aquellos actores que sí logran realizar innovaciones de producto o de procesos no encuentran restricciones para la innovación en los requerimientos técnicos; aunque aquellos que no la realizan

tampoco encuentran impulso a la misma, puesto que esta DO no se ha logrado insertar en la identidad o actividades de los productores (Martínez, 2026).[6]

Asimismo, el rechazo a estas innovaciones está relacionado con el limitado interés de algunos actores en agregar valor a su producción, ya que en la región existen empresas acopiadoras (agroindustrias cacaoteras) que acaparan gran parte de la producción de cacao en forma de *commodities*. Al tener asegurada la compra del cultivo, podría haber pocos incentivos a la transformación y, por ende, a la innovación.

Las innovaciones de mercado, o innovaciones de comercialización, se refieren a nuevas formas de vender o comercializar, diseñar alianzas comerciales o hacer uso de redes sociales para la apertura de nuevos canales de comercialización, así como la asistencia y participación en ferias o rutas turísticas. En este rubro, se encontró un nivel de innovación con distintos matices y respuestas divididas: un porcentaje considerable de los productores (60 por ciento) se ubica en la parte media de la escala de respuestas, lo cual muestra interés por realizarlo, pero sin adoptarlo o descartarlo completamente.

Un comportamiento similar se observa en las innovaciones organizacionales, las cuales se refieren a la conformación de asociaciones o grupos de trabajo o a la vinculación con otros actores. Éstas son implementadas sólo por el 6 por ciento de los actores productivos. Lo anterior es congruente con la amplia resistencia de los actores a formar parte de asociaciones productivas, lo que puede deberse a una falta de capital social o de estímulo a la cooperación, pues únicamente el 31 por ciento ha formado parte de alguna organización colectiva. Esto también puede ser resultado del desconocimiento por parte de los actores de los beneficios de conformar estas asociaciones o agrupaciones de productores. Lo anterior puede ser una ventana de oportunidad, toda vez que es necesario implementar estrategias para impulsar la acción colectiva y las actividades de organización en el SIAL Cacao Grijalva.

Elementos incidentes en la innovación en el SIAL Cacao Grijalva

En cuanto a los factores que pueden incidir en el nivel de innovación de los productores en el SIAL Cacao Grijalva, se plantearon algunas interrogantes para identificar los elementos que, en los últimos años, han afectado las actividades productivas de los actores del SIAL Cacao Grijalva, así como aquellos que han impulsado o restringido la innovación. Éstos responden a la propuesta analítica mencionada previamente, en donde se rescata el análisis de los factores exógenos, el factor de las

6 Esto se complementa con lo identificado en otros estudios que analizan el comportamiento innovador en SIAL con DO, como el caso del chile Yahualica en Jalisco, en donde la innovación de producto se posiciona como una de las menos implementadas (Martínez, 2022).

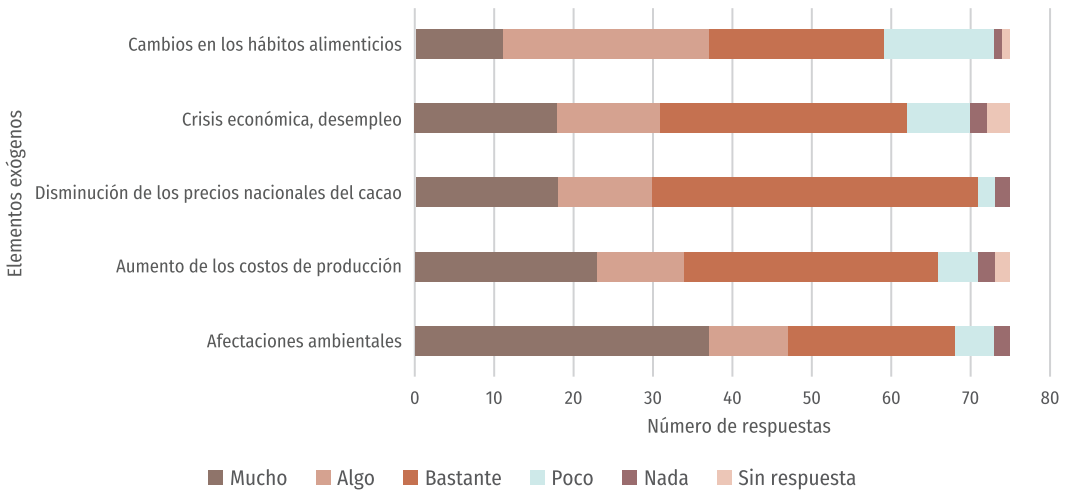
economías de cercanía o de aglomeración, las relaciones entre actores territoriales y la estructura del marco institucional. A la vez, estos elementos conforman los ejes analíticos desarrollados a partir de la hipótesis de que pueden influir en los procesos de innovación del SIAL Cacao Grijalva.

Análisis de los elementos exógenos

En primer lugar, se consideraron aquellos elementos que pueden clasificarse como elementos exógenos, tales como crisis económicas, cambios climáticos extremos, cambios en los hábitos alimenticios del consumidor, aumentos en los costos de producción, así como variaciones en los precios internacionales del cacao que repercuten en el precio pagado al productor.

Como puede apreciarse en la gráfica 2, los elementos ambientales (por ejemplo, inundaciones o sequías, plagas, afectaciones fitosanitarias, vientos excesivos o temperaturas extremas) se convierten en factores de considerable afectación para los productores de cacao en el SIAL con DO, y se posicionan como los de mayor cantidad de respuestas que reflejan algún nivel de afectación, las cuales van de "mucho" a "algo", lo que puede repercutir en el nivel de innovación.

En principio, estos factores ambientales pueden limitar las estrategias de innovación debido al incremento en el riesgo y la incertidumbre que pueda generarse ante la producción, debido a la pérdida de cosechas o la afectación a las condiciones climatológicas. A partir del grado de impacto que estos cambios ambientales representan, se puede crear en los productores una resistencia, en el mediano plazo, a la inversión, a la transformación o al cambio de los procesos, donde la inversión es un componente indispensable de la innovación.



Gráfica 2. Elementos exógenos en el SIAL Cacao Grijalva (número de respuestas)

Fuente: elaboración propia con base en el sondeo.

Por otro lado, a pesar de estas complicaciones a la innovación, las problemáticas ambientales podrían impulsar la necesidad de cambio a fin de hacerles frente; es decir, los productores pueden implementar innovaciones para responder de mejor forma a estos retos climáticos por medio del uso, por ejemplo, de tecnológicas de la información y la comunicación, de las aplicaciones móviles para el monitoreo de información de mercado (Afram Boadi *et al*., 2022), la implementación de sistemas agroforestales y mecanismos de riego automatizado, así como el uso de semillas mejoradas o de biofertilizantes.

El segundo y tercer elemento exógeno de mayor afectación está compuesto por factores económicos, como el aumento en los costos de producción o la disminución de los precios pagados a los productores de cacao. Ambos limitan la innovación al generar incertidumbre financiera, así como propiciar un margen de utilidad reducido por efecto de un alza en los costos de producción y una disminución en los precios pagados al productor. Ante esto, la innovación tiene el potencial de contribuir a generar un incremento al valor agregado por medio de las modificaciones en los productos, esto permite aprovechar las cualidades únicas de los bienes o la renta de la reputación generada por el reconocimiento al cacao de la zona y a las transformaciones derivadas de su procesamiento. Asimismo, la innovación de mercado puede permitir a los productores instaurar estrategias de comercialización para acceder a otros mercados especializados o digitales.

Por otra parte, es importante considerar los cambios alimenticios, ya que la demanda de productos con DO y la percepción del consumidor respecto a este sello pueden jugar un papel importante al momento de generar innovaciones e introducirlas al mercado. Así se muestra en este resultado, donde se aprecia una elevada consideración a los efectos que este elemento tiene en el impulso a innovar para atender a las necesidades de los consumidores.

Economías de cercanía o de aglomeración

En sistemas agroalimentarios localizados (SIAL), como el del cacao, las economías de cercanía o aglomeración se convierten en elementos que pueden impulsar la innovación. Desde estas economías, y la cercanía geográfica que representan, es posible conformar lazos comunitarios entre los actores locales, así como construir alianzas público-privadas que partan de una perspectiva local (Ramírez-Gómez y Rodríguez-Espinosa, 2021), donde sea posible crear "redes capaces de transmitir saberes tácitos, no formalizados y difícilmente codificables, pero que siguen siendo esenciales para la generación y difusión de innovaciones" (Méndez, 2002: 66). Lo anterior permite establecer que estas cercanías conforman identidades territoriales que inciden en la innovación.

En este punto, el sondeo realizado arrojó que el 91 por ciento de los productores de cacao manifiesta, en alguna escala del "acuerdo" (totalmente de acuerdo y de acuerdo),

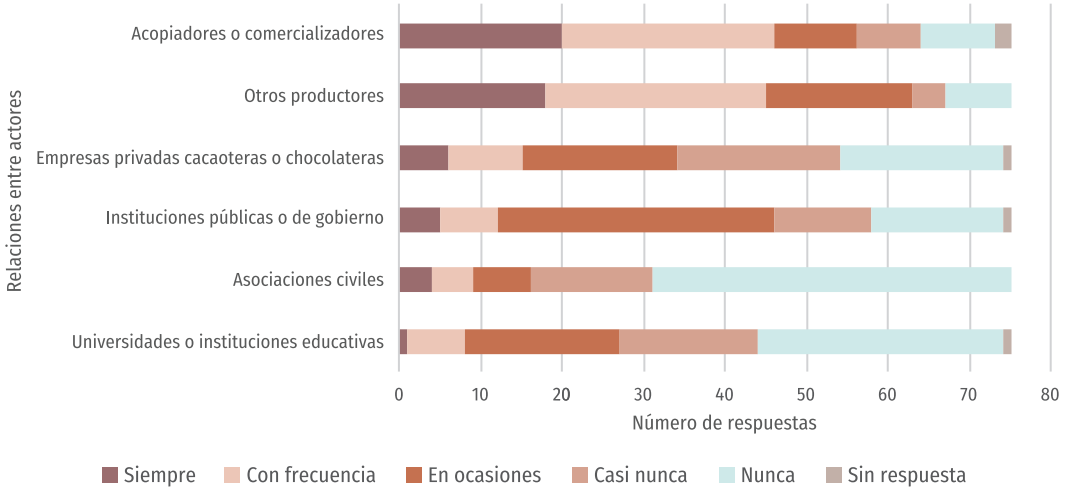
que la actividad de cacao les ha generado un sentido de identidad y pertenencia al territorio. Asimismo, el 58 por ciento expresa estar totalmente de acuerdo con que la actividad productiva alrededor del cacao de Grijalva permite transmitir prácticas ancestrales en torno al quehacer agroalimentario que incluye no sólo el producto final, sino los elementos patrimoniales intangibles alrededor de la actividad agroalimentaria del cacao.

De igual forma, se destaca que el 65 por ciento de los actores encuestados considera que la actividad del cacao impulsa la agricultura familiar, la cual se posiciona como la base de la seguridad alimentaria y de la conservación de las prácticas ancestrales alimentarias, así como de la conservación de la agrobiodiversidad en los territorios (Salcedo *et al*., 2014). Estos elementos, que pueden considerarse manifestaciones de una cercanía social y cultural (sin dejar de lado la cercanía geográfica evidente, ya que la mayor parte de los actores encuestados provienen del mismo municipio), pueden a su vez incidir en los procesos de innovación, ya que, al contar todos los actores territoriales con un nivel mínimo de saberes construidos colectivamente, los lenguajes existentes en el intercambio de conocimiento e información se unifican y se homogenizan, lo cual facilita el aprendizaje. Asimismo, los sentidos de identidad y pertenencia en este sistema pueden impulsar la construcción de una visión a largo plazo, así como proyectos de innovación social, mediante lo cual se pueden disminuir las barreras generadas por las diferencias entre los actores.

Relaciones entre actores territoriales

Las *relaciones entre actores territoriales* se refieren a la frecuencia y naturaleza de las articulaciones construidas entre actores del SIAL para el desarrollo de actividades de innovación. Lo anterior se debe a que estos actores se convierten no sólo en fuentes de información, sino que también es posible que entre ellos se generen relaciones de cooperación. Bajo esta lógica, en el SIAL Cacao Grijalva es interesante recuperar de nuevo lo mencionado en el apartado del nivel de innovación, en relación con aquellas orientadas a la organización, donde el 69 por ciento de los actores rechaza formar parte de alguna organización de productores o asociación civil. En ese sentido, mantener esfuerzos atomizados puede vulnerar sus capacidades productivas.

En consecuencia, y como puede apreciarse en la gráfica 3, la relación que tiene lugar con mayor frecuencia para el impulso de actividades de innovación se da entre productores y acopiadores e incluso con comercializadores, quienes, en muchos casos, se convierten en sus principales compradores. Esto es relevante porque la vinculación entre actores productivos —es decir, quienes desarrollan las innovaciones— puede favorecer el proceso de aprendizaje colectivo, la construcción de capacidades y el incremento de la actividad innovadora.



Gráfica 3. Relaciones entre actores en el SIAL Cacao Grijalva (número de respuestas)

Nota: Estas respuestas corresponden a la pregunta planteada en el cuestionario de sondeo "Para llevar a cabo alguna de las anteriores innovaciones [mencionadas en el cuestionario], ¿establece vinculación con los actores [propuestos en el anterior gráfico)]?".

Fuente: elaboración propia con base en el sondeo.

De igual forma, se aprecia una ocasional pero importante articulación con el aparato público. Esto, en parte, se puede deber a la existencia de programas públicos implementados en la región (Martínez, 2026).

No se puede dejar de lado la relevancia que otros actores pueden tener en el proceso de innovación, y con quienes, sin embargo, se percibe la ausencia de estas articulaciones. Por ejemplo, en el caso de las instituciones educativas, más del 60 por ciento de los actores manifestó no tener vinculación alguna para el desarrollo de innovaciones. Esto es preocupante toda vez que puede considerarse que los centros educativos proporcionan información básica y aplicada que puede ser la base para el desarrollo de tecnología, procesos de aprendizaje y, por ende, de innovación. En este sentido, esta ausencia constituye una ventana de oportunidades para centros educativos o de investigación en la región.

Un comportamiento similar se percibe con las asociaciones civiles, las cuales se posicionan como el actor con quien menor nivel de vinculación se establece. Lo anterior puede ser, en gran parte, debido al desconocimiento sobre el quehacer de las organizaciones de la sociedad civil e, incluso, a la resistencia de los actores territoriales a conformar agrupaciones de este tipo.

Estructura del marco institucional

Por último, el *marco institucional* se conforma de todos aquellos elementos y condiciones que en el territorio se presentan y que pueden incidir en el nivel de innovación. Estos elementos pueden materializarse a través de normas bajo las cuales se desarrollan

las actividades del SIAL con DO. Éstas, a la vez, se materializan a través de la legislación y requisitos (normas oficiales alimentarias, pliego de condiciones o reglamentos regionales o internacionales), derivados de los procesos de certificación de la calidad de origen propios de las DO. Estos procesos pueden suponer una serie de limitaciones para los actores productivos (Mancini *et al*., 2019), quienes probablemente presenten resistencias al cambio o carezcan de las capacidades tecnológicas suficientes para hacer frente al cumplimiento de los requisitos técnicos.

En este caso de estudio, si bien las regulaciones formales alrededor de las DO en México pueden ser restrictivas para la innovación —debido a que requieren del cumplimiento de condiciones "fijas"—, en la actualidad, la normativa técnica (Norma Oficial Mexicana) requerida para otorgar este sello al Cacao Grijalva no ha sido implementada y los mecanismos de gobernanza necesarios para que ello ocurra, como son los Organismos de Evaluación de la Conformidad (OEC), no han sido instaurados, por lo que aún no es posible identificar si estas normas oficiales inciden en la innovación del SIAL Cacao Grijalva o la restringen. Empero, es importante considerar este factor como de potencial influencia.

Por otro lado, en relación con el aspecto institucional —que, como se mencionó previamente, se refiere a aquellos factores que favorecen la estabilidad de la actividad—, se consideró que para dar continuidad a la actividad cacaotera es necesario recuperar la percepción que los propios actores tienen sobre ciertos elementos, como el papel de los jóvenes y la certidumbre financiera. En este punto, destaca que el 39 por ciento de los actores considera que los jóvenes no muestran interés alguno en dar continuidad a la actividad cacaotera, lo cual puede vulnerar la preservación y reproducción de la actividad patrimonial alimentaria. Esto es relevante porque poder considerar a la actividad cacaotera como una opción de negocio rentable, e incluso como una forma de vida digna para los jóvenes de los espacios rurales, puede ser una estrategia para la inclusión de estos actores y para la sostenibilidad de la producción de cacao en el mundo (Gayi y Tsowou, 2016).

Desde otro punto de vista, en el SIAL Cacao Grijalva, el 37 por ciento de los actores consideran que en la actualidad no se cuenta con certidumbre sobre el comportamiento de mercado que les permita proyectar sus ventas, por lo que, ante este escenario, vislumbran sumamente compleja la posibilidad de generar cambios o innovaciones sobre la actividad. Estos elementos del marco institucional requieren considerarse suficientes para impulsar la innovación, pero en el SIAL Cacao Grijalva no se percibe al momento.

Conclusiones

La innovación es un instrumento de gran importancia para el desarrollo de los sistemas agroalimentarios, ya que les proporciona la capacidad de transformar el conocimiento, e incluso de transformarse a sí mismos, con el fin de hacer frente a las adversidades externas, vislumbrar oportunidades y abonar a la resolución de las distintas problemáticas.

Empero, la implementación de innovaciones se enfrenta a una serie de retos y barreras, en especial en sistemas agroalimentarios con una naturaleza aparentemente "inamovible", como aquellos con denominación de origen (DO) y que tienen un enfoque de conservación patrimonial. Ante este escenario, aparentemente se podría contraponer la innovación, como el caso aquí mencionado. No obstante, este trabajo ha permitido identificar su importancia, si bien se destaca que en los SIAL con DO la innovación no ocurre de forma automática, sino que requiere de una serie de condiciones y elementos que deben conjugarse para construir un andamiaje institucional suficiente para impulsar, en principio, la construcción de un nivel base de capacidades que den paso a ésta. De esta forma, la innovación también se puede insertar en el imaginario de los actores territoriales, a fin de que reconozcan su valía como coadyuvante en el desarrollo.

Los elementos de incidencia en la innovación, como los exógenos abordados en este trabajo, pueden considerarse impulsores mas no facilitadores de la misma. Esta diferenciación es importante, ya que en los SIAL puede existir una necesidad de impulsar la innovación, pero no de impulsar la transformación en la actividad productiva, y menos aún de reconocer los conocimientos o capacidades de los actores locales.

Sin embargo, quizás el reto más grande del SIAL Cacao Grijalva, más allá de impulsar la innovación, sea activar la DO misma, la cual podía considerarse una innovación en sí misma. Empero, para pensar en el desarrollo del sistema cacaotero de Tabasco es necesario construir acuerdos para la dinamización de este sello y sacarlo de la penumbra y el olvido en el que aún se encuentra.

Referencias

Afram Boadi, Sylvester; Mette Fog Olwig; Richard Asare; Aske Skovmand Bosselmann, y Kwadwo Owusu (2022). "The Role of Innovation in Sustainable Cocoa Cultivation: Moving Beyond Mitigation and Adaptation". En *Climate-Induced Innovation. Mitigation and Adaptation to Climate Change*, editado por Manuela Coromaldi y Sabrina Auci, 47-80. Londres: Palgrave Macmillan.

Amaya Corchuelo, Santiago, y Encarnación Aguilar Criado (2012). "La construcción de la calidad alimentaria: tradición, innovación y poder en las DO del jamón ibérico en España". *Revista de Economía Agrícola* 59 (2): 39-52.

Becattini, Giacomo (2004). "Industrial Districts". *A New Approach to Industrial Change*. Londres: Edward Elgar Publishing.

Bitzer, Verena, y Jos Bijman (2015). "From innovation to co-innovation? An exploration of African agrifood chains". *British Food Journal* 117 (8): 2182-2199.

Conejero Paz, Enrique (2016). "Innovación social y nuevos modelos de gobernanza para la provisión de bienes y servicios públicos". *Revista Estado, gobierno y gestión pública* 27: 5-39.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2019). *Geographical Indications for sustainable food systems. Preserving and promoting agricultural and food heritage GIs contribution to sustainability*. Disponible en <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ab32c72b-d051-494a-bf87-8ab21515e23e/content> (consulta: 27 de octubre de 2024).

Fournier, Stéphane (2015). "¿Evaluar ex ante el impacto de una Indicación Geográfica? La dificultad de aprehender los procesos de acción colectiva e innovación dentro de sistemas complejos". *Economías y Sociedades* 37: 1167-1184.

Fournier, Stéphane; Blandine Arvis, y Fanny Michaud (2021). "Innovation in Origin-Protected Localized Agri-Food Systems: Are Individual Initiatives Always to Blame? Case Studies in Mongolia and Peru". *Journal of Innovation Economics & Management* 34 (1): 7-31.

Franzen, Margaret, y Monique Borgerhoff (2007). "Ecological, economic and social perspectives on cocoa production worldwide". *Biodiversity and Conservation* 16 (13): 3835-3849.

Frigolé Reixach, Joan (2014). "Patrimonialización y mercantilización de lo auténtico, dos estrategias básicas en una economía terciaria". En *Construyendo patrimonio cultural y natural. Parques, museos y patrimonio rural*, coordinado por Xavier Roigé, Camila del Mármol y Joan Frigolé, 31-45. Valencia: Germania.

Gayi, Samuel K., y Komi Tsowou (2016). "Cocoa industry: Integrating small farmers into the global value chain". Nueva York y Ginebra: United Nations Conference on Trade and Developmenet (UNCTAD).

Gocci, Alessandro; Christoph Luetge, y Hristos Vakoufaris (2020). "Between Tradition and Sustainable Innovation: Empirical Evidence for the Role of Geographical Indications". *International Business Research* 13 (9): 101-112.

Hernández-Ortega, Marcela; Carla Patricia Plazola-Jacinto, y Lourdes Valadez-Carmona (2022). "State-of-the-Art Chocolate Manufacture". En *Trends in Sustainable Chocolate Production*, editado por Charis M. Galanakis, 1-39. Switzerland: Springer.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) (2016). *Declaración general de protección de la denominación de origen Cacao Grijalva*. Disponible en <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5449991&fecha=29/08/2016> (consulta: 10 de agosto de 2022).

Linck, Thierry (2010). "Los Siales entre apropiación y despojo territorial: hay que darle rumbo al enfoque". *Pampa* 1 (6): 9-25.

Mancini, Maria Cecilia, y Claudio Consiglieri (2016). "Innovation and marketing strategies for PDO products: The case of 'parmigiano reggiano' as an ingredient". *Bio-Based and Applied Economics* 5 (2): 153-174.

Mancini, Maria Cecilia; Filippo Arfini, y Marianna Guareschi (2019). "Innovation and Typicality in Localized Agri-Food Systems: The Case of PDO Parmigiano Reggiano". *British Food Journal* 121 (12): 3043-3061.

Martínez, Laura (2016). "Entre el reconocimiento y el olvido. Reflexiones para el consumo del amaranto en México desde el enfoque SIAL". En *Mercados y desarrollo local sustentable*, coordinado por Marie-Christine Renard, 85-107. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Martínez Salvador, Laura (2021). "Gobernanza territorial y protección institucional para el desarrollo de Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL). Análisis de dos cultivos ancestrales en América Latina: quinoa de Bolivia y cacao de México". *Revista Iberoamericana de Viticultura Agroindustria y Ruralidad* 8 (23): 33-50.

Martínez Salvador, Laura (2022). "Factores de innovación en sistemas agroalimentarios con Denominación de Origen: el caso del chile Yahualica en México". *Eutopía* 21: 52-73.

Martínez Salvador, Laura (2023). "Dimensiones de las protecciones institucionales para el desarrollo de los sistemas agroalimentarios en América Latina". En *Horizontes y Experiencias Agroalimentarias en México*, coordinado por Elena Lazos Chavero y Tlacaélel Rivera Núñez, 323-350. Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.

Martínez Salvador, Laura (2026). "Reconfiguraciones y fallas de la gobernanza territorial en las Denominaciones de Origen (DO) en México. El caso de la DO Cacao Grijalva, en Tabasco". En *Reconfiguraciones socio-espaciales en México: perspectivas contemporáneas de investigación*, compilado por Miguel A. López Leyva, 91-119. Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.

Martínez Salvador, Laura, y Carolina Martínez (2020). "Innovación social en organizaciones cacaoteras en Tabasco, México. Aproximaciones desde la gobernanza territorial y la participación femenina en la agricultura". *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* 30 (55): 1-29.

Martínez Salvador, Laura, y Marcos Flores Pacheco (2022). "Modelos de gobernanza en las denominaciones de origen para el desarrollo territorial. Aproximaciones desde el caso del cacao en América Latina". *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* 32 (60): 1-27.

Méndez, Ricardo (2002). "Innovación y desarrollo territorial: algunos debates teóricos recientes". *Eure* 28 (84): 63-83.

Minarelli, Francesca; Meri Raggi, y Davide Viaggi (2015). "Innovation in European Food SMEs: Determinants and Links Between Types". *Bio-based and Applied Economics* 4 (1): 33-53.

Morales Córdova, David Aarón; Gerardo Torres Salcido, y Arturo Contreras (2016). "Los SIAL y las dinámicas de la gobernanza territorial". En *Territorios en movimiento. Sistemas agroalimentarios localizados, innovación y gobernanza*, coordinado por Gerardo Torres Salcido, 159-175. Ciudad de México: Bonilla Artigas Editores / Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones sobre América Latina y el Caribe.

Muchnik, José (2012). "Sistemas Agroalimentarios Localizados: desarrollo conceptual y diversidad de situaciones". En *Sistemas Agroalimentarios Localizados. Identidad territorial, construcción de capital social e instituciones*, coordinado por Gerardo Torres y Rosa Larroa, 25-42. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

North, Douglass (2006). *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*. México: Fondo de Cultura Económica.

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (1979). *Arreglo de Lisboa relativo a la Protección de las Denominaciones de Origen y su Registro Internacional*. Disponible en <https://www.wipo.int/treaties/es/registration/lisbon/> (consulta: 4 de agosto de 2022).

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (s.f.). *Social Innovation*. Disponible en <https://www.oecd.org/regional/leed/social-innovation.htm> (consulta: 24 de agosto de 2023).

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y Oficina Estadística de las Comunidades Europeas (Eurostat) (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Madrid: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) / Oficina Estadística de las Comunidades Europeas (Eurostat) / Grupo Tragsa.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) y European Statistics (Eurostat) (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. Luxemburgo: OECD Publishing, París/Eurostat.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2019). *Green growth and eco-innovation*. Disponible en <https://www.oecd.org/en/topics/green-technology-and-innovation.html> (constula: 28 de agosto de 2023).

Ramírez-Gómez, Carlos Julián, y Holmes Rodríguez-Espinosa (2021). "Local Public-private Partnerships to Promote Innovation in Agricultural Value Chains: The Case of Cocoa in Colombia". *Revista de Economia e Sociologia Rural* 60 (4): 1-18.

Salcedo, Salomón; Ana Paula De la O, y Lya Guzmán (2014). "El concepto de agricultura familiar en América Latina y el Caribe". En *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Recomendaciones de Política*, editado por Salomón Salcedo y Lya Guzmán, 17-33. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Servicio de Información Agroalimentario y Pesquero (SIAP) y Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) (2020). *Panorama Agroalimentario 2020*. Disponible en <https://pubhtml5.com/vqdk/osny/Panorama-Agroalimentario-2020/#google_vignette> (consulta: 28 de agosto de 2023).

Servicio de Información Agroalimentario y Pesquero (SIAP) y Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) (2022). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Disponible en <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430> (consulta: 28 de agosto de 2023).

Tadeo Sánchez, José Manuel, y Jessica Mariela Tolentino Martínez (2020). "El cacao Grijalva de Tabasco: dinámicas socio territoriales en torno a su producción". *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* 30 (56): 1-25.

Torres Salcido, Gerardo (2012). "La gobernanza de los sistemas agroalimentarios locales". En *Sistemas Agroalimentarios Localizados. Identidad territorial, construcción de capital social e instituciones*, coordinado por Gerardo Torres y Rosa Larroa, 69-85. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

United Nations Statistics Division (UNData) (2023). *Cocoa beans*. Disponible en <http://data.un.org/Data.aspx?d=FAO&f=itemCode%3A661> (consulta: 24 de agosto de 2023).

Vandecandelaere, Emilie; Filippo Arfini; Giovanni Belletti, y Andrea Marescotti (2010). *Uniendo personas, territorios y productos. Guía para fomentar la calidad vinculada al origen y las indicaciones geográficas sostenibles*. Disponible en <https://agritrop.cirad.fr/596230/1/ID596230.pdf> (consulta: 6 de mayo de 2022).

Wijaya, Atika; Pieter Glasbergen; Pieter Leroy, y Ari Darmastuti (2018). "Governance Challenges of Cocoa Partnership Projects in Indonesia: Seeking Synergy in Multi-stakeholder Arrangements for Sustainable Agriculture". *Environment, Development and Sustainability* 20 (1): 129-153.

World Intellectual Property Organization (WIPO) (2013). *Las indicaciones geográficas*. Disponible en <https://www.wipo.int/es/web/geographical-indications> (consulta: 23 de noviembre de 2021).

Transferencia de conocimiento e innovación en sistemas agroindustriales

María Cristina Garza Lagler

Introducción

El objetivo de este capítulo es analizar el proceso de innovación en sistemas agroindustriales, caracterizarlo e identificar los procesos de transferencia tecnológica. Para ello, se eligió como caso de estudio el sistema trigo cristalino del Valle del Yaqui, en la región noroeste de México. El interés de este trabajo recae en la importancia de evidenciar cómo la generación de conocimiento se concentra en estos sistemas, para los cuales las exigencias de mercado y de las instituciones parecieran ir aparejadas a un desarrollo innovador, en el que pocas veces la literatura hace énfasis en su complejidad.

Importancia de la definición de los sistemas agroindustriales

El sector primario en la actualidad hace evidente una serie de transformaciones para atender las exigencias del mercado, lo que lleva a los productores a dejar de producir *commodities* para generar productos diferenciados (Klerkx y Leeuwis, 2008). Esto se refleja en cambios en el contenido, la organización y la institucionalización de la infraestructura del conocimiento agrícola, particularmente en la relación entre usuarios y generadores de conocimiento (Garza, 2015; Gutman y Gorenstein, 2003).

Por lo anterior, el enfoque más preciso para el análisis de estas transformaciones es el de los sistemas agroindustriales. A través de éstos se identifican los recursos que convergen en la producción, transformación, comercialización y consumo de productos dirigidos a la alimentación humana (Grass Ramírez, 2010). Los sistemas

agroindustriales son comprendidos como un conjunto de subsistemas complejos o un conjunto de relaciones y procesos en el que intervienen los productores, sus agentes económicos y las interrelaciones sociales, las cuales se manifiestan a través del flujo por el que transitan los productos hasta llegar al consumidor final, incluyendo proveedores, unidades de transformación agroindustrial y comercializadores. Es importante destacar que las actividades en estas relaciones producen y reproducen poderes económicos asimétricos entre las empresas que intervienen, lo que lleva a la conformación de un sistema jerárquico y cambiante de capitales, donde aquellos con mayores capacidades competitivas imponen su ritmo de acumulación mediante el uso de tecnología (Gutman y Gorenstein, 2003) y el desarrollo del capital social. Dichas actividades pueden identificarse como subsistemas, de los cuales destacan cuatro: producción, relaciones sociales, relaciones institucionales y relaciones con la economía de mercado.

Por ello, la efectiva implementación de la tecnología adquiere un papel relevante ante los cambios mencionados, dentro de los sistemas agroalimentarios en todas sus tipologías, desde la innovación en los productos y en los procesos hasta en la organización, así como en el *marketing* (OCDE y Eurostat, 2005). Es decir, se transita de una producción masificada —cuyos requerimientos tecnológicos y de conocimiento tienen un carácter homogéneo, basado principalmente en la producción— a una diversificada y flexible, en constante actualización y contacto con su demanda para anticipar las exigencias de sus consumidores (Smits, 2002; Klerkx y Leeuwis, 2008; Robles y Garza, 2010) y enfrentar la competencia dentro del mercado.

Innovación en el sector agroalimentario

La innovación es entendida, en términos pragmáticos, como un producto o proceso nuevo o mejorado (o combinación de éstos) que difiere significativamente de los anteriores, y que ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales o de la unidad productiva (OCDE y Eurostat, 2018). Está orientada por la existencia o identificación de oportunidades de mercado o necesidades de la población (OCDE y Eurostat, 2005; Alburquerque, 2008). Este concepto es cada vez más frecuente en la búsqueda para mejorar la competitividad y favorecer el crecimiento económico y la calidad de vida de la población (Velázquez *et al*., 2018; Navarro-Caballero *et al*., 2020; Vega *et al*., 2020).

El concepto de innovación, para su análisis, se operativiza según la perspectiva desde la cual es medida. Es decir, desde la perspectiva de la gestión se estudia el impacto que la innovación tiene en el cambio de la posición de una organización en el mercado; mientras que desde la perspectiva de la economía se examina el porqué las empresas innovan, las fuerzas que impulsan la innovación, los factores que la obstaculizan y los efectos macroeconómicos de ésta en una industria, mercado o economía (OCDE y Eurostat, 2018).

Para comprender el proceso de innovación de un sistema agroindustrial, en el presente estudio se propone una combinación de percepciones entre la visión evolutiva (Nelson y Winter, 1982) y la de sistemas de innovación (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; OCDE, 1997). La primera contempla a la innovación como un proceso dependiente (Dosi, 1982), que se desarrolla a través de interacciones entre varios actores y luego se prueba en el mercado. La segunda visión enfatiza en que el proceso de innovación no es lineal, sino que se basa en aprendizaje y requiere de diversos insumos para la resolución continua de problemas. Estos enfoques son complementarios, pero es importante destacar que, desde la visión sistémica en particular, sobresale la exigencia de enfoques multidisciplinarios e interdisciplinarios para examinar las interdependencias entre los actores, la incertidumbre de los resultados, así como las características evolutivas y dependientes de la trayectoria de los sistemas (OCDE y Eurostat, 2018).

Por su parte, los subsistemas agroalimentarios interactúan y ponen en marcha prácticas innovadoras basadas en aprendizajes y diversos insumos para la resolución de problemas derivados, en parte, de las relaciones de mercado establecidas a partir de la competencia (Galindo,1995). Además, Galindo (2007) señala que entre los factores que influyen positivamente en el cambió técnico y el uso de innovaciones agrícolas se encuentra el contacto con casas comerciales que distribuyen productos para el campo, así como el acercamiento y uso de crédito y financiamiento, el contacto con instituciones relacionadas con el sector agropecuario, los factores socioeconómicos de los productores, la relación con los extensionistas y la exposición a los medios de comunicación. Aunado a lo anterior, Barrera-Rodríguez y colegas (2021) destacan que el mercado es un factor determinante en la adopción de innovaciones en cadenas agroalimentarias específicas, en concordancia con Espejel *et al*. (2014).

En este sentido, la definición de Alburquerque (2008) es más que pertinente, pues señala que la innovación es un proceso social y territorial, en el cual los usuarios del conocimiento interactúan con los productores del mismo. Como tal, este proceso ha sido modelado desde diferentes perspectivas, como es el caso del proceso de innovación de producto que, durante la década de los años sesenta del siglo pasado, emergió desde la necesidad de comprender su diseño y dotarle de una perspectiva más científica al enfoque de los investigadores interesados en el de diseño, desarrollo e innovación de productos (Buijs, 2003).

Debido a lo anterior, los primeros intentos de modelar el proceso de innovación posicionaban a la idea como el elemento detonante; seguido del trabajo realizado en las áreas de investigación y desarrollo; para proceder al ejercicio de diseño, producción y *marketing* de un nuevo producto. Esta visión del proceso de innovación como la suma de eventos implementados en etapas interrelacionadas y procesos consecutivos ha tenido un amplio abordaje y desarrollo (Nelson, 1993; Rothwell, 1994; Ferreira *et al*., 2015). Sin embargo, la innovación como proceso se define no sólo por sus etapas,

sino por la interacción que éstas guardan entre sí y con otros elementos de otros procesos innovadores, como describe la visión sistémica de Edquist y Hommen (1999).

No obstante, los procesos de innovación existentes en los sistemas agroalimentarios se han caracterizado por manifestar una relativa simplicidad y elevados niveles de diversidad, asociados a una escasa actividad interna de innovación (Cassiolato y Martins, 2000); si bien se han registrado algunas excepciones, como el caso de la industria de caña de azúcar de Brasil, cuyo éxito radicó en la interacción de las instituciones, sus acuerdos, la relación con actividades de investigación y desarrollo, la generación de políticas de innovación y estrategias, seguidas por los principales productores en este sistema (Tosi-Furtado *et al*., 2011).

Por lo tanto, este capítulo tiene como objetivo analizar el proceso de innovación en los sistemas agroindustriales, caracterizar sus principales componentes y definir los mecanismos de transferencia tecnológica. Para ello, se utiliza como caso de estudio el sistema agroindustrial del trigo cristalino en el Valle del Yaqui, ubicado en la región noroeste de México.

El caso del sistema trigo cristalino en el Valle del Yaqui, Sonora, México

El Valle del Yaqui, ubicado en la región noroeste de México, se caracteriza por su producción agrícola de altos rendimientos y de gran aceptación en los mercados internacionales (Garza y Taddei, 2016). En él participan alrededor de 29 mil productores, la mayoría registrados como ejidatarios, quienes producen principalmente trigo y maíz y se asocian en organismos para la comercialización. Se identifican siete agroempresas productoras de trigo cristalino para las industrias procesadoras de sémola para pasta y galletas, principalmente. Éstas tienen la capacidad de integrar la producción y la comercialización, todas de origen nacional, aunque una de ellas mantiene vínculos transnacionales.

Según Mordor Intelligence (2022), el mercado global del trigo alcanzó los 52 mil millones de dólares en 2020, el principal comprador es Egipto y el principal productor es Rusia. Por su parte, México es el tercer exportador de trigo cristalino en el mundo, con 2,048,403 toneladas al año; por otro lado, está el trigo panificable, del cual producimos más de un millón de toneladas. Este país produce casi 3,700,000 toneladas de trigo de grano, y Sonora es el líder productor; además, mayo y julio son los meses en los que se obtiene el 78% de la producción (Legiscomex, 2024).

La producción de trigo es vulnerable a dos fenómenos: el clima y los ciclos de la economía internacional. Si bien la producción aprovecha una ventana de oportunidad temprana y, de hecho, la producción de trigo cristalino del Valle del Yaqui es de las primeras en salir al mercado en el mundo, ésta está supeditada a la temporada de lluvias. Por otro lado, el precio se fija mediante el contrato de futuros de la Bolsa de Valores de Chicago; es decir, el trigo cristalino es un *commodity* cuyo valor

depende del uso que se especule que tendrá en el mercado y no de los intereses particulares de comercialización de quien lo produce. Para hacer frente a estos fenómenos, los dividendos obtenidos de la comercialización están sujetos principalmente a los avances científicos que se generan en la región para la obtención de semillas, cuyas ventajas se reflejan en la estructura de costos de producción, siempre que las relaciones de transferencia se efectúen adecuadamente y permitan dar continuidad al proceso de innovación.

Métodos

Ésta es una investigación descriptiva, cuyo objetivo es identificar cómo la construcción y aplicación de conocimiento responde a las necesidades de los productores de trigo en la región de estudio. Para ello, es importante conocer qué se investiga respecto a este grano en la región, quiénes son sus actores principales y, finalmente, quiénes y cómo se benefician de este conocimiento.

La estrategia metodológica se centró en el análisis de tres grupos principales dentro de este sistema: instituciones de investigación y desarrollo, desde la oferta de conocimiento; los productores y las empresas agroindustriales, desde la demanda; y el gobierno, como ente regulador y certificador de los procesos. Cada uno de los anteriores requirió su propia estrategia de acopio y análisis de la información, como se describe a continuación.

Mediante una revisión de la literatura disponible sobre el tema y una consulta con investigadores regionales, se identificaron las instituciones de investigación y desarrollo —públicas y privadas— relacionadas tanto con el trigo como con el Valle del Yaqui. Posteriormente, se seleccionaron sólo aquellos investigadores cuyo trabajo se asocia a las variedades de trigo. Esto dio como resultado un total de quince, de los cuales trece pertenecen al Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP), uno al Centro de Investigación en Mejora de Maíz y Trigo (CIMMYT) y otro al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD).

Dado que la mayoría de los actores en este grupo se encuentran en el INIFAP, se solicitó el acceso a sus instalaciones en el Campo Experimental Noroeste, Norman Borlaug (CENEB), a través de una solicitud de estancia académica entre mayo de 2012 y abril de 2013. De esta forma se llevó a cabo la observación participativa (Bernard, 2006), la cual facilitó la aplicación de entrevistas a profundidad con los investigadores identificados. Hacia 2022 se pudo verificar la proximidad de la vigencia de esta información a partir de una observación realizada en el sitio de estudio.

Cabe destacar que, mediante la observación participativa, se detectó la complejidad de aproximación al CIMMYT; sin embargo, se pudo llevar a cabo una serie de pláticas con técnicos y excolaboradores del Centro, en las cuales se comentó que ellos tienen la misión de generar las líneas genéticas en el Valle del Yaqui y, posteriormente,

Tabla 1. Descripción de variables y componentes del instrumento de acopio de datos

Concepto	Variables	Descripción
Investigación y desarrollo: comportamientos para descubrir nuevas técnicas de producción o mejorar las existentes (Nelson y Winter, 1982)	Motivación	Conocer qué motiva al investigador a realizar su labor
	Oferta y demanda de conocimiento	Al preguntar al investigador al respecto, se identifica el impacto que su trabajo tiene en el ámbito productivo y social
	Institución	Las preguntas están asociadas al conocimiento del entrevistado respecto a la imagen que la institución tiene en la sociedad
	Apoyo y financiamiento	De qué fuentes emerge el apoyo financiero para el desarrollo de la investigación y desarrollo.
Mercado: grupo de compradores y vendedores que intercambian bienes altamente sustituibles entre sí (Shepherd y Shepherd, 2003). Además, los productores que acuden a un mismo mercado presentan capacidad tecnológica semejante (Cabral, 1997).	Mercado	Se pretende conocer las exigencias a las que están expuestas las empresas productoras que, a su vez, se transforman en necesidades de conocimiento
	Investigación y desarrollo	Segmento enfocado a identificar cuál es la relación que guarda la empresa con las instituciones generadoras de conocimiento y su percepción respecto de su trabajo
	Organización	Se enfoca en identificar cómo se toman decisiones al interior de la agroempresa en torno a la demanda de conocimiento, a través de la cual buscan satisfacer las exigencias de sus compradores

Fuente: elaboración propia con resultados de entrevistas a expertos.

pasarlas al INIFAP, donde realizan el trabajo de adaptación, validación y obtención de la nueva semilla. Aunado a ello, se comentó que en el CIMMYT se firma un acuerdo de confidencialidad, esto es muestra del hermetismo existente en el Centro. De ahí que se optara por no insistir y aprovechar sólo la valiosa información recabada a través de los informantes.

Si bien, el interés de la investigación versa sobre el proceso de innovación, el instrumento dirigido a los investigadores giró en torno al concepto "investigación y desarrollo", por lo que la recopilación de información durante el trabajo de campo se valió de variables que permitieran cumplir con el objetivo planteado, mismas que se describen en la tabla 1.

Después, fueron identificados los actores demandantes de los resultados de investigación dentro del sistema agroindustrial. Según Garza y Taddei (2016), en el Valle del Yaqui subyacen siete compradores y acopiadores de trigo cristalino integrados por alrededor de 29 mil productores agrícolas de la región. El concepto clave que dirigió la entrevista a estos actores fue el de mercado, ya que ahí se enfrentan a la diversidad competitiva del sistema y es de donde emanan las necesidades tecnológicas de las agroempresas que participan.

Finalmente, el componente de gobierno que participa como ente regulador y certificador, tanto de la producción como de la reproducción, compra y venta del grano, estuvo representado por autoridades del Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), en el municipio de Cajeme (Sonora, México). Esto debido

Tabla 2. Actores clave en actividades asociadas al trigo en el Valle del Yaqui

Área de colaboración	Actor clave
Gobierno	Distrito de Desarrollo Rural
Oferta de conocimiento público	Personal al frente del área de vinculación
Oferta de conocimiento privado	Propietario de empresa privada
Organismo intermediario de investigación	Jefe del Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola Estatal (PIEAES)
Exigencias del mercado de trigo cristalino	Personal en la gerencia de planta
Demanda de conocimiento	Personal en la gerencia de planta

Fuente: elaboración propia con resultados de entrevistas a expertos.

al papel fundamental que juegan en la interacción entre los generadores de conocimiento (oferta) y las necesidades (demanda) de los productores, derivadas de las exigencias que sus compradores manifiestan respecto de las condiciones con las que debe cumplir el grano (Garza y Taddei, 2016).

La representación de los componentes antes descritos estuvo dada, en el caso de investigación y desarrollo, por el encargado del área de gestión y transferencia de tecnología del INIFAP, por ser el más cercano a la relación entre investigadores y productores. Sin embargo, en lo que respecta a la oferta de conocimiento, en el Valle se ubican dos: una opción privada y otra pública; se entrevistó a los dirigentes de ambas. Por parte de la demanda de conocimiento, representada por el subsistema producción de trigo, se entrevistó a los gerentes generales de las agroempresas. Además, se acudió con el gerente de comercialización de la empresa más representativa de producción de sémola en México, quien, además, tiene una relación cercana con investigadores del INIFAP y del CIMMYT. Finalmente, como representante del componente de gobierno, se acudió a la Jefatura del Distrito de Desarrollo Rural, persona que, por su cargo, conoce las fortalezas y debilidades de las actividades agrícolas y comerciales del trigo (ver tabla 2).

Cabe destacar que en la observación participativa se identificó que dentro de este sistema subyace un subsistema relevante en el proceso de innovación, debido a sus labores intermedias entre los oferentes de conocimiento y los demandantes, además de su amplio conocimiento en la comercialización del grano y la activa participación y apoyo a la investigación. Se trata del Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola Estatal (PIEAES), organización constituida y financiada por productores para incentivar la investigación, la reproducción y el almacenamiento de la semilla. Al respecto, se pudo entrevistar a quien, en turno, lideraba este subsistema.

Una vez concertadas las citas con cada uno de los actores, se aplicó un cuestionario guía para realizar entrevistas a profundidad, cuyos audios fueron grabados —tras previa autorización del entrevistado—, transcritos y reordenados en una matriz de análisis. Los datos fueron procesados y analizados a partir de elementos de la

metodología propuesta por Taylor, Bogdan y DeVault (2015) para el análisis de la narrativa y la construcción teórica, en una aproximación a la técnica de análisis de discurso con base en los lineamientos de la teoría desarrollada por Glaser y Strauss (1967). Para esto, se utilizó el *software* MaxQda versión 11. Se optó por dicha herramienta de análisis ya que, según Van Dijk (2000), concibe el discurso como una forma de acción. Cabe destacar que el análisis del discurso es una metodología que incluye un conjunto de procedimientos sobre un cuerpo previamente delimitado, las cuales experimentan aplicaciones conceptuales y herramientas de interpretación (Sayago, 2014).

Por lo anterior, se partió de la codificación abierta, ya que, de acuerdo con Strauss y Corbin (1998), a través de ésta se identifican y se descubren datos relevantes tanto en los conceptos y sus dimensiones como en sus propiedades. Sayago (2014) lo denomina "etiquetado" y tiene como objetivo identificar y asociar en el discurso los códigos y las acciones en su contexto. De esta forma, se logró la descomposición de 73 códigos para su efectiva examinación. Éstos, a su vez, conforman 16 variables asociadas a cinco conceptos teóricos, que permiten aproximarse a la comprensión del proceso de innovación en sistemas agroindustriales para identificar los procesos de transferencia tecnológica. La descripción de estos elementos se integra en la sección Anexos, donde se destaca la importancia de las variables, la cual radica en el vínculo analítico entre las opiniones y percepciones de los entrevistados y los conceptos teóricos.

Resultados

Las actividades de investigación y desarrollo son un componente clave del proceso de innovación y comprenden todo comportamiento de las firmas para descubrir nuevas técnicas de producción o mejorar las existentes (Nelson y Winter, 1982). En la literatura sobre el tema se les identifica como un área al interior de la organización, o bien externas a ésta, pertenecientes a instituciones de investigación públicas o privadas. Este último es el caso de las agroempresas trigueras del Valle del Yaqui. Es decir, para descubrir nuevas técnicas o mejorar las existentes, estas organizaciones acuden a las instituciones que, desde hace más de ocho décadas, colaboran en la generación de conocimiento en la región, o bien pagan a instituciones privadas para adquirirlo.

Cabe destacar que, en el caso de la producción de trigo del Valle del Yaqui, la innovación es identificada por los actores en las entrevistas como aquella que se concentra en la semilla. Si bien hay procesos de tecnificación y estructuras organizativas, es el desarrollo en la obtención de semillas mejoradas que llevan a cabo las instituciones públicas y privadas lo que, desde la perspectiva del productor, garantiza cumplir con las exigencias del mercado. Desde esta óptica, el proceso de innovación se contempla desde las actividades de investigación y desarrollo, con una oferta y una demanda de conocimiento, dirigida a satisfacer los requerimientos del mercado.

La oferta de conocimiento

La investigación y desarrollo en torno al trigo del Valle del Yaqui se expresa en dos sentidos: en la producción (aplicada) y en las características intrínsecas de la planta (básica). Es decir, se realiza investigación para mejorar los rendimientos, prevenir plagas y enfermedades, controlar malezas y otros fenómenos asociados a la parte del desarrollo del grano; o bien se realiza investigación asociada a la composición y funcionalidad del grano, así como su evaluación y transformación. Cabe destacar la existencia de otros proyectos que, en términos de mercado, no se asocian directamente a los anteriores, ya que dependen más del interés del industrial de la harina, en donde se analiza algún uso de sus subproductos a partir del procesamiento del grano.

La mayor parte del conocimiento en materia del trigo del Valle del Yaqui se expresa principalmente en la variedad de semilla, entendida como aquella que se obtiene de la fecundación de la flor, los frutos o partes de éstos, así como partes de vegetales utilizadas para la reproducción y propagación de las diferentes especies vegetales (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2018). Básicamente, son tres las vías de generación del conocimiento (tabla 3): desde el sector público está el trabajo en conjunto entre el CIMMYT y el INIFAP en el programa de mejoramiento continuo del trigo, en donde el primero genera las líneas para que el segundo obtenga la variedad y la valide. Por otro lado, en la iniciativa privada está Resource Seed International (RSI), empresa conformada por un grupo de productores regionales asociados con un investigador, cuya misión es generar opciones de mercado tanto o más rentables que las que ofrece el sector público. En el tercer grupo se ubican aquellas empresas que proveen o han provisto a algunas agroempresas del Valle con variedades de su propiedad, entre ellas destacan Cargill y Tamisa.

Una característica común entre los dos primeros grupos es que son los únicos en la región de estudio, cuyas variedades cuentan con un certificado de origen y derechos de obtentor de variedades vegetales, por lo tanto, pueden ceder los atributos descritos en los documentos referidos para la reproducción de semilla en categoría habilitada, como establece la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y

Tabla 3. Taxonomía de la investigación y desarrollo del trigo del Valle del Yaqui desde 2013

	Investigación pública	Investigación privada	
Representantes	INIFAP, CIMMYT, CIAD; universidades y tecnológicos como ITSON, UNISON e ITVY	RSI	Empresas nacionales o extranjeras con presencia local
Tipo de investigación	Básica y aplicada (obtención de variedades, control de plagas, malezas, enfermedades, etc.)	Aplicada: obtención de variedades	Aplicada: variedades

Fuente: elaboración propia con resultados de entrevistas a expertos.

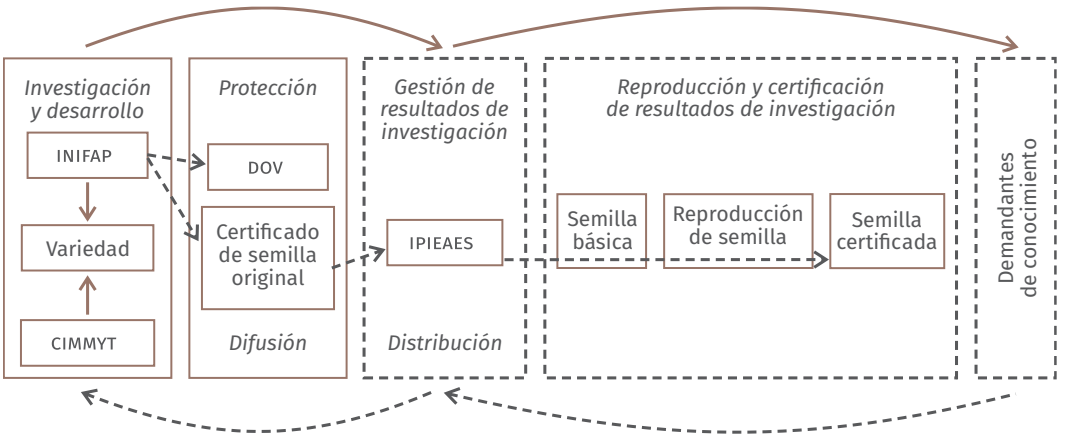


Diagrama 1. Oferta de conocimiento del sector público

Nota: del trabajo conjunto entre CIMMYT e INIFAP se obtiene una nueva variedad. Se registra su obtentor a nombre del investigador y se tramita una etiqueta (certificado) de semilla original. Una vez que se completa el protocolo de certificación, se transfiere esta nueva variedad y todo el conocimiento inmerso en ella al Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES). Éste es el organismo encargado de la reproducción, comercialización y distribución de estas semillas; además, su función es apoyar a la investigación agrícola.

Fuente: elaboración propia con resultados de entrevistas a expertos.

Alimentación (SAGARPA, actualmente Sader). El objetivo de la clasificación de semillas de esta institución es tener un control fitosanitario y de calidad de las variedades vegetales a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).[1]

Así, en el Valle del Yaqui, los organismos generadores de conocimiento (expresado en semilla) provienen tanto del sector público como de la iniciativa privada. Los últimos venden las semillas resultantes de su trabajo de investigación, mientras que los primeros transfieren tecnología, además de ofrecer información privilegiada mediante el proceso de validación (ver diagrama 1).

Cabe destacar que, en la obtención de esta nueva variedad, los investigadores buscan el apoyo de algunos productores de la región que cumplan con ciertas características (tierra propia y gran número de hectáreas) para verificar la viabilidad de las semillas. A cambio, éstos reciben información de primera mano sobre sus atributos y manejo agrícola (diagrama 2).

La experiencia de la iniciativa privada local en la generación de variedades deriva del interés de un grupo de productores del Valle del Yaqui asociados con un investigador experimentado. El objetivo de esta empresa es generar una opción para la producción de trigo en la región. Sin embargo, la empresa no ha generado variedades que destaquen o se diferencien de aquellas propias del sector público. Cabe destacar

1 La etiqueta oficial de certificación de la SAGARPA (hoy Sader) garantiza que la semilla sea de alta calidad y que con ella se obtenga un cultivo sano, vigoroso y uniforme (Sader, 2017).

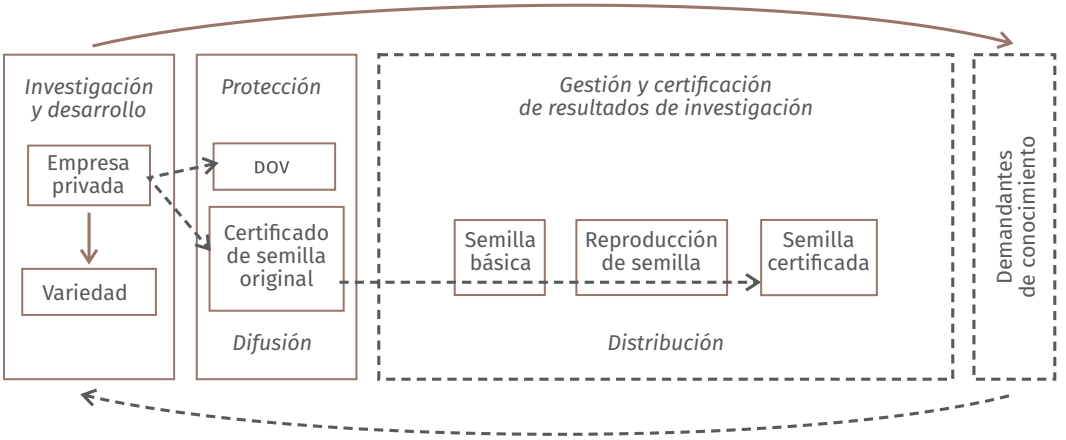


Diagrama 2. Oferta de conocimiento del sector privado local

Nota: la empresa obtiene una nueva variedad, la cual registra a su nombre y obtiene el certificado correspondiente a semilla original. Una vez completado los protocolos de certificación y reproducción, se organiza la venta al público.

Fuente: elaboración propia con resultados de entrevistas a expertos.

la capacidad de esta empresa para generar variedades certificadas como originales y, además, concentrar diversas actividades, como las de investigación y desarrollo, validación y comercialización.

La oferta de conocimiento del sector privado nacional e internacional (diagrama 3) se compone de empresas que pactan algún tipo de acuerdo con productores del Valle para obtener producciones con determinadas características, a fin de garantizar determinada calidad a partir de las variedades que estas organizaciones les ofrecen.

En la región se han registrado interacciones de este tipo, en las que una empresa internacional proporciona semilla de una variedad en particular a un grupo de productores, con la promesa tecnológica de cubrir ciertos atributos que el mercado requiere, especialmente la empresa que les ofrece dicha innovación. Sin embargo, en estas experiencias, las variedades implementadas no cumplen con los estándares establecidos por condiciones asociadas al contexto (exposición a muy altas temperaturas, por ejemplo), el cual difiere de aquél en el que la semilla en cuestión ha sido exitosa.

Otras experiencias dieron como resultado la implementación de variedades que, si bien cumplieron con cosechas con la calidad y las condiciones demandadas, después de cuatro ciclos en promedio perdieron su resistencia a enfermedades y plagas. Esto no es distinto a lo que sucede con cualquier variedad; sin embargo, el costo por estas semillas implica acuerdos que no se les demandan a los productores que utilizan las variedades generadas por los organismos públicos establecidos en la región.

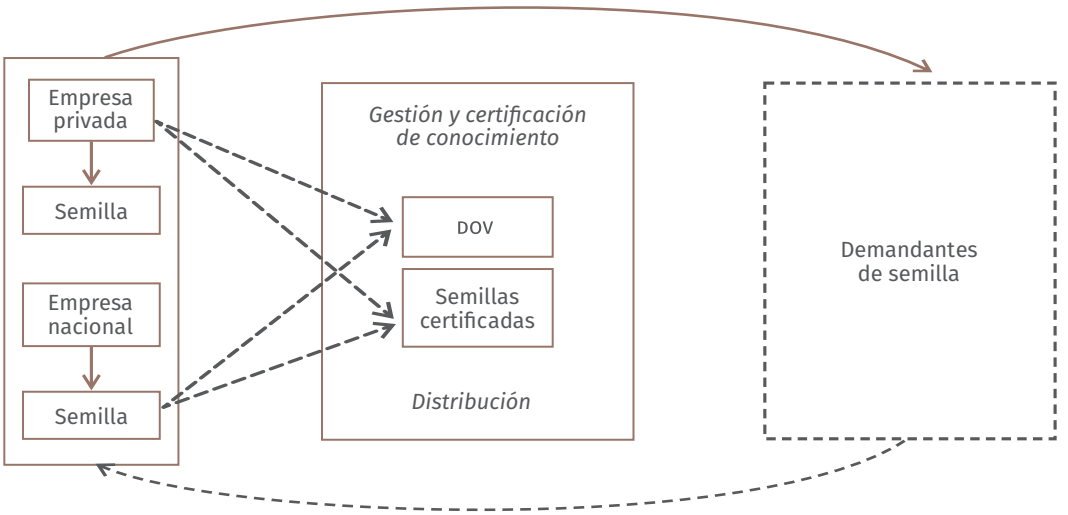


Diagrama 3. Oferta de conocimiento del sector privado nacional e internacional

Nota: las empresas, nacionales o internacionales, poseen semilla certificada y registrada que proporcionan directamente a ciertos productores.

Fuente: elaboración propia con resultados de entrevistas a expertos.

Demanda de conocimiento

La demanda de conocimiento en el Valle del Yaqui en materia de producción de trigo cristalino no proviene de un consumidor final (pastas o galletas), sino de los productores locales, quienes, a su vez, enfrentan dos condiciones: su mercado de destino y la rentabilidad.

Respecto de la primera, las agroempresas acuden a mercados a los que, por su nivel de competitividad, incorporan exigencias asociadas a los avances resultantes de actividades de investigación y desarrollo. Si bien no se dirigen a un consumidor final, son industrias nacionales e internacionales igualmente exigentes quienes demandan un producto con características definidas. En la medida en que cumplan con éstas, se mantendrán en el mercado y, para ello, demandarán conocimiento.

La segunda condición obedece a la naturaleza de cualquier firma. Es decir, las agroempresas del Valle del Yaqui buscan obtener una ganancia haciendo eficientes los recursos con los que cuentan. Esto es, a un precio que se fija en el mercado internacional, venden su producto derivado de una semilla con características tales que, aunadas a una serie de cualidades productivas, la cosecha obtenida satisface las exigencias de sus compradores. Sin embargo, el riesgo financiero al que se enfrentan obedece a cotizaciones variables impuestas por sistemas mundiales en un entorno de especulación; razón por la cual, en la búsqueda por reducir sus costos de producción, optan por medidas que les permitan reducir el uso de insumos; esto pone en riesgo la calidad de su cosecha.

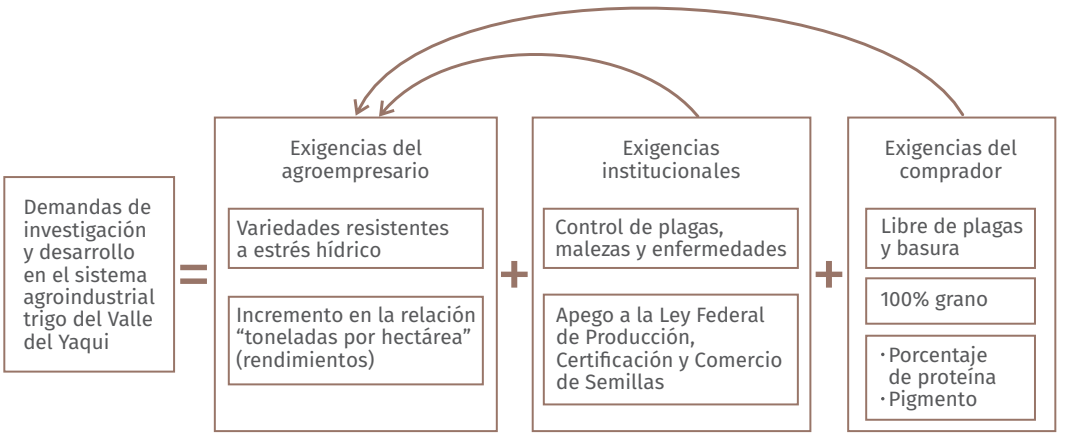


Diagrama 4. Demandas de investigación y desarrollo del sistema agroindustrial

Fuente: elaboración propia con resultados de entrevistas a expertos.

De lo anterior, se identifican las demandas de investigación y desarrollo, las cuales son solventadas, sobre todo, por el sector público. A partir de los resultados del análisis de la información recolectada en el trabajo de campo, y para fines explicativos, las demandas se ordenan en tres grupos en función de su naturaleza, como se expresa en el diagrama 4.

El agroempresario detecta las exigencias de los consumidores, quienes demandan que el grano esté libre de impurezas, enfermedades y plagas, además, que tenga el pigmento y el porcentaje de proteína deseado. Esto último es el rasgo más importante de la calidad en el mercado del trigo. Por otro lado, deberá cumplir con las exigencias que imponen las instituciones gubernamentales, de esta forma, debe apegarse a lo que la Ley de Semillas estipula. Para satisfacer las condiciones anteriores, este agente acudirá a las instituciones de investigación y desarrollo. Debido a la naturaleza y estructura de que disponen dichos centros, están capacitados para atender a las demandas de conocimiento.

Como se ha señalado, las demandas van en dos sentidos: exigencias de mercado y utilidades. Respecto a la primera, como se ha podido observar, el agroempresario acudirá a las instituciones de investigación y desarrollo para solicitar una variedad que garantice el porcentaje de proteína que su comprador (consumidor) exige, además de mantener resistencia a plagas y enfermedades. Sin embargo, en el sentido de rentabilidad, existe una relación inversa entre el rendimiento (toneladas por hectárea) y las características intrínsecas del grano, en particular el porcentaje de proteína. De esta forma, una variedad que garantiza seis toneladas o más por hectárea deberá acompañarse de un cuidado meticuloso que emplee todos los insumos necesarios, algunos en cantidades por encima del promedio. Esto se traduce en mayores costos de producción para el agroempresario, quien espera que éstos puedan ser compensados por algún sobreprecio impuesto al comprador.

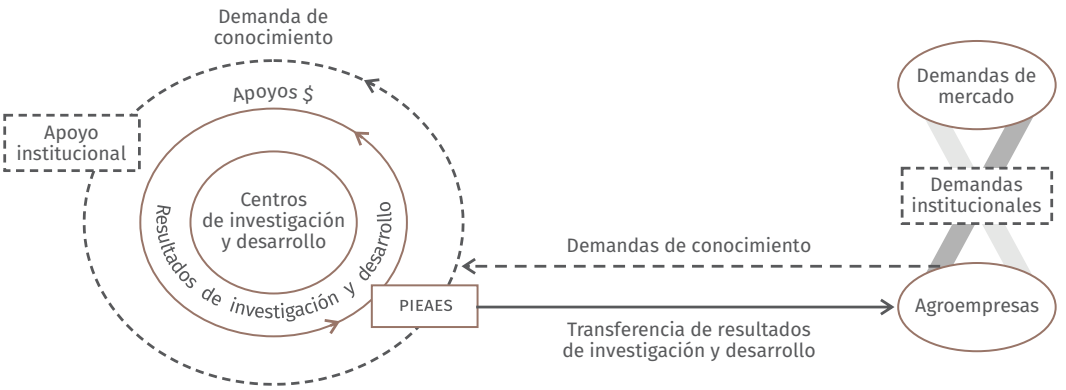


Diagrama 5. Demanda de conocimiento al sector público

Nota: las agroempresas atienden las exigencias de sus compradores mediante una demanda de conocimiento a las instituciones públicas de investigación y desarrollo, a través de un intermediario, el cual tiene una función clave en este sistema, pues además es responsable de la transferencia de los resultados de investigación y desarrollo para cubrir las necesidades de los agroempresarios.

Fuente: elaboración propia con resultados de entrevistas a expertos.

Se identificó que las agroempresas de este estudio tienen la opción de acudir a las instituciones de investigación y desarrollo del sector público, a quienes les manifiestan sus demandas de conocimiento a través del organismo intermediario (PIEAES), principalmente. Éste, además, se responsabiliza de gestionar los apoyos para la investigación y transferencia de sus resultados por medio de las aportaciones de las propias agroempresas a partir del trámite de permiso de siembra (diagrama 5). Cabe destacar que este organismo gestiona la disponibilidad de hectáreas experimentales y productivas de las nuevas variedades requeridas, mismas que son aportadas muchas veces, de manera voluntaria, por parte de los productores.

Si bien las agroempresas tienen acceso al conocimiento generado en las instituciones de investigación y desarrollo del sector público, subyacen otras fuentes con el afán de obtener alguna ventaja con respecto a sus competidoras. Este es el caso expuesto por una empresa compradora de trigo, cuya necesidad de conocimiento consistía en identificar las razones por las cuales la variedad que promocionaba para cultivar en el Valle del Yaqui no resultaba exitosa. Para ello, acudieron los centros de oferta de conocimiento público, quienes identificaron que las prácticas de los agricultores no eran las adecuadas para obtener los rendimientos y proteína que correspondía a esta variedad en particular.

Eventualmente, la empresa compradora de grano (demandante) pactó con los centros públicos regionales (INIFAP) un programa de seguimiento para los productores que manifestaran interés en producir la variedad que ellos requerían, el cual pusieron a disposición en el Valle. Como incentivo para las agroempresas, se ofrece un premio por la producción de grano derivado de esta variedad, siempre que sigan el

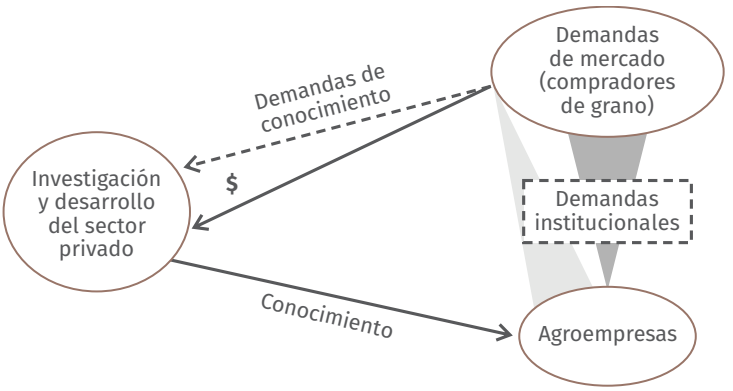


Diagrama 6. Demanda de conocimiento al sector privado: transferencia tecnológica

Fuente: elaboración propia con resultados de entrevistas a expertos.

acompañamiento pactado y obtengan los niveles de proteína que declara la semilla (diagrama 6). Es decir, la demanda le pagará un sobreprecio a la agroempresa que acceda a la transferencia de conocimiento de la institución pública.

Conclusiones

El análisis del proceso de innovación en el Valle del Yaqui para el sistema agroindustrial de trigo partió de identificar las necesidades de conocimiento que prevalecen en la región de estudio y la manera en que éstas se satisfacen. De esta forma, se evidencian las demandas y actividades de investigación y desarrollo en un sentido que concatena la visión evolutiva de Nelson y Winter (1982) con la de sistemas de Freeman (1987) y Lundvall (1992). En éstas, si bien el desarrollo innovador se presenta a través de interacciones entre varios actores, también se hace evidente el aprendizaje y los insumos para la resolución continua de problemas en un proceso iterativo, tal como se pudo identificar a través de los diagramas que muestran los diversos flujos de oferta y demanda de conocimiento en la región de estudio. En cada uno de los diagramas se puede evidenciar lo que Edquist y Hommen (1999) mencionan como la interacción de etapas de innovación, entre sí y con elementos de otros procesos de innovación.

Cabe destacar que, si bien las innovaciones en la agroindustria se pueden identificar tanto en su organización como en la implementación de tecnología, para el caso particular del área de estudio se concentran en una carrera constante por la obtención de una semilla mejorada en rendimientos y calidad, ya que ésta les permite resolver problemas que Galindo (1995) identifica en las relaciones competitivas, además de aquellos relacionados con su contexto, a fin de satisfacer las exigencias del mercado y de las instituciones (Smits, 2002; Klerkx y Leeuwis, 2008; Robles y Garza, 2010). Es decir, requieren una semilla que, por un lado, les provea rendimientos

(mayor volumen por hectárea) y, por otro lado, que garantice la calidad que exige la demanda. Ambas condiciones van en sentido indirecto conforme a la naturaleza del cultivo, y a través del proceso de innovación se trabaja en una mejora constante.

La oferta de conocimiento contemplada desde sus tres fuentes de origen y las interrelaciones de sus componentes destaca la estrecha comunicación con el mercado como factor determinante, no sólo de la adopción de innovaciones, como mencionan Barrera-Rodríguez *et al*. (2021) y Espejel *et al*. (2014), sino de la demanda de éstas, lo cual le otorga a esta región un posicionamiento estratégico respecto a la innovación en el terreno de las semillas de trigo.

La demanda de conocimiento es un proceso social y territorial, en el cual los agroempresarios comunican sus necesidades —es decir, sus exigencias de mercado— a los productores de conocimiento, de acuerdo con la definición de innovación de Alburquerque (2008). Cabe destacar el caso particular de una organización privada que demanda conocimiento a un centro de investigación público para beneficio propio y de una agroempresa. Esta demanda no se expresa directamente en la variedad, sino en la transferencia tecnológica que el investigador proporciona a los productores mediante información aportada en pláticas y asesorías en campo.

Si bien Cassiolato y Martins (2000) identifican que los procesos de innovación de los sistemas agroalimentarios son primordialmente simplistas, asociados a una escasa actividad interna de innovación, esto no se identifica en el sistema agroindustrial de trigo del Valle del Yaqui. Aunque requiere atención e investigación respecto a otros elementos ajenos al del objetivo de este capítulo, es clara la complejidad y riqueza que subyace en materia de generación y transferencia de conocimiento innovador en esta región.

Referencias

Alburquerque Francisco (2008). "Innovación, transferencia de conocimientos y desarrollo económico territorial: Una política pendiente". *Arbor* 184 (732): 687-700.

Barrera-Rodríguez, Adriana; Adán Guillermo García-Ramírez; Venancio Cuevas-Reyes, y Anastacio Espejel-García (2021). "Modelos de innovación en la producción de café en la Sierra Norte de Puebla-México". *Revista de Ciencias Sociales* 27 (3): 443-458.

Bernard, H. Russell (2006). "Research Methods in Anthropology". *Qualitative and Quantitative Approaches*. Nueva York: AltaMira Press.

Buijs, Jan A. (2003). "Modelling Product Innovation Processes, from liner logic to circular chaos". *Creativity and Innovation Management* 12 (2): 76-94.

Cabral Luis (1997). *Economía industrial*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2018). Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas. *Diario Oficial de la Federación*.

Cassiolato, José, y Helena Martins Lastres (2000). "Local Systems of Innovation in Mercosur Countries". *Industry and Innovation* 7 (1): 33-53.

Diario Oficial de la Federación (DOF) (2018). Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas. Ciudad de México: DOF.

Dosi, Giovanni (1982). "Technological paradigms and technological trajectories". *Research Policy* 2: 147-162.
Edquist, Charles, y Hommen Leif (1999). "Systems of innovation: Theory and policy for the demand side". *Technology in Society* 21 (1): 63-79.
Espejel-García, Anastacio; Venancio Cuevas-Reyes; Manrrubio Muñoz-Rodríguez; Ariadna Barrera-Rodríguez; Fernando Cervantes-Escoto, y Eliseo Sosa-Montes (2014). "Sistema Regional de Innovación y Desarrollo Rural Territorial; pequeños productores de leche del Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo, México". *Spanish Journal of Rural Development* (2): 1-14.
Ferreira, Joao; Cristina Fernandes; Helena Alves, y Mario Raposo (2015). "Drivers of innovation strategies: Testing the Tidd and Bessant (2009) model". *Journal of Business Research* 68 (2015): 1395-1403.
Freeman, Christopher (1987). "Technical Innovation, Diffusion, and Long Cycles of Economic Development". En *The Long-wave Debate*, editado por T. Vasko, 295-309. Berlín: Springer.
Galindo, Guillermo (1995). "Uso de innovaciones agrícolas en la región central de Zacatecas, México". *Fitotecnia Mexicana* 18: 140-150.
Galindo, Guillermo (2007). "El servicio de asistencia técnica a los productores de chile seco en Zacatecas". *Convergencia* 14 (43): 137-165.
Garza, Cristina (2015). "Intermediarios de Innovación en el Valle del Yaqui, México". En *Redes regionales de conocimiento e innovación*, coordinado por Álvaro Bracamonte y Jorge León, 149-170. Hermosillo: CIAD-COLSON.
Garza, Cristina, y Cristina Taddei (2016). "Definición del mercado de trigo cristalino del Valle del Yaqui, México". *Economía: Teoría y práctica* 44: 193-215.
Glaser, Barney, y Anselm Strauss (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Chicago: Aldine.
Grass Ramírez, José Fernando (2010). "El enfoque de sistemas agroindustriales". *Textual* (59): 123-136.
Gutman, Graciela, y Silvia Gorestein (2003). "Territorio y sistemas agroalimentarios. Enfoques conceptuales y dinámicas recientes en la Argentina". *Desarrollo Económico* 42 (168): 563-587.
Klerkx, Laurens, y Cees Leeuwis (2008). "Balancing multiple interests: Embedding innovation intermediation in the agricultural knowledge infrastructure". *Technovation* 28 (6): 364-378.
Legiscomex (2024). "México ocupa el tercer lugar mundial en la exportación de trigo". Disponible en <https://www.legiscomex.com/Documentos/mexico-ocupa-tercer-lugar-mundial-exportacion-trigo-abr-06-16-12not#:~:text=El%20trigo%20grano%20es%20el,de%20un%20mill%C3%B3n%20de%20toneladas> (consulta: 12 de marzo 2024).
Lundvall, Bengt-Ake (1992). *The Learning Economy and the Economics of Hope*. Nueva York: Anthem Press.
Mordor Intelligence (2022). *Análisis de tamaño y participación del mercado de semillas de granos: tendencias de crecimiento y pronósticos hasta 2030*. Hyderabad: Mordor.
Navarro-Caballero, Mayra; Lissette Hernández-Fernández; Evaristo Navarro-Manotas, y Jairo Hernández-Chacín (2020). "Innovación en las micro, pequeñas y medianas empresas familiares del sector manufacturero del Atlántico-Colombia". *Revista de Ciencias Sociales* XXVI (4): 124-144.
Nelson, Richard (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford: Oxford University Press.
Nelson, Richard, y Sidney Winter (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Massachusetts: Harvard University Press.
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (1997). *OECD workshops on the economics of the information society*. Seúl: OCDE.
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y Oficina Estadística de las Comunidades Europeas (Eurostat) (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Madrid: Organización para la Cooperación

y el Desarrollo Económicos (OCDE) / Oficina Estadística de las Comunidades Europeas (Eurostat) y Grupo Tragsa.
Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) y European Statistics (Eurostat) (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. Luxemburgo: OECD Publishing París / Eurostat.
Robles, Jesús, y Cristina Garza (2010). "Nuevas condicionantes en las organizaciones de los sistemas alimentarios: el caso del sistema vid de mesa de Sonora". En *Bienestar y desarrollo en el siglo XXI*, coordinado por Luis Huesca Reynoso, 191-206. Hermosillo: CIAD / Plaza y Valdés México.
Rothwell, Roy (1994). "Towards the fifth-generation innovation process". *International Marketing Review* 11 (1): 7-31.
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader) (2017). "¿Qué es la certificación de semillas?". Disponible en <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-la-certificacion-de-semillas-101252#:~:text=Una%20vez%20aprobada%20la%20inspecci%C3%B3n,-son%20certificadas%20por%20el%20SNICS> (consulta: 13 de marzo 2024).
Sayago, Sebastián (2014). "El análisis del discurso como técnica de investigación cualitativa y cuantitativa en las ciencias sociales". *Cinta moebio* 49: 1-10.
Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2022). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Disponible en <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430> (consulta: 2 de junio de 2023).
Shepherd, William, y Joanna Shepherd (2003). *The Economics of Industrial Organization*. Illinois: Waveland Press.
Smits, Ruud (2002). "Innovation studies in the 21st century: Questions from a user's perspective". *Technological Forecasting and Social Change* 69 (9): 861-883.
Strauss, Anselm, y Juliet Corbin (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage.
Taylor, J. Steven; Robert Bogdan, y Marjirie DeVault (2015). *Introduction to qualitative research methods: a guidebook and resources*. Nueva Jersey: Wiley.
Tosi-Furtado, André; Mirna Gaya-Scandiffio, y Luis Barbosa-Cortez (2011). "The Brazilian sugarcane innovation system". *Energy Policy* 39 (1): 156-166.
Van Dijk, Teun A. (2000). *El discurso como interacción social*. Barcelona: Gedisa.
Vega, Javier Eduardo; María del Carmen Bautista, y María del Carmen Martínez (2020). "Orientación emprendedora en la innovación de las pequeñas y medianas empresas en México". *Revista de Ciencias Sociales* XXVI (4): 97-114.
Velázquez, Judith Alejandra; Erika Cruz, y Elva Esther Vargas (2018). "Cooperación empresarial para el fomento de la innovación en la pyme turística". *Revista de Ciencias Sociales* XXIV (3): 9-20.

Anexo

Descripción de los códigos identificados en las entrevistas a actores clave en las actividades asociadas al trigo cristalino del Valle del Yaqui

Actividad inventiva. Labor constante de los investigadores para satisfacer las necesidades de investigación y desarrollo de los productores.

Alianzas estratégicas. Cuando un organismo, en el mismo campo de acción, se asocia con otro en espera de obtener beneficios o de potencializar los existentes. Por ejemplo: unión de productores para generar semillas (RSI), AOASS y CarGill y el PIEAES e INIFAP.

Análisis de mercado. Estudio previo a cualquier decisión que se tome. Es necesario analizar las opciones.

Aplicación práctica. La investigación que se genera en torno al Valle del Yaqui tiene una aplicación práctica.

Aprendizaje. Es la experiencia que les permite a las agroempresas administrar su riesgo.

Asociaciones/productores. Son la estructura productiva de las agroempresas.

Calidad. Características que demandan los mercados especializados como la importación o la industria: color, proteína, gluten. Ya sea que la tengan o no.

Capacidad industria. La industria (sémola) tiene capacidad para acopiar y segmentar los trigos según sus porcentajes de proteína.

Castigo. Término empleado para describir la acción del industrial (comprador) a negarse a pagar un sobreprecio por un grano que no cumple con sus exigencias.

Centros de investigación y desarrollo. Grupo de investigadores, CIMMYT, INIFAP; su historia, reconocimiento y trabajo.

Coinversión. Modelo de coinversión entre el principal comercializador de trigo en la región y Cargill.

Comercialización. Cómo se realiza la venta de grano, cómo se realiza la compra (industria).

Comercialización semilla. Comercialización de semilla mejorada, tanto desde el sector privado como del público.

Competitividad. Acciones que incrementan el potencial de los actores para hacer frente a los retos que impone el mercado.

Costos de producción. De cómo puede reducirse el costo de producción y ser más competitivo al ser eficiente en la elección de tecnología.

Derechos de autor. Se emplea para referir a los derechos de obtentor de variedades vegetales: beneficios y la dificultades de hacerlos valer por parte de los

obtentores, ante la característica de la semilla de trigo, que permite su reproducción para autoconsumo.

Diferenciación de producto. Acciones que se hacen en la fase productiva para hacer frente a la rivalidad, ya sea con el uso de una variedad en particular o con la inversión en insumos o en técnicas novedosas.

Distribución de la producción de trigo cristalino México. El noroeste de México es el principal productor de trigo en el país. El Valle, Sonora, es el principal exportador.

Diversificación. Diversificación de mercado (pecuario, exportación, industria) en las semillas (PIEAES versus RSI) y entre tipos de trigo, tanto para Sonora como para otras entidades. Todo según lo que el mercado determine.

Enfermedades. En dos sentidos: las enfermedades que debe (o deja de) resistir una variedad y las que son una amenaza ante un valle sembrado con una sola variedad.

Estrategia. Acciones de las que se valen para tener éxito en la comercialización, tanto para la exportación como para la industria (*joint venture* y la selección de productores para el seguimiento productivo de grano de proteína).

Ética institucional. Compromiso del INIFAP con los productores.

Experiencia y renombre. Para las agroempresas, con la experiencia viene el conocimiento. Importante para los mercados internacionales, casi tanto como mantener un renombre.

Grano. El producto de la siembra de semilla es el grano. Es empleado con regularidad para referirse a la producción y como sinónimo de variedad.

Greenseeker. Tecnología que busca hacer eficiente el uso de insumos.

Incursión en nichos especializados. Cuando en la comercialización se acude a mercados muy exigentes, como el de la exportación.

Información. Conocimientos generados en los centros de investigación y desarrollo y que sirven de ayuda para las agroempresas.

Información de mercado. Información que se obtiene del mercado.

Iniciativa privada. Agente que, con capital propio, incursiona en la generación de variedades de trigo.

Inspección y regulación. El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas valida el proceso de la obtención de una nueva variedad, reproducción y siembra.

Integración vertical. Una ventaja en el mercado puede ser la integración desde la etapa productiva.

Inversión. Se refiere a la inversión de insumos para la producción, ya sea para lograr un nivel de calidad o para obtener una variedad nueva.

Investigación. Tipo de investigación que se genera en el Valle.

M. Exportación. Características del mercado y problemas de incursionar en ellos.

M. Harineros. Características del mercado y problemas de incursionar en ellos.

M. Industria Pastas. Industria que enfrenta el problema de la falta de proteína (calidad) de los trigos.

M. Pecuario. Principalmente para porcícolas, de manera reciente para el sector acuícola. No demanda calidad.

Manejo de siembra. Técnica o técnicas para obtener un buen producto.

Márgenes de operación. Los márgenes en una operación de trigo cristalino son mayores que en una de trigo suave.

Mercados. El trigo tiene tres salidas, cada uno impone sus exigencias.

Normatividad. Serie de requisitos legales que se siguen desde la siembra hasta la comercialización.

Paquete tecnológico. Solicitud y uso de éste.

Participación en mercado. Experiencia desde la agroempresa para decidir el destino de la producción.

Participación del gobierno. Papel del gobierno, apoyo y exigencias (vigilancia), tanto en la producción como en la generación de semillas y su comercialización.

Planeación. Se planea para acudir al mercado (pecuario, exportación, industria) y para reproducir semilla.

Precio. Cuál es el precio (Chicago + apoyo ASERCA), dificultades del precio, tanto en la comercialización de grano como de la semilla.

Producción. Hace referencia a las hectáreas sembradas, insumos e inversión para la producción.

Rendimiento. Relación de toneladas de grano por hectárea.

Rentabilidad. Conveniencia en términos económicos por parte del productor para sembrar una u otra variedad.

Rivalidad. Competencia: cómo compiten y qué ventajas tienen en esa competencia, tanto en la exportación como en la industria (sémola). Cómo compiten los productores (invierten en semilla certificada, para acudir a la exportación).

Sector público. Participación de apoyos gubernamentales y del sector productivo para que CIMMYT e INIFAP generen nuevas variedades.

Seguridad alimentaria. Preocupación por la alimentación en el futuro que, a su vez, compromete la labor de los investigadores.

Semilla. Una vez obtenida la nueva variedad, se reproduce la semilla. ¿Cómo se reproduce? ¿Quién es responsable? ¿Por qué o para qué?

Semilla de autoconsumo. Las características de la semilla de trigo permiten su reutilización. La ley lo permite. De esta manera, el productor puede guardar la semilla para los siguientes ciclos y reproducirla hasta venderla, sin pagar regalías al inventor.

Sistemas de riego. Tecnología que busca hacer eficiente el uso del recurso agua.

Sobreprecio. Recompensa (premio) que se paga o debería pagar por los atributos de la producción (pigmento, proteína) o para incentivarla (compensar inversión en insumos para satisfacer exigencias del mercado).

Tamaño de mercado de trigo cristalino en el mundo. Oferta mundial de trigo cristalino respecto de harineros y el papel de México en el comercio internacional.

Tecnologías limpias. Se les percibe como una alternativa para satisfacer a aquellos consumidores que buscan opciones amigables con el medio ambiente.

Tendencias. Hacia dónde se dirigen las exigencias del mercado.

Tenencia de la tierra. Segmentación del territorio del Valle del Yaqui destinado a la producción.

Tipos de trigos. Trigos que pueden ser de tipo harinero o cristalino.

Tomar alguna decisión. Cómo se abordan los riesgos de acudir a determinado mercado.

Transferencia tecnológica. Conocimiento que va de su generador (empresa o centro de investigación y desarrollo) al sector productivo, principalmente representado por la variedad.

Uso de la tecnología. Conocimiento que se plasma no sólo en la variedad, sino en el uso o implementación de otros avances.

Validación. Cómo se da la validación y con quién. Es necesario validar las variedades generadas y, para ello, se acude a los productores que puedan ofrecer hectáreas para esta labor. También está el caso de los productores apoyados directamente por la industria, para que validen la variedad que a ésta le conviene que produzcan. Para esto, es importante que los productores cumplan con ciertas características (tierra propia y amplio número de hectáreas).

Valor agregado. Se refleja de diferente manera en dos mercados de destino: en la exportación implica seguimiento a un comprador en caso de que requiera algo muy específico. Para el industrial significa mayor porcentaje de proteína, si es el caso, están dispuestos a pagarlo.

Variedad. Características de la variedad (de las de INIFAP o las de RSI).

Variedad comercialización. Es la semilla cuya variedad se generó en el Valle o se trajo de otra parte para su comercialización.

Variedad investigación y desarrollo. El tema de variedades va de la mano con su generación, a partir de las demandas de investigación y desarrollo.

Variedad mercado. Variedades que satisfacen las exigencias del mercado, ya sea generadas en el Valle o traídas para satisfacer alguna exigencia.

Variedad sembrar. Se refiere a la conveniencia de sembrar determinada variedad, la toma de decisión de esta acción y el problema de sembrar una variedad en todo el valle.

Vinculación. Son las actividades mediante las cuales se comunican las demandas de conocimiento.

Volumen de producción. El volumen de producción de los productores determina su participación en los programas de validación de las variedades, actividad que les permite un acercamiento con las instituciones de investigación y desarrollo.

Globalización y transferencia tecnológica en la agricultura de invernadero en Querétaro

Eliza Dexter Cohen
Claudia Marcela Jerez Morales
Rebeca de Gortari Rabiela
Juan Luis Hernández Pérez[1]

Introducción[2]

Desde las políticas de ajuste estructural de los años 1980 hasta ahora, el mercado mundial se convirtió en el punto de referencia para la agricultura comercial mexicana, de manera que inversores, productores e instituciones públicas han dirigido sus esfuerzos a la exportación de hortalizas para consumo del Norte global, en particular de Estados Unidos, como el motor principal para promover el crecimiento económico (Llambi, 1994).

La profundización de la globalización y de las políticas de apertura comercial en México, a partir de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994, dio origen a un proceso de reconversión productiva hacia un régimen más tecnificado y enfocado a las exportaciones de cultivos selectos o de lujo, en especial hortalizas, en distintas regiones agrícolas del país, cuyo objetivo inicial sería generar divisas a partir del comercio para financiar el crecimiento y desarrollo nacional. Recientemente, este proceso fue refrendado por el gobierno mexicano y el sector agroexportador privado con la renegociación y modernización del TLCAN en el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC) (Hernández Pérez, 2019; Hernández Pérez, 2021).

1 Autor de correspondencia.

2 Una parte sustantiva del texto, incluyendo gráficas, cuadros e ilustraciones, se desprende de la tesis *La producción de jitomate de invernadero de alta tecnología en Querétaro en el contexto de la financiarización de la agricultura: evidencias, retos y propuestas hacia la sostenibilidad*, presentada por Eliza Dexter Cohen en el posgrado de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México en 2024.

El proceso de reconversión agrícola ha avanzado en un sector del campo mexicano en las últimas dos décadas, a partir de la búsqueda de cambio y modernización sustancial en el modelo productivo-tecnológico. Un reflejo de estas tendencias es el uso cada vez mayor de los invernaderos de alta tecnología en el sector de hortalizas, que han emergido como la nueva punta de lanza agrocomercial debido a sus ventajas productivas, como son su alta productividad, adaptación a presiones climáticas y estandarización en el mercado. En el sector jitomatero en particular, esta tecnología se ha convertido en un motor significativo para su competitividad como sector de exportación de México a Estados Unidos y a Canadá, aunque en menor medida (Llambi, 1994; Byé y Fonte, 1994).[3]

En este contexto, el estado de Querétaro forma parte de las entidades del país que tienen un rol estratégico en la exportación de hortalizas de alto valor. La región del Bajío cuenta con ventajas comparativas y competitivas, como clima y temperatura óptimos, tierra y agua abundantes, ubicación e infraestructura estratégica, mano de obra abundante y cultura empresarial. De hecho, actores empresariales y gubernamentales han utilizado la acción de un conjunto de variables como la tecnología agrícola y la innovación para garantizar una mayor productividad y rentabilidad, lo cual ha sido posible debido a nuevas fuentes de financiamiento. En este sentido, la agricultura protegida relacionada con invernaderos intensivos de alta tecnología es un factor importante para aumentar los niveles de competitividad de la agricultura queretana y para la integración y ascenso comercial de las empresas agrícolas en los mercados nacionales e internacionales.

Hoy en día, la agricultura de Querétaro destaca entre los primeros lugares a nivel nacional en la producción de diversos cultivos. De igual forma, la entidad sobresale como un referente en la tecnificación de la agricultura protegida. En particular, la producción del jitomate en invernaderos de alta tecnología se ha convertido en una de las cosechas más importantes de la región en los últimos años, lo cual demuestra el alto potencial agroexportador mediante la agricultura protegida con el uso sofisticado de la tecnología.

En este contexto, esta investigación busca contribuir al estudio de los procesos de transferencia tecnológica e innovación en el sector agrícola del estado de Querétaro en el contexto de la globalización. Se estableció como objetivo principal identificar los mecanismos de estos procesos entre Países Bajos y México en el sector jitomatero, así como su relación con la integración comercial de las empresas agrícolas queretanas en el mercado de Estados Unidos. En particular, la investigación se enfoca en los procesos de transferencia tecnológica relacionada con la agricultura protegida

3 En este artículo, se utiliza el término "jitomate" para referir al tomate rojo. Esta industria no ha tocado el sector de tomate verde ni de cáscara.

en invernaderos intensivos de alta y media tecnología que ocurrieron en empresas instaladas en el parque Agropark.

La hipótesis planteada es que el proceso de transferencia tecnológica y de "tropicalización" de paquetes tecnológicos internacionales, en particular de origen holandés, relacionados con los invernaderos intensivos de alta y media tecnología, ha sido impulsada a partir del establecimiento de empresas agrícolas mexicanas nuevas, con antecedentes en el sector manufacturero y sin tradición agrícola previa, que buscan integrarse en la exportación de hortalizas en pos de una mayor rentabilidad y que han favorecido la reconversión y modernización de la agricultura queretana.

Para responder a la hipótesis, se recolectó y analizó información cuantitativa y cualitativa. El primer paso fue integrar una base de datos a partir de la información estadística obtenida de documentos e informes gubernamentales y privados sobre la agricultura queretana. La mayoría de estos datos se retomaron del portal electrónico del Servicio de Información Agroalimentaria de Consulta (Siacon) a cargo de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader). Además, se utilizaron informes de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Querétaro y del gobierno estatal. También se consultaron reportes estadísticos de las principales asociaciones de productores privados en el ramo de la agricultura protegida, como es el caso de la Asociación Mexicana de Horticultura Protegida (AMHPAC), entre otras. A partir de dicha información y bases de datos, se analiza la especialización agrícola relacionada con los invernaderos.

En lo que respecta a los datos cualitativos, se revisó detalladamente información documental, hemerográfica, videográfica, bibliográfica y digital; por ejemplo, libros, tesis, periódicos, memorias, planes y programas de gobierno, sitios de Internet, *blogs*, redes sociales y revistas especializadas.

De forma paralela, se realizaron treinta entrevistas semiestructuradas a actores sociales clave de tres sectores de la industria: agroindustria, inversores financieros y gobierno o funcionarios públicos, además de informantes contextuales (que incluye a miembros comunitarios), para acercarse más al desarrollo agrícola y tecnológico en la región.

En este análisis se utilizó el método de rastreo de procesos para identificar mecanismos de transferencia e implementación de tecnología en el proyecto Agropark, ubicado en Colón, Querétaro. Con base en la historia de un caso, se hizo un mapeo de actores para identificar las redes sociales de quienes participaban en este sector, así como una revisión documental para caracterizar el panorama tecnológico nacional en el que se inserta este caso. Se identificó una clara relación marcada entre Países Bajos y México, la cual ha constituido una vía central de transferencia de tecnología. Agropark representa un proyecto considerado como "la punta de lanza del sector", que refleja un futuro potencial de la mecanización de la agricultura contemporánea en la producción de hortalizas en México. A partir de esta investigación, se muestra que los mecanismos de transferencia de invernaderos de alta tecnología a México incluyen la tecnología dura y el conocimiento.

La investigación se complementa con observación participante en distintos invernaderos agrícolas, plantas congeladoras y empacadoras; en reuniones con productores en sus oficinas; en ferias, seminarios y simposios agrocomerciales y de investigación, como la exposición agroalimentaria GreenTech Americas, enfocada exclusivamente en la agricultura protegida, y el Congreso Nacional de AMHPAC (Asociación Mexicana de Horticultura Protegida, A. C.).

La investigación está estructurada en cuatro apartados y las conclusiones. El primero aborda el marco teórico relacionado con los procesos de transferencia tecnológica y las cadenas de valor en el régimen agroalimentario corporativo. En el segundo apartado se examinan las características y tendencias recientes en la producción agrícola en invernaderos de alta tecnología en México, particularmente en el sector jitomatero. En el tercer apartado se explica cómo se ha dado el desarrollo y la transferencia de tecnología en la agricultura del estado de Querétaro y cuáles son sus efectos. En el cuarto y último apartado se describe el proceso de transferencia y "tropicalización" de la tecnología de invernaderos en la agricultura protegida queretana. Finalmente se ofrecen las conclusiones y algunas propuestas.

Marco teórico: transferencia tecnológica y régimen agroalimentario corporativo

La tecnología es un factor esencial tanto en la implementación de nuevos procesos productivos como en su reestructuración, ya que ofrece la posibilidad de elevar la producción y la productividad de las empresas. Su importancia es tal que hoy en día el crecimiento económico de los países se basa, en gran parte, en el desarrollo tecnológico y en su capacidad de innovación, más que en sus propios recursos naturales, como lo era antaño. Esto ha modificado el esquema de las ventajas comparativas de las naciones, el cual actualmente se centra en las competitivas.

Es importante señalar que, desde fines de la década 1980, el desarrollo tecnológico se convirtió en el factor dominante del proceso económico en la globalización. La tecnología es actualmente el nuevo eje dinámico del comercio internacional y la base principal de la nueva división global del trabajo, debido a que hace posible fraccionar y dispersar la producción en el espacio: "las ventajas que se obtienen de ser el propietario de la novedad científico-tecnológica, así como de desarrollar y utilizar el conocimiento científico tecnológico y las ventajas naturales o las ventajas basadas en la dotación de factores tienden a ser relativamente menos importantes" (Amin, 2009: 2-3).

El desarrollo tecnológico no sólo implica innovar en la frontera del conocimiento, sino también considerar la habilidad de las empresas para acceder al *know-how* (saber cómo) tecnológico. Esto involucra otros factores, como fomentar y mejorar las capacidades tecnológicas de las empresas y proveedores, sus conductas tecnológicas, sus procesos de aprendizaje, los procesos de transferencia de tecnología y la gestión

del conocimiento. En particular, la transferencia de tecnología es uno de los factores centrales en la actualidad para alcanzar una sociedad y economía del conocimiento, especialmente en los países en desarrollo.

Según Bozeman (2000), la transferencia de tecnología se refiere a los vínculos, interacciones o intercambios cooperativos de información, conocimiento y tecnología que establecen dos o más organizaciones para trasladar *know-how*, conocimiento técnico, conocimiento científico o tecnología de una configuración organizacional a otra. Otros estudios consideran la transferencia como un proceso basado en la comercialización de derechos de propiedad intelectual, por medio de acuerdos de propiedad de patentes, *spin-off* académicos e ingresos derivados de licencias y regalías derivadas de tecnologías creadas en la academia (Jaffe *et al*., 1993).

No obstante, la transferencia de tecnología en el marco de la economía actual conlleva algunas ventajas y desventajas; estas últimas asociadas a cuestiones de poder en los procesos de difusión, adaptación y producción. Pérez (1996: 23) plantea que, en América Latina, la "condición básica" para la modernización es que la industria pueda independizarse del Estado, y que los momentos de transición tecnológica representen "la mejor oportunidad para intentar un salto en el desarrollo". Sin embargo, Suescún (2022: 85) nota que, debido a la "desigual diseminación del progreso tecnológico", el desarrollo en la "periferia" (países "en vías de desarrollo") no es igual que las primeras etapas en el desarrollo del "centro" (países "desarrollados"). Por ejemplo, Fu, Pietrobelli y Soete (2010) exponen que la importación de la tecnología (e inversión en ella) extranjera corre el riesgo de desincentivar la inversión de firmas domésticas en investigación y desarrollo para ser independientes.

En los países menos desarrollados, los cambios tecnológicos actuales se introducen, sobre todo, por medio de transferencia internacional de tecnología proveniente de los países más avanzados y sus empresas, y la tecnología desarrollada con capacidades locales tiene menor participación. Cabe señalar que la transferencia de tecnología no ocurre instantáneamente, sino que necesita tiempo para asimilarse e implantarse en sus diferentes etapas (Sánchez, 2016).

La transferencia de tecnología está planteada como una contribución a las metas nacionales de los países periféricos. La Organización de la Alimentación y la Agricultura plantea que los "sistemas de producción intensiva" serán necesarios para satisfacer la creciente demanda internacional (OECD y FAO, 2023). De manera que las economías emergentes deben utilizar una mezcla de tecnología (e inversión) extranjera y doméstica para mantener una base nacional de investigación y desarrollo y evitar la dependencia. Según Dabat *et al*. (2007, 2015), el riesgo es que, a lo largo del tiempo,

sin capacidad nacional, los países van a seguir pagando rentas de capacitación a los países más desarrollados.[4]

A pesar de las oportunidades presentadas por la transferencia de tecnología en el marco de la economía actual, conlleva algunas ventajas y desventajas, estas últimas asociadas a cuestiones de poder en los procesos de difusión, adaptación y producción.

Tener en cuenta las anteriores observaciones en el caso del sector agrícola obliga a comprender que, de manera sobresaliente hoy más que nunca, la agricultura depende también de la tecnología para impulsar y articular gran parte de la producción, comercialización y exportación de alimentos. No obstante, las empresas transnacionales del agronegocio, que son parte central del proceso de globalización y el actor principal del régimen agroalimentario corporativo, juegan un rol determinante en la difusión y transferencia de tecnología productiva en el mundo, pues son las que deciden la implementación del desarrollo tecnológico, ya que les garantiza una mayor rentabilidad.

Por lo tanto, para la conceptualización y caracterización del papel que desempeña el desarrollo tecnológico en la agricultura, es indispensable destacar que la tecnología empleada en las labores agrícolas en los países en desarrollo, como México, ha sido traída, en su mayoría, desde el extranjero. Es decir, es tecnología realizada por distintas empresas privadas de carácter transnacional, principalmente de Estados Unidos y algunos países europeos, dedicadas a la producción de equipos, insumos, maquinaria y procedimientos técnicos. Esto los convierte en los agentes principales del desarrollo tecnológico, ya que fundamentalmente llevan a cabo los procesos de innovación, difusión y transferencia de tecnología en todo el sistema agrícola. Por ello, la modernización de la agricultura aún entraña un proceso importante de transferencia y adaptación de tecnología extranjera, como a continuación se expone.

Contexto y características de la producción agrícola en invernaderos de alta tecnología en México

En el país, la llamada agricultura protegida ha mostrado un crecimiento acelerado en los últimos años.[5] Existen varias técnicas y estructuras que la integran, enfocadas principalmente en la producción y exportación de hortalizas, frutas y flores de corte. No obstante, son el desarrollo de los invernaderos y la malla sombra los que han marcado la pauta de la agricultura protegida mexicana.

4 Algunos autores han llamado "nuevo imperialismo del despojo" (Harvey, 2004) a este proceso que ilustra la transferencia de valor de las economías de países en desarrollo a los países desarrollados.

5 La agricultura protegida es aquella en la que los cultivos se encuentran resguardados con cubiertas plásticas, malla sombra u otro tipo de materiales que permiten controlar condiciones ambientales como temperatura, humedad y luz (Sader, 2022).

Los datos oficiales indican que la agricultura protegida es una actividad presente en las 32 entidades del país, con una extensión superior a las cincuenta mil hectáreas de superficie a nivel nacional. Los principales estados con esta modalidad de agricultura son Sinaloa, Jalisco, Coahuila, Michoacán y Sonora, que representan el 66% de la superficie total, es decir, 33 mil hectáreas (Sader, 2022). Además, dicha actividad genera más de cien mil empleos directos (Sader, 2022).

En el caso del jitomate, la presencia de la producción protegida en las últimas dos décadas ha aumentado dramáticamente, en particular la de invernaderos. En 2022, México producía 3.4 millones de toneladas de jitomates, de los cuales 1.4 millones provenían de invernaderos. Es decir, dos de cada cinco kilos de jitomate se producían en invernadero. Esta cosecha representaba 13.4 mil millones de pesos, en comparación con los 6.4 mil millones de pesos generados en 2014; esto es una tasa de crecimiento del 77% anual en promedio en este periodo.

A nivel nacional, el rendimiento alcanza hasta 512 toneladas por hectárea en invernaderos de alta tecnología, en comparación con las 168 toneladas por hectárea en invernaderos en total (de media y baja tecnología) y las 24 toneladas por hectárea a cielo abierto. La diferencia es de más de 2,000% entre producción a cielo abierto e invernaderos de alta tecnología (AMHPAC, 2023). Esta cifra es todavía más sorprendente si se compara con la revolución verde, a partir de la cual el rendimiento del trigo en México se incrementó sólo 50% en promedio (Hernández Pérez y Martínez Borrego, 2024). Por ello, ante las amenazas del cambio climático que limitan la producción a cielo abierto, el jitomate de invernaderos de alta tecnología juega un papel cada vez más importante.

Los invernaderos en México muestran rangos diversos en cuanto a los aspectos tecnológicos y de infraestructura, que van desde un armazón externo con distintos tipos de materiales hasta diferentes tecnologías internas para el riego, monitoreo de plagas, entre otras. De esta forma, la Asociación Mexicana de Horticultura Protegida A. C. (AMHPAC) define a la agricultura protegida con base en la tecnología de la siguiente forma:

- Alta tecnología: estructura de plástico duro o de cristal, un control climático (automatizado), calderas y capacidad para sembrar en hidroponía, entre otras características.
- Mediana tecnología: estructura de plástico duro o blando con sistemas semiautomatizados (calefacción, ventilación, riego, enfriamiento, entre otros).
- Baja tecnología: estructura cubierta de plástico o malla que carece de automatización y está a expensas de los cambios climáticos.

La composición de dicha infraestructura protegida dependerá de los objetivos de cada empresa, dado su contexto geográfico, la disponibilidad de recursos (por ejemplo,

Cuadro 1. Segmentos de tamaño de la membresía AMHPAC por porcentaje de operaciones en cada nivel de tecnología

Tamaño de operación	Tecnología alta (%)	Tecnología mediana (%)	Tecnología baja (%)	Total (%)
Menos de 5 ha	26	41	36	34
De 5 a 20 ha	46	33	30	37
De 20 a 50 ha	19	15	16	17
Más de 50 ha	9	11	18	12
Total	100	100	100	100

Fuente: elaboración propia con base en datos de AMHPAC (2023).

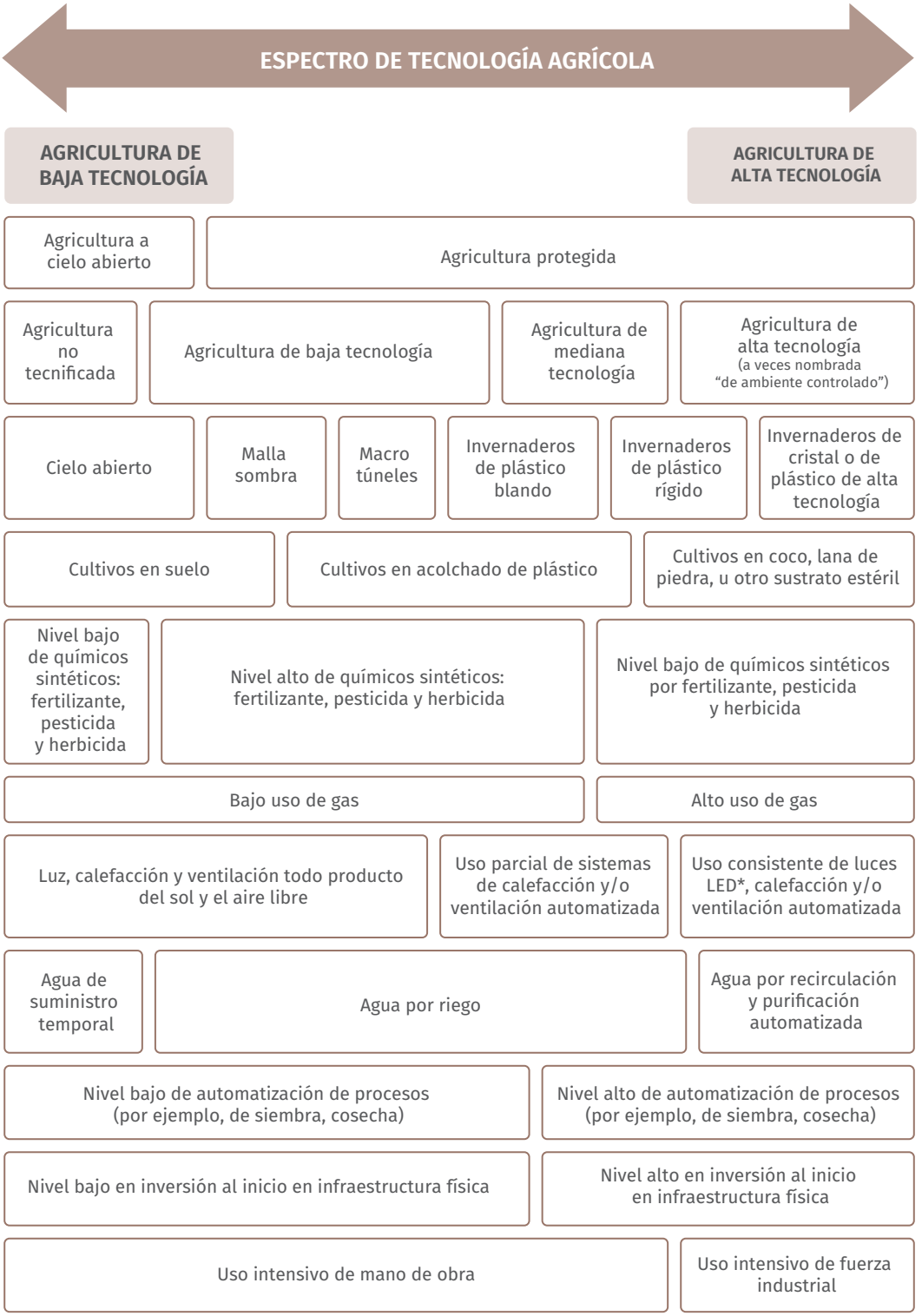
financieros, agua[6] y gas natural), sus metas de producción, las exigencias de sus socios y comercializadores, la disponibilidad de inversión y otros factores (entrevista 1). El esquema de espectro 1 muestra con más detalle los rasgos técnicos, *grosso modo*, de varios aspectos de la implementación del paquete tecnológico.

En México, la extensión más común de agricultura protegida es de 20 hectáreas, sin distinción del nivel de tecnificación, aunque hay empresas con proyectos de gran extensión, es decir, de más de 50 hectáreas. Algunas de estas empresas tienen instalaciones dentro y fuera de Agropark. El cuadro 1 muestra la distribución de tamaños de cada nivel de tecnología de los miembros de AMHPAC.

El cuadro 1 muestra también que las operaciones de alta tecnología están concentradas en el rango de mediana escala, de 5 a 20 hectáreas, en comparación con operaciones de niveles de tecnología mediana y baja, las cuales tienen más representación en operaciones pequeñas (menos de 5 hectáreas) y grandes (más de 50 hectáreas).

En México están presentes todos los niveles tecnológicos de agricultura protegida. Los estados con un predominio del modelo de alta tecnología son Chihuahua, Querétaro, Colima, Aguascalientes, Durango y Guanajuato.

6 A nivel ambiental, la tecnología presenta promesas importantes en el desarrollo de una agricultura más sostenible que puede escalar la producción de hortalizas. En un panorama de escasez global de agua, la tecnología tiene el beneficio de requerir cantidades de agua hasta diez veces menores que la utilizada para que la agricultura de cielo abierto pueda producir la misma cantidad de hortalizas, a través de tecnologías de filtración, recirculación y mayor eficiencia en el monitoreo automatizado de riego (U. S. Government Publishing Office, 2021). Sin embargo, por ejemplo, en Querétaro hay una disminución de los acuíferos en la cuenca en que se ubica Agropark (Hernández Pérez, 2022). A pesar de que la producción sea eficiente en relación con la cantidad de producción, su uso intensivo todavía implica una cantidad importante de agua que puede contribuir a la sobreexplotación de los recursos hídricos en las diferentes regiones.



Esquema de espectro 1. Niveles de tecnología agrícola

* Uso de luces de LED aplica a producción en Europa, Estados Unidos y Canadá. México, por lo regular, no necesita luz artificial debido a su ubicación geográfica.

Fuente: elaboración propia con base en entrevistas y en Elings *et al.* (2013).

Si bien México tiene diversas asimetrías productivas con sus principales socios —Canadá y Estados Unidos— en producción de jitomates, particularmente en invernaderos de alta tecnología, dichas asimetrías son menores. En 1992, en la firma del TLCAN, México contaba con menos de la mitad de la superficie agrícola de Estados Unidos; además, la mayoría de la tierra de cultivo es montañosa, por lo que es más difícil producir en monocultivo con maquinaria avanzada (Borrego, 2008). En cambio, la producción de invernaderos de alta tecnología necesita climas con noches frías y hasta diez veces menos terreno para producir la misma cantidad de producto (U. S. Government Publishing Office, 2021).

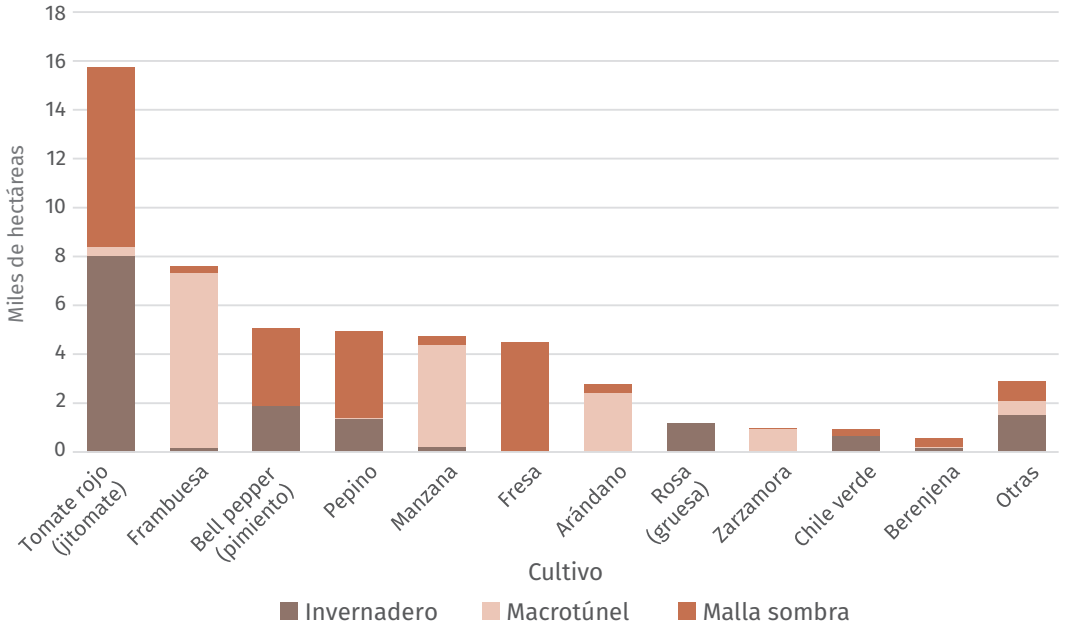
Las regiones montañosas del centro de México proveen la geografía perfecta, pues la densidad/concentración espacial de este tipo de producción es una solución al problema de extensiones limitadas de terreno. También se cuenta con mano de obra relativamente de bajo costo (de hecho, la mano de obra mexicana, que va desde cosechadores hasta agrónomos, es decir, niveles de calificaciones muy diversas, también trabaja en la agricultura de ambiente controlado en Canadá y Estados Unidos) (Valenzuela Moreno y Díaz, 2021).

Últimamente, México también cuenta con la ventaja de la latitud. Los jitomates requieren días largos para producirse en una cantidad eficiente; por eso, en los países del norte los jitomates cultivados a cielo abierto tienen temporadas muy restringidas. Para los productores de agricultura de ambiente controlado en Canadá y Estados Unidos, uno de los gastos más altos lo constituye la energía eléctrica por el uso de luz artificial extendido por la noche, en especial durante el invierno, cuando ya hay una alta demanda de electricidad para el calentamiento de los hogares. Se tiene evidencia de que el uso de la energía eléctrica de invernaderos en Canadá es uno de los impulsores más grandes de la nueva construcción de ductos de petróleo (Posterity Group, 2019: 171).

Por su parte, México tiene suficiente luz para no utilizar iluminación eléctrica y evitar este gasto de energía y dinero. Por estas razones geográficas, las empresas de producción agrícola construyen invernaderos de alta tecnología en el centro del país, aun cuando está más alejado de la frontera para fines de exportación. Esto contrasta con la tendencia histórica de producción a gran escala de jitomates comerciales en las regiones norteñas, como Sonora y Sinaloa (Hernández-Pérez, 2019; AMHPAC, 2018).

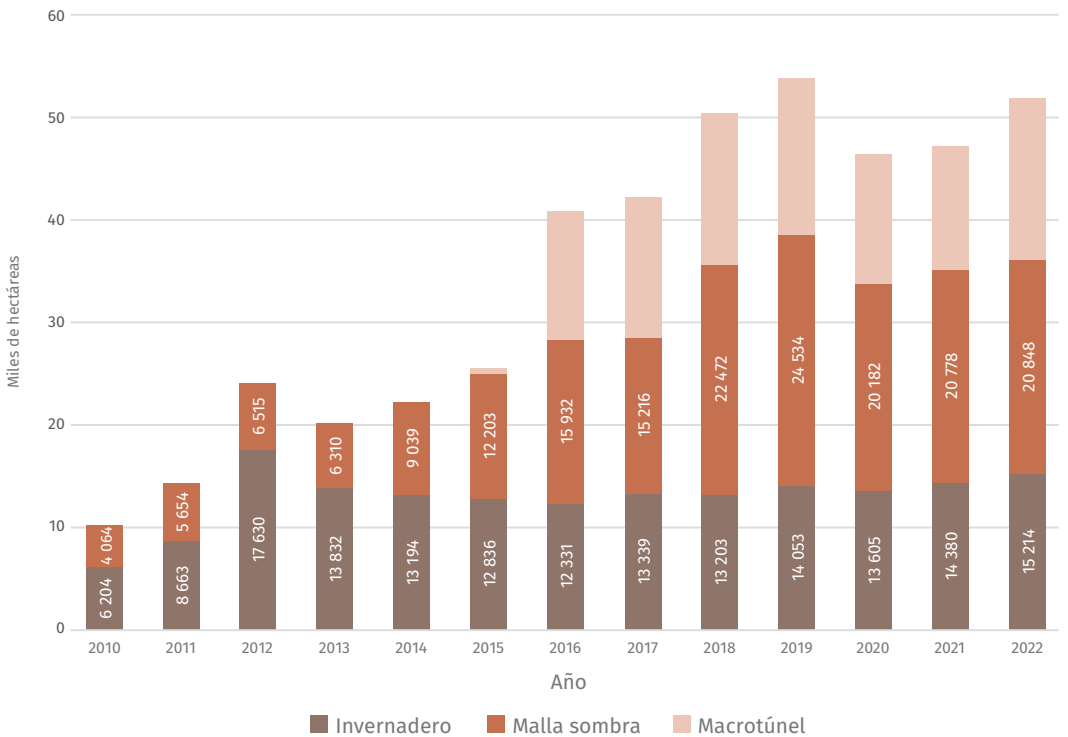
La gráfica 1 muestra la relación entre el jitomate y los otros cultivos en la producción de invernaderos, incluye pepinos y pimiento morrón, donde resalta la presencia de fresa y frambuesa en la agricultura protegida, pero dominada por macrotúneles, no de invernaderos.

Por las dinámicas descritas anteriormente, México experimenta un auge en la construcción de invernaderos de alta tecnología, en particular los dedicados a la producción del jitomate. La gráfica 2 muestra el crecimiento en la superficie desde un poco más de 8,600 hectáreas en 2011 hasta más de 14,000 hectáreas en 2021, esto es un crecimiento de más del 65% en una década.



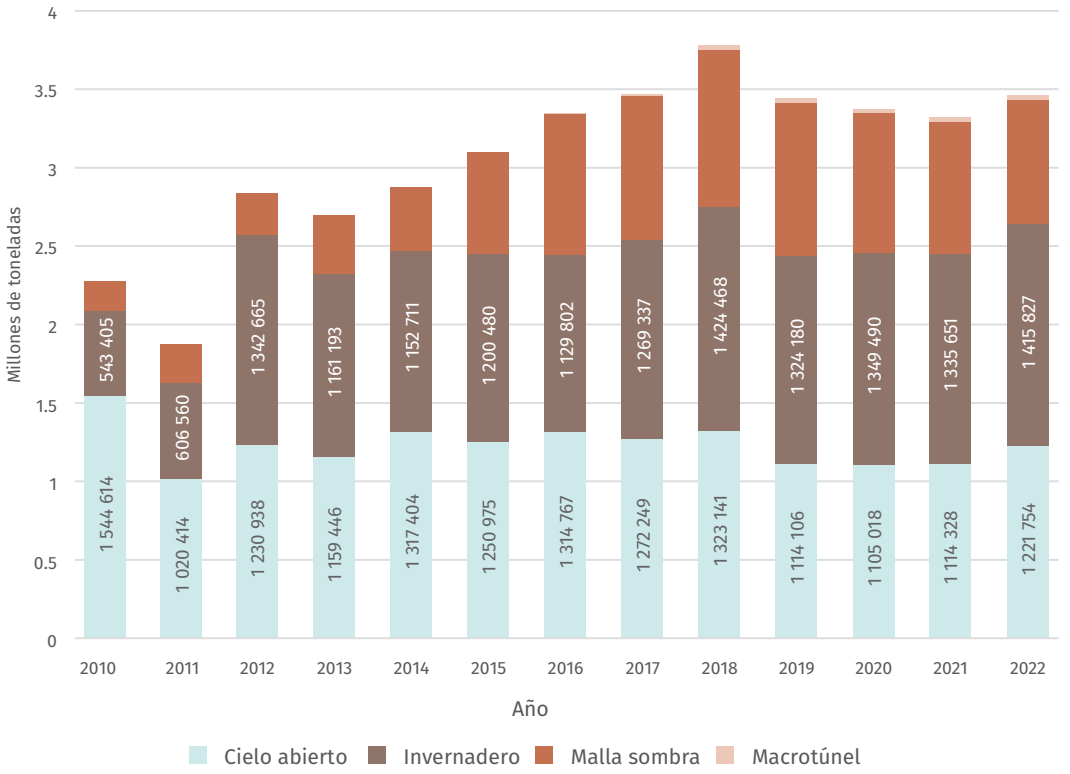
Gráfica 1. Superficie sembrada en agricultura protegida por cultivo y tecnología en México, 2022

Fuente: elaboración propia con datos de AMHPAC (2023).



Gráfica 2. Superficie de agricultura protegida sembrada en México por tecnología, 2010-2022

Fuente: elaboración propia con datos de AMHPAC (2023).



Gráfica 3. Volumen de producción de jitomate en México por tecnología de producción, 2010-2022

Fuente: elaboración propia con datos de AMHPAC (2022).

La gráfica 3 muestra la proporción cada vez mayor que ocupan los invernaderos en la producción de jitomate comparada con la producción a cielo abierto en México. Por volumen, los invernaderos representan más del 40% de la producción de 2021, en comparación con el 8% de 2003 (AMHPAC, 2022). En ese año, Canadá ya producía 89% de sus jitomates en invernaderos (Cook y Calvin, 2005).

El crecimiento en la utilización de invernaderos de alta tecnología en el sector tomatero en particular refleja presiones diversas, como la demanda creciente del producto, presiones ambientales en la producción a cielo abierto y escasez de mano de obra a lo largo del país.

Incluso cuando Querétaro no es una de las entidades punteras en la cantidad de superficie sembrada ni en el volumen total producido, la región se destaca por emplear sistemas de media y de alta tecnología, como a continuación se expone.

Caso de estudio: Agropark, Querétaro

Si bien históricamente el estado de Querétaro no ha sido representativo en la producción agroindustrial de hortalizas, esta entidad federativa ha jugado un papel

relevante en la agricultura mexicana de exportación desde la introducción y la implementación de invernaderos de alta tecnología, sobre todo a partir del proyecto denominado Agropark.

Este proyecto agrícola surge en 2006 con el lema *high tech greenhouse cluster* ("grupo de invernaderos de alta tecnología"). Su meta es la "modernización del campo mexicano, optimizando recursos y generando beneficios sociales". Hasta la fecha, dicho proyecto se promueve como un ejemplo agroexportador exitoso y emblemático del sector agrícola mexicano, que representa la punta de lanza del sector de producción de hortalizas al exportar más de 150,000 toneladas de productos al año (Agropark, 2023).

Agropark está ubicado en el municipio de Colón, Querétaro. Esta localidad cuenta con condiciones geográficas ideales para fomentar una producción de alta tecnología: escasa humedad, temperaturas nocturnas bajas (menores a los 15° centígrados) y más de 300 días de sol al año. Aunque la región es semidesértica, hasta ahora los pozos y la concesión de agua disponibles para el proyecto han abastecido el suministro necesario para este nivel de producción (G71 Arquitectos S. C., 2015). Debido a su ubicación en el corredor de transporte, Colón ofrece acceso al mercado canadiense y estadounidense por medio de la carretera que conecta a Querétaro con Laredo, Texas.

El plan original consistía en desarrollar un terreno de 823 hectáreas con invernaderos, empaques, carreteras, viviendas para los trabajadores y otra infraestructura para la producción intensiva de horticultura. Esta producción fue planeada explícitamente para mercados de exportación dirigidos a Estados Unidos y Canadá (Agropark, 2023).

La fundación de Agropark estuvo financiada por el sector privado en vinculación con el sector público mediante el Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural (Focir). Entre 2006 y 2009 se invirtieron más de 250 millones de pesos mexicanos (Borórquez, 2022). Cabe señalar que la inversión privada provino de capital mexicano y extranjero, sobre todo de bancos y empresas de Israel, Países Bajos y Estados Unidos (Estrellana, 2021).

Actualmente, el parque agrícola cuenta con once empresas de producción de hortalizas en invernaderos de alta tecnología. Las empresas cuentan con entre 5 y 25 hectáreas cada una dentro del parque, y algunas ya se han expandido hasta 80 hectáreas en total de producción, incluso con terrenos en la región fuera del parque.

Es importante señalar que Agropark se organiza en forma condominal, con una organización administrativa que sirve como sombrilla para gestionar servicios e infraestructura común. Aunque la forma de *cluster* condominal es única, cada empresa trabaja de manera independiente, por lo que se consideran empresas individuales.

En Agropark, el 99% del producto está destinado a la exportación hacia Estados Unidos y Canadá, con un mínimo de producción de segunda calidad que se comercializa en la Central de Abasto en la Ciudad de México y otros canales limitados (entrevista 1). El alto nivel de inversión en la infraestructura productiva implica que no

sea rentable vender al mercado doméstico, de acuerdo con el conjunto de los actores entrevistados.

De hecho, parte del éxito de la implementación de invernaderos de alta tecnología en México es la posibilidad de integrarse con relativa facilidad a las cadenas de valor en Norteamérica, en particular de hortalizas, en el marco de TLCAN (hoy T-MEC). En Agropark, el jitomate representa entre el 60 y el 70% del conjunto del producto de todas las empresas. Dentro de la agricultura protegida en general, y aún más en la agricultura de invernaderos, los jitomates dominan como cultivo central debido a su rentabilidad.

Otro factor que explica el predominio del jitomate es que el mercado de venta en Estados Unidos está respaldado por un precio mínimo desde 1996, cuando se estableció el Acuerdo de Suspensión de Jitomates. Este precio funciona como precio de garantía base que favorece también a los productores mexicanos (International Trade Administration, 2022; entrevista 2).

Los sistemas de alta tecnología implementados en Agropark tienen una lógica industrial, en contraste con la agroindustria de hortalizas a cielo abierto. Al respecto, un productor entrevistado declaró que su empresa "no es una granja, es una fábrica de jitomates" (entrevista 3). Ninguno de los fundadores de empresas en Agropark venía de una vocación agrícola antes del proyecto, con la excepción de la empresa holandesa Levartt, que era comercializadora de hortalizas antes de instalar su planta de producción en Agropark.

A partir de las entrevistas realizadas en Agropark, se detectó que los empresarios enfrentan el reto de contratar o garantizar la mano de obra necesaria para la producción. Así, uno de los objetivos de los invernaderos de alta tecnología es hacer eficiente el uso de su fuerza de trabajo. Esto representa un cambio dramático para el sector jitomatero, el cual históricamente ha sido uno de los sectores agrícolas más dependiente en mano de obra y menos mecanizado en México; esto lo ha distinguido como ventaja comparativa para la exportación en comparación con los granos, que con un bajo nivel de dependencia en mano de obra se han convertido en alimentos de importación (Calva, 1988; Rubio, 2001).

La agricultura de ambiente controlado puede utilizar una cantidad menor de trabajadores por hectárea y con mayor rendimiento. Según algunos estudios de caso, en los Países Bajos, los productores de jitomate en agricultura de ambiente controlado utilizan en promedio entre 3.5 y 5 trabajadores de tiempo completo por hectárea. En México, se estima el uso de 10 trabajadores por hectárea en invernaderos de alta tecnología. En Agropark se emplean 8 trabajadores por hectárea en promedio, algunas empresas emplean hasta 5. Estas cifras contrastan con los 25 trabajadores por hectárea necesarios para la cosecha de jitomate a cielo abierto en el país, incluso en Estados Unidos (Guan *et al*., 2017; Ravensbergen *et al*., 2022; Rubio, 2001).

Incluso con el menor uso de fuerza laboral por hectárea, todavía representa una importante fuente de empleo nuevo en las regiones donde se instalan empresas de

este giro. Existe evidencia de que el pago y la estabilidad de trabajo en invernaderos[7] atraen a campesinos de alrededor de Querétaro (Miller, 2017). Sin embargo, a partir de lo visto en campo, la rotación laboral es mucho más alta que en instalaciones similares en Estados Unidos y Canadá. Los inversores han notado que es una práctica común entre los trabajadores abandonar sus puestos después de sólo unos meses de trabajo (entrevista 4). Por eso, a pesar del aumento de la oferta laboral en este sector emergente, no representa estabilidad para los trabajadores individuales ni una salida de la mano de obra transitoria presente en otros sectores agrícolas del país.

Las empresas en Agropark se encargan del transporte de trabajadores, quienes requieren trasladarse con frecuencia hacia distancias lejanas. Algunos trayectos pueden tomar hasta dos horas de ida y otras dos de regreso, diariamente. Transportan trabajadores desde Veracruz, Hidalgo, Michoacán y el Estado de México. También hay empresas que rentan casas para acomodar a los trabajadores o dan un pago extra a los trabajadores para cubrir los costos de vivienda en la zona. Esto representa una fuente de ingreso adicional para algunos miembros del pueblo de Ajuchitlán (cercano a Agropark).

Es necesario señalar que la tecnología de los invernaderos afecta en menor medida la seguridad de los trabajadores de la industria agrícola en comparación con la producción a cielo abierto.[8] Además, ofrece algunas ventajas, como riesgo bajo de sufrir lesiones en la espalda baja (las plantas normalmente crecen en canales arriba del suelo, a la altura de la cintura), menor uso y exposición a fertilizantes, herbicidas y pesticidas peligrosos, así como trabajo más estable durante el año.

También, hay evidencia de que en los invernaderos con niveles más altos de tecnología hay menores riesgos de agroquímicos en comparación con los invernaderos de baja tecnología o la producción a cielo abierto (Ortega Martínez *et al*., 2017). Estos beneficios podrían promover trabajos más seguros y saludables a largo plazo, siempre que sean realizados en contextos prolaborales en otros aspectos.

Sin embargo, hay ejemplos de cómo el régimen particular de las empresas de invernaderos de alta tecnología introduce nuevas amenazas laborales, más que las exigencias en otros sectores u otras partes de la industria agrícola. Aunque esta industria muestra varias tendencias de otros sectores industriales, la diferencia más evidente es que, en comparación con la agricultura a cielo abierto, el nivel de automatización

7 La diferencia entre el tipo de trabajo en invernaderos y en la agricultura a cielo abierto ha sido documentada en Ecuador. En este país, Steemler y Meemkin (2023) mostraron que los productores de invernaderos tenían una probabilidad más alta de emplear a trabajadores formales, mujeres, mano de obra no familiar y trabajadores permanentes, en vez de temporales.

8 El alto nivel de peligro físico, la inseguridad financiera y la precariedad de trabajo en el sector agrícola de producción a cielo abierto han sido demostrados en muchas investigaciones independientes de migración (Holmes, 2013). Sin embargo, las amenazas a los derechos más básicos continúan incluso bajo regímenes "sostenibles", como la producción orgánica corporativa (Guthman, 2014).

permite un nivel de vigilancia y control nunca visto.[9] Entonces, aunque la tecnología podría proveer beneficios laborales, la implementación en una lógica corporativa no necesariamente significa que, en el balance, este tipo de trabajo beneficiará a los trabajadores.

Transferencia o "tropicalización" de la tecnología de invernaderos y mercado

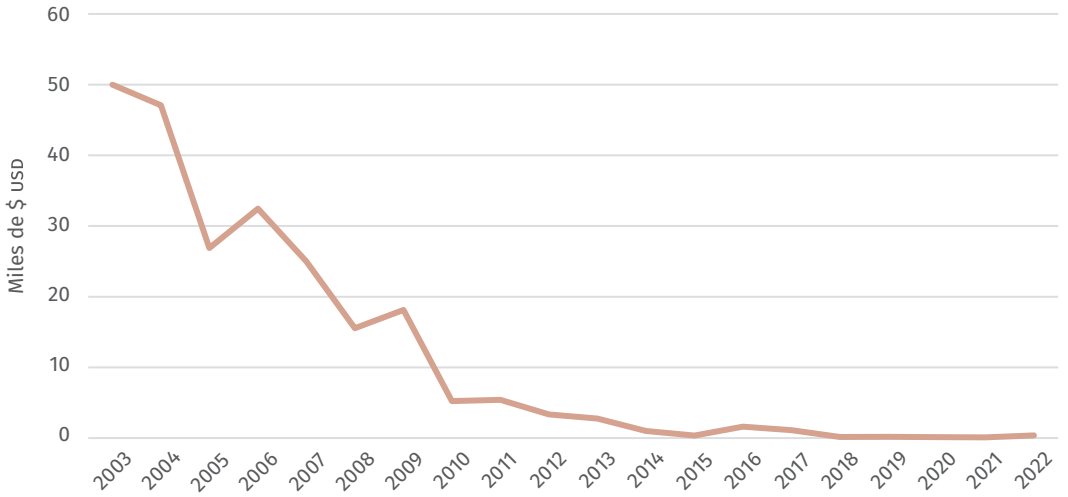
En el desarrollo de la industria de producción agrícola en invernaderos de alta tecnología en México, la modernización muestra tendencias complejas debido a la dependencia de la importación de tecnología extranjera. Históricamente, Países Bajos ha jugado un papel central en la exportación de la tecnología y conocimiento de invernaderos de alta tecnología al país. Esta exportación representa una parte importante para la economía holandesa.

En Agropark existe una fuerte presencia de tecnología extranjera, de manera paralela a la transferencia internacional de conocimiento. Los Países Bajos juegan un papel crítico en el desarrollo, venta y capacitación de la tecnología, además representan la punta de lanza en sus instalaciones nacionales y su exportación de tecnología dura y de conocimiento. España e Israel también participan en el desarrollo y venta de tecnología. Por su parte, Turquía, Grecia, Francia y China contribuyen al mercado de manufactura y venta de la infraestructura de invernaderos.

En particular, Países Bajos es pionero mundial en desarrollar el uso de invernaderos para la producción de hortalizas domésticas y en exportar dicha tecnología, por lo que este país ha sido reconocido como un ejemplo de éxito en el sector de invernaderos y por su papel en impulsar la exportación de hortalizas y flores (Freeman, 1982).

Una gran parte de la tecnología de la construcción de los invernaderos en Norteamérica proviene de Países Bajos, que va desde su instalación inicial apoyada en equipos de trabajo holandeses hasta su puesta en funcionamiento (Charles, 2016). Si bien, en periodos anteriores, Países Bajos ha exportado más hortalizas de invernaderos de alta tecnología directamente a Estados Unidos —incluyendo jitomates a pesar de su condición perecedera—, en 2022 las exportaciones de jitomates de Países Bajos a América del Norte cayeron, pues de 50 millones de dólares pasaron a menos de 400 mil (como se muestra en la gráfica 4). En este mismo periodo, de la exportación total de

9 A partir del trabajo de campo, se detectó que algunas empresas cuentan con un sistema de "manejo" de empleados que incluye el uso de pulseras que registran los movimientos de cada trabajador. Entre las funciones de estas pulseras electrónicas está la medición en segundos de la productividad de los trabajadores, incluso incorpora una función en la que, si un empleado pasa más de 1.5 minutos en el baño, se abre la puerta automáticamente (entrevista 4).



Gráfica 4. Exportaciones holandesas a América del Norte de jitomates (frescos y enfriados)

Fuente: elaboración propia con base en el Comtrade, base de datos de las Naciones Unidas (United Nations, 2023).

hortalizas, México representó, en promedio, alrededor del 0.08%; Canadá, 14%; y Estados Unidos, más del 85% (United Nations, 2023).

No obstante, debido a que Estados Unidos es el primer destino de exportación de los jitomates mexicanos, la sustancial transferencia de tecnología holandesa hacia México ha contribuido al declive en la exportación de jitomates de ese país a Estados Unidos. Actualmente, Países Bajos está más enfocado en la exportación de información, investigación y desarrollo, tecnología, infraestructura y personas calificadas (Ministry of Economic Affairs, Netherlands, 2015), por medio de la vinculación con la Universidad de Wageningen, la cual ha jugado un papel clave en la transferencia de conocimiento.

Un ejemplo de lo anterior es la empresa comercializadora Levartt, de origen holandés. Ésta operaba en Agropark mediante su subsidiaria Fresh Mex, la cual llegó a ser la única empresa holandesa con producción propia en México. Sin embargo, en 2022 la matriz se declaró en bancarrota y vendió su operación a la empresa Cosechos, una productora mexicana ya establecida que antes utilizaba sólo invernaderos de mediana tecnología y vendía producto a Fresh Mex (entrevistas 5 y 6).

Esta transformación y caída de la exportación agrícola de Países Bajos hacia los mercados estadounidenses no significa el fin de la presencia del capital holandés en el territorio nacional, por el contrario, revela una reconversión o cambio de estrategia. De hecho, ahora las empresas holandesas juegan un papel importante en la transferencia de tecnología y conformación de la agroindustria, al punto de coordinar la organización del evento agrocomercial especializado en la producción agrícola de invernaderos de alta tecnología, conocido como Greentech Américas, y que se ha posicionado como la principal estrategia para la trasferencia de tecnología. Este

evento es coordinado por el mismo grupo que gestiona el congreso Greentech Amsterdam (RAI Amsterdam, 2024).

Esta estrategia ha sido apoyada directamente por la embajada de los Países Bajos en México. Incluye la coordinación de varias ferias de negocios, "misiones" por parte del gobierno holandés para identificar oportunidades en México para las empresas holandesas de tecnología agrícola (especialmente tecnología para manejar el agua), colaboraciones con la Universidad de Wageningen y visitas de empresarios y políticos mexicanos a dicho país y viceversa (como la visita de la ministra de agricultura de Países Bajos en 2015 y la del expresidente Enrique Peña Nieto en 2016) (entrevista 7; AgroDer, 2021).

Sin embargo, existe evidencia de que la exportación de infraestructura (estructuras, piezas, plásticos, maquinaria, entre otros) está en declive, ya que su valor cayó al pasar de 55 millones de euros en 2017 a 36 millones en 2022 (Plaisier, 2023). Esto puede explicarse por una combinación de factores, que incluye la posibilidad de que en México se esté desarrollando una producción doméstica de maquinaria o que otros países hayan incrementado su papel en el sector manufacturero. Los productores en Agropark ya cuentan con tecnología (de los invernaderos y de la maquinaria productiva) de Israel, Grecia, Turquía, Francia y España, además de tecnología nacional, entre otros. Otra causa de la reducción en la inversión en maquinaria pueden ser las empresas que utilizan maquinaria usada e importada.

Tropicalización de invernaderos de alta tecnología en México

> Cuando este parque surgió, la inversión original entre tierra, infraestructura, empaques en alta tecnología, el costo por hectárea era de 2.5 millones de dólares en invernaderos de cristal, principalmente. Ahora nuestra inversión ha bajado. ¿Por qué ha bajado? Porque hemos tropicalizado el concepto. Ya no compramos lo que los holandeses nos decían, sino lo que nosotros necesitamos (entrevista 8).

A partir del trabajo de campo e investigación documental, logramos observar que, si bien las empresas agrícolas en Agropark cuentan con un nivel alto de incorporación de tecnología extranjera —principalmente holandesa, española e israelí—, los agricultores mexicanos han "tropicalizado" —según sus propias palabras— la tecnología al contexto geográfico. Por ejemplo, debido al nivel de frío en el clima holandés, los invernaderos de plástico representan una mejor inversión a largo plazo para hacer más eficiente el calentamiento. En México, menos del 1% de los invernaderos de alta tecnología utilizan vidrio.

Después de invertir inicialmente en estructuras de cristal (como se acostumbra en Países Bajos), muchos productores comenzaron a usar plástico de alta tecnología, lo cual era suficiente para un clima más cálido, además de que su compra e instalación costaba menos de la mitad. Si bien el cristal es más moderno y tiene mayor

durabilidad, entre otras ventajas, su costo no está justificado en México, pues en términos técnicos excede lo que realmente se necesita para la producción agrícola en la región del Bajío queretano. Por ejemplo, debido al fuerte calor durante el día, es necesario cubrir el vidrio con pintura blanca para reflejar el sol y mantener las temperaturas bajas.

Otro ejemplo conocido son las mallas antimosquitos. Originalmente, en Países Bajos no estaban diseñadas con el diámetro necesario para evitar la entrada de mosquitos, esto obligó a la industria y a los productores mexicanos a reajustar la densidad de la malla. Esta adaptación tecnológica representa un ejemplo de las complejidades de importar un paquete tecnológico a un contexto geográfico distinto.

En cuanto a los actores principales en la transferencia, adaptación y difusión de la tecnología en la agricultura de la región, se detectó que el Centro Universitario Ceickor (Centro de Investigación y Capacitación Koppert Rapel), también ubicado en el municipio de Colón, juega un papel central en dicha dinámica de transferencia y validación de tecnología. Esta institución educativa se fundó en 2013 por productores de agricultura en invernaderos en la región, quienes identificaron que no se tenían suficientes agrónomos ni ingenieros entrenados con las técnicas de invernaderos de alta tecnología. Su modelo de educación es práctico-teórico y cada generación dispone de un invernadero para cultivar durante la temporada de producción. Colaboran con empresas proveedoras de tecnología dedicadas a materiales de construcción, sensores, luces, sistemas de riego y nutrición, entre otros, con el propósito de realizar investigación *in situ* para probar la aplicación de tecnologías emergentes en la región queretana.

La visión del modelo educativo en Ceickor es apoyar a los estudiantes para convertirlos en "agentes de cambio" en el sector, que ingresen a empresas existentes o regresen a la producción agrícola familiar para aumentar el uso de invernaderos de alta tecnología en sus terrenos. Ceickor está respaldada por Koppert desde 2005, una empresa holandesa de insumos para invernaderos de alta tecnología. Esto impulsa la vinculación entre la nueva generación de gerentes de invernaderos en México y el sector holandés de agrotecnología (Ceickor, 2020). Sin embargo, fuera de este centro universitario, los informantes señalaron que había una falta de colaboración sostenida tanto en aspectos técnicos como socioeconómicos entre el sector académico y los productores de jitomates en invernaderos de alta tecnología. Por ejemplo, en Países Bajos, la Universidad de Wageningen ha jugado un papel central en el desarrollo del sector, pero en México todavía ha sido difícil generar una relación integral entre universidades, tecnológicos y sector privado.

Grosso modo, esta dinámica de transferencia y adaptación técnica representa los esfuerzos del sector por innovar y ajustar la tecnología holandesa a un nuevo contexto mexicano que busca optimizar la producción. Esta lógica ha permitido que algunos productores y empresas mexicanas se integren cada vez más en las llamadas

cadenas globales de valor agroalimentarias, dominadas por empresas multinacionales que controlan el mercado de exportación a Estados Unidos.

En México, la comercialización representa un punto crítico de consolidación en la cadena de suministro, las comercializadoras de escala más grandes provienen de Canadá y Estados Unidos. La comercializadora más utilizada es la canadiense Mastronardi, primer productor agrícola de invernaderos de alta tecnología en Norteamérica y el exportador más grande de jitomates de México a Estados Unidos y Canadá (entre 2015 y 2020 exportó el triple que su competidor más grande, Nature Sweet) (Produce Pay, 2021).

Aunque la oportunidad de vender en el mercado diario podría proveer ganancias más altas a los productores, los inversionistas empujan a los productores a firmar contratos —muchos son exclusivos y anuales, pero sin compromiso fijo para absorber toda la producción— para darles un nivel más alto de certeza de retorno de inversión. Este mecanismo de integración aumenta el nivel de consolidación en el mercado (Mastronardi cuenta con más de 2,000 hectáreas bajo agricultura por contrato, lo que representa el 14% de la superficie de producción de invernaderos mexicanos).

Al principio del establecimiento de Agropark, los productores describían una demanda "sin límites". Hoy en día, con más del 120% de la producción de jitomates en invernaderos en México en comparación con 2010, un productor expresó: "ya somos competidores". Esta competencia da aún más poder a los comercializadores para establecer los términos de la venta.

Finalmente, las condiciones de inversión y el contexto de las cadenas globales de valor en el marco de la globalización y los tratados de comercio internacional (en particular entre México y Estados Unidos) contribuyen a que la implementación de invernaderos de alta tecnología en el sector jitomatero forme parte de un régimen productivo orientado a la exportación, con una predominancia de comercializadoras extranjeras altamente consolidadas.

Conclusiones

Este trabajo busca contribuir al análisis sobre las oportunidades y retos en la transferencia de tecnología en el sector agroexportador mexicano en el contexto de la globalización, a través de un caso concreto de investigación relacionado con la transferencia internacional de tecnología de invernaderos de alta gama para la producción de jitomates entre Países Bajos y México.

Este análisis pretende rastrear las tendencias en el crecimiento de invernaderos de alta tecnología en México desde principios del siglo XXI. El auge muestra aspectos novedosos de transferencia y "tropicalización" de la tecnología holandesa a México, además de impulsar mayores rendimientos y aumentar la rentabilidad para

productores, quienes pueden alcanzar una escala y financiamiento necesario para respaldar esta lógica de producción.

Esta investigación ha registrado también un resumen de las redes de mecanismos y actores clave en la transferencia de la tecnología productiva y el conocimiento técnico para implementar y "tropicalizar" la tecnología dura. A partir de este trabajo, se plantea la necesidad de un programa de investigación para analizar las dimensiones sociales, políticas y económicas de la tecnología en el contexto del sector jitomatero en México.

Desde este caso de estudio en Querétaro, se puede observar un esfuerzo notable entre actores gubernamentales y agronegocios para transferir y adaptar la tecnología a un contexto regional novedoso. Este trabajo muestra los mecanismos y actores clave en facilitar la transferencia de tecnología dura de producción y el conocimiento técnico para llevar el nuevo régimen productivo en la región hacia la integración de productores agrícolas en una cadena de valor internacional en Norteamérica.

A partir de los resultados obtenidos, surge la necesidad, en futuros textos, de profundizar en el estudio de las características propias del cambio tecnológico, así como en la identificación de las posibilidades de integración de los diferentes productores (en particular, de pequeña y mediana escala) en los circuitos comerciales globalizados, además de ahondar en los cambios en la estructura del mercado a partir de esta modernización tecnológica en la producción de invernadero, los impactos medioambientales del régimen productivo, así como el impacto de la nueva tecnología en mercados y en las condiciones laborales.

Con estos hallazgos de transferencia de tecnología en la dimensión agroproductiva, surge la exigencia de estudiar los procesos de transferencia y adaptación de la tecnología también en sus dimensiones sociales, políticas y económicas. La primera dimensión que hace falta analizar es el entendimiento integral de la adaptación de la tecnología en las cadenas de valor en América del Norte. En esta dinámica de comercialización en el marco del TLCAN y el T-MEC es importante evaluar si la transferencia de tecnología en este sector ha contribuido a que los productores alcancen mejores acuerdos de compra-venta e independencia por parte del sector mexicano. Debido a la dinámica entre la producción y la comercialización detectada en la estructura del mercado norteamericano, se vislumbra el riesgo potencial de un creciente control oligopólico de los canales de comercialización internacionales.

Otra dimensión en la que hace falta un análisis robusto es la del mercado laboral, donde la tecnología es adaptada al país. En México, hasta 2023, el pago mínimo era de 207.44 pesos diarios, en comparación con los 92.08 euros al día en Países Bajos (equivalente a 1,688.35 pesos, según el tipo de cambio en agosto de 2023) (Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2023; Secretaría del Trabajo y Previsión Social de México, 2023). Entonces, a partir de la dinámica en el balance de costos, la mano de obra en México aparece como un factor clave de ventaja comparativa, como en otros sectores industriales, en lugar de factores integrales ambientales o de eficiencia de

la producción en el régimen de exportación hacía Canadá y Estados Unidos. Esto contrasta con Países Bajos, donde para exportar a países con alto poder adquisitivo deben buscar otras formas de generar una ventaja competitiva.

La última dimensión clave identificada que hace falta analizar es la transferencia y adaptación de la tecnología en México, en consideración del contexto geográfico y condiciones regulatorias en relación con el medio ambiente. En Países Bajos, la Política Agrícola Común de Europa, en conjunto con otras regulaciones ambientales nacionales, impulsan una inversión masiva en tecnología para generar energía renovable y el manejo de agua en una "economía circular" de 100% reciclaje (Consejo de la Unión Europea, 2021). En México hace falta un análisis del "ciclo de vida" a partir del estudio del impacto medioambiental de implementación de esta tecnología, en un contexto de sequía generalizada y del uso de combustibles fósiles implicados en el transporte del producto a Estados Unidos y Canadá, dada la realidad de exportación en las cadenas de valor norteamericanas.

A lo largo de esta investigación, se presentan logros y desafíos críticos que ha presentado la transferencia y adaptación de esta tecnología agrícola en México. A partir del mapeo de las dinámicas de transferencia de la tecnología y el conocimiento, esta investigación plantea que todavía hace falta un análisis comprensivo de las dimensiones medioambientales, políticas, económicas y sociales que conforman los parámetros de la implementación de invernaderos de alta tecnología en la producción de jitomates en el país.

Referencias

U. S. Government Publishing Office (2021). *21st Century Food Systems-Controlled Environment Agriculture's Role in Protecting Domestic Food Supply Chains and Infrastructure: Hearing Before the U.S. House of Representatives Committee on Agriculture, 117th Congress*. Washington: Committee on Agriculture. Disponible en <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CHRG-117hhrg47136/pdf/CHRG-117hhrg47136.pdf> (consulta: 2 de febrero de 2023).

AgroDer (2021). *Opportunities for Dutch Businesses in Water Management in Mexican Agriculture*. Disponible en <https://www.agroberichtenbuitenland.nl/documenten/rapporten/2021/08/11/agri-food-water-dutchopportunities> (consulta: 4 de marzo del 2023).

Agropark [sitio web] (2023). Disponible en <https://agropark.com.mx/?lang=en> (consulta: 20 de enero de 2023).

Asociación Mexicana de Horticultura Protegida (AMHPAC) (2018). *AMHPAC Horticultura en México 2018*. Culiacán, México: AMHPAC.

Asociación Mexicana de Horticultura Protegida (AMHPAC) (2022). *AMHPAC Informa: Situación de la agricultura protegida en México*. Culiacán, México: AMHPAC.

Asociación Mexicana de Horticultura Protegida (AMHPAC) (2023). *AMHPAC Informa: Situación de la agricultura protegida en México 2022-2023*. Culiacán, México: AMHPAC.

Amin, Samir (2009). *El socialismo en el siglo XXI. Reconstruir la perspectiva socialista*. Madrid: Iepala Editorial.

Borórquez, Fernando (2022). "Vanguardista parque industrial Agropark en Querétaro. Hortalizas". *Hortalizas*. Disponible en <https://www.hortalizas.com/author/fbojorquez/?amp> (consulta: 19 de septiembre de 2023).

Borrego, Estela Martinez (2008). "México: transformación de las actividades agrícolas y agroindustriales en el marco de los acuerdos de libre comercio". *Debate Agrario* 43: 155-185.

Bozeman, Barry (2000). "Technology Transfer and Public Policy: A Review of Research and Theory". *Research Policy* 29 (4-5): 627-655. Disponible en <https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00093-1>.

Byé, Pascal, y Maria Fonte (1994). "Is the Technical Model of Agriculture Changing Radically?". En *The Global Restructuring of Agro-food Systems*, coordinado por Philip McMichael, 239-241. Ithaca: Cornell University Press.

Calva, José Luis (1988). *Crisis agrícola y alimentaria en México, 1982-1988*. México: Fontamara.

Ceickor (2020). Centro Universitario Ceickor. Disponible en <https://www.centrouniversitarioceickor.edu.mx/home/> (consulta: 10 de octubre de 2023).

Charles, Dan (2016). "How Canada Became a Greenhouse Superpower". *NPR*, 16 de junio Disponible en <https://www.npr.org/sections/thesalt/2016/06/16/473526920/how-canada-became-a-greenhouse-superpower> (consulta: 3 de abril de 2023).

Consejo de la Unión Europea (2021). "Cronología: La historia de la PAC". Disponible en <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/cap-introduction/timeline-history/> (consulta: 19 de diciembre de 2022).

Cook, Roberta, y Linda Calvin (2005). *Greenhouse Tomatoes Change the Dynamics of the North American Fresh Tomato Industry (Economic Research Report Núm. 2)*. Washington, D. C.: United States Department of Agriculture Economic Research Service.

Dabat, Alejandro; Jorge Fabián Hernández Cervantes, y Canek Vega Contreras (2015). "Capitalismo actual, crisis y cambio geopolítico global". *Economía UNAM* 12 (36): 62-89.

Dabat, Alejandro; Miguel Rivera Ríos, y Sebastián Sztulwark (2007). "Rentas económicas en el marco de la globalización: Desarrollo y aprendizaje". *Problemas del desarrollo* 38 (151): 11-36.

Elings, Anne; Jouke Campen; Nieves García Victoria, y Olga van der Valk (2013). *A greenhouse design for Mexico*. Wageningen: Ministerie van Economische Zaken.

Estrellana, Viviana (2021). "Alistan 150 hectáreas de agricultura protegida en Querétaro". *El Economista*, 21 de junio.

G71 Arquitectos S. C., (2015). *Estudio para el Plan Maestro del Polígono 2 Agropark High-Tech Greenhouse Cluster*. Disponible en <https://g71.com.mx/proyectos-master-plan-poligono-ii-agropark/> (consulta: 19 de enero de 2023).

Freeman, Christopher (1982). "Technological Infrastructure and International Competitiveness". *Draft Paper Submitted to the OECD Ad Hoc Group on Science, Technology and Competitiveness* 13 (3): 541-569.

Fu, Xiaolan; Carlo Pietrobelli, y Luc Soete (2010). *The Role of Foreign Technology and Indigenous Innovation in Emerging Economies: Technological Change and Catching Up*. Washington, D. C.: Inter-American Development Bank.

Guan, Zhengfei; Feng Wu, y Steven Sargent (2017). *Labor Requirements and Costs for Harvesting Tomatoes*. Gainsville: University of Florida Extension.

Guthman, Julie (2014). *Agrarian Dreams: The Paradox of Organic Farming in California*. Berkeley: University of California Press.

Harvey, David (2004). *El nuevo imperialismo*. Madrid: Akal.

Hernández Pérez, Eliseo (2022). *Modelo hidrogeológico multidisciplinario de la cuenca de San Juan del Río, Querétaro, México*. Tesis de doctorado en Ciencias de la Tierra. Ciudad de México: Centro de Geociencias, Geoquímica y Petrología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Hernández-Pérez, Juan Luis (2019). "Sistema de innovación agrícola como estrategia de competitividad de los productores sonorenses en el contexto del TLCAN". *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional* 29 (54): 2-35.

Hernández Pérez, Juan Luis (2021). "La agricultura mexicana del TLCAN al TMEC: Consideraciones teóricas, balance general y perspectivas de desarrollo". *El trimestre económico* 88 (352): 1121-1152.

Hernández Pérez, Juan Luis, y Estela Martínez Borrego (2024). *Desarrollo tecnológico y formas de integración de los productores agrícolas de Sonora y Guanajuato en la globalización*. Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México.

Holmes, Seth (2013). *Fresh Fruit, Broken Bodies: Migrant Farmworkers in the United States*. Berkeley: University of California Press.

International Trade Administration (2022). *Signatories to the Tomatoes Suspension Agreement*. Disponible en <https://www.trade.gov/feature-article/us-department-commerce-announces-withdrawal-2019-suspension-agreement-fresh> (consulta: 18 de mayo del 2023).

Jaffe, Adam; Manuel Trajtenberg, y Rebecca Henderson (1993). "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations". *The Quarterly Journal of Economics* 108 (3): 577-598.

Llambi, Luis (1994). "Comparative Advantages and Disadvantages in Latin American Nontraditional Fruit and Vegetable Exports". En *The Global Restructuring of Agro-food Systems*, editado por Philip McMichael, 173-189. Ithaca: Cornell University Press.

Miller, Faith (2017). "Mexico seeks edge with high tech 'Agroparks'". *Cronkite News*, 12 octubre.

Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (2023). *Amount of the minimum wage*. *Ministerie van Algemene Zaken*. Disponible en <https://www.government.nl/themes/work/minimum-wage/entitlement-to-statutory-minimum-wage> (consulta: 10 de mayo del 2023).

Ministry of Economic Affairs, Netherlands (2015). *Capitalizing on Knowledge in International Public-Private Partnerships*. Wageningen: Food & Business Knowledge Platform.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) y Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2023). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032*. París: OECD Publishing.

Ortega Martínez, Luis Daniel; Carmen Martínez Valenzuela; Stefan Waliszewski; Juventino Ocampo Mendoza; José Huichapan Martínez; Elie Girgis El Kassis; Gerardo Soto Ruiz, y Beatriz Pérez Armendáriz (2017). "Nivel tecnológico de invernadero y riesgo para la salud de los jornaleros". *Nova scientia* 9 (18): 21-42.

Pérez, Carlota (1996). "La modernización industrial en América Latina y la herencia de la sustitución de importaciones". *Comercio Exterior* 46 (5): 347-363.

Plaisier, Erik (2023). "Continued growth of Dutch agri-food exports to Mexico. Dutch agri-food imports from Mexico fall. Agroberichten Buitenland". Agroberichten Buitenland, 26 de mayo. Disponible en <https://www.agroberichtenbuitenland.nl/actueel/nieuws/2023/05/26/continued-growth-of-dutch-agri-food-exports-to-mexico-dutch-agri-food-imports-from-mexico-fall> (consulta: 26 de mayo de 2024).

Posterity Group (2019). *Report of Findings: Greenhouse Energy Profile Study*. Ontario: Posterity Group.

Produce Pay (2021). *Tomato Analysis 2021: Production, Market Prices & Covid-19 Impact*. Los Angeles: Produce Pay.

RAI Amsterdam (2024). GreenTech Americas. Disponible en <http://www.greentech.nl/americas> (consulta: 19 de abril del 2023).

Ravensbergen, Peter; Mitchell Williams; Jonathan Webb; William Garett Owen; Timothy Woods; Lusine Aramyan; Gerben Splinter, y Yolande de Valk (2022). *Feasibility study of a controlled environment agriculture ecosystem in Kentucky*. Wageningen: Wageningen Economic Research.

Rubio, Blanca (2001). *Explotados y Excluidos. Los campesinos latinoamericanos en la fase agroexportadora neoliberal*. México: Plaza y Valdés.
Sánchez, Yanaisy (2016). *La transferencia de tecnología en el sudeste asiático y su impacto en el desarrollo socioeconómico*. La Habana: Centro de Investigaciones de Economía Internacional, Clacso.
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader) (2022). "Agricultura protegida ubica a México entre los principales productores de frutas y hortalizas", 25 de agosto. Disponible en <http://www.gob.mx/agricultura/prensa/agricultura-protegida-ubica-a-mexico-entre-los-principales-productores-de-frutas-y-hortalizas?idiom=es%C2%A0> (consulta: 12 de marzo del 2023).
Secretaría del Trabajo y Previsión Social de México (2023). "Entran en vigor salarios mínimos 2023 en todo el país", 1 de enero. Disponible en <http://www.gob.mx/stps/prensa/entran-en-vigor-salarios-minimos-2023-en-todo-el-pais?idiom=es> (consulta: 8 de abril del 2023).
Steemler, Henry, y Eva-Marie Meemkin (2023). "Greenhouse Farming and Employment: Evidence from Ecuador". *Food Policy* 117.
Suescún Barón, Carlos Alberto (2022). "Financiarización, agricultura y dependencia alimentaria: El caso Colombia". *Ola Financiera* 15 (43): 75-112.
United Nations (2023). UN Comtrade Database. Disponible en <https://comtradeplus.un.org/> (consulta: 1 de septiembre de 2023).
Valenzuela Moreno, Karla, y Aaraón Díaz Mendíburo (2021). "El Programa de Trabajadores Agrícolas Temporales. Una visión desde la antropología del estado". *Alteridades* 31 (62): 159-170.

Entrevistas

Entrevista 1, realizada a productor. Querétaro, archivo personal, 20 de enero de 2023.
Entrevista 2, realizada a productor. Querétaro, archivo personal, 27 de abril de 2023.
Entrevista 3, realizada a actor financiero. California, Estados Unidos, archivo personal, 6 de junio de 2023.
Entrevista 4, realizada a administrador. Querétaro, archivo personal, 20 de marzo de 2023.
Entrevista 5, realizada a administrador de empresa de tecnología agrícola. Querétaro, archivo personal, 22 marzo de 2023.
Entrevista 6, realizada a productor. Querétaro, archivo personal, 10 de octubre de 2023.
Entrevista 7, realizada a funcionario público. Ciudad de México, archivo personal, 15 de marzo de 2023.
Entrevista 8, realizada a administrador. Querétaro, archivo personal, 20 de marzo de 2023.

Capacidad de absorción y desempeño en innovación en la acuacultura de camarón de Sonora

Jorge Inés León Balderrama
Leslie García Montijo
José Crisóforo Carrazco Escalante

Introducción

La acuacultura es considerada una de las actividades con mayor dinamismo en México en los últimos años, pues aporta amplios beneficios sociales y económicos. En la región noroeste, se ha convertido en una de las alternativas más viables para la producción de alimentos. Sin embargo, al igual que en otros países, esta actividad ha enfrentado fuertes crisis derivadas de la propagación de enfermedades infecciosas, las cuales han afectado drásticamente la producción y las exportaciones locales en los últimos años.

Sonora, junto con Sinaloa, se ha destacado como una de las entidades federativas con mayor aporte en la producción acuícola a nivel nacional, especialmente en el cultivo de camarón. En la última década, estas dos entidades han aportado alrededor del 90% de la producción nacional. El cultivo de camarón tiene impactos sociales y económicos muy relevantes, tanto a nivel regional como nacional, entre los principales: a) desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria nacional, al proveer alimentos con proteínas de calidad y bajo costo a la población; b) constituye una importante fuente de empleos en las comunidades costeras, a la vez que reduce la migración hacia las zonas urbanas; c) genera empleos en regiones con pocas oportunidades de acceso (alrededor de 15 mil empleos directos tan sólo en Sonora); y d) representa una prominente actividad generadora de divisas y una "locomotora" que impulsa el desarrollo de industrias conexas, como la producción de alimentos para animales.

No obstante, a partir de 2009 —año en que se alcanzó un nivel histórico de producción—, la acuacultura local ha padecido las dificultades relacionadas con la aparición y propagación de enfermedades, así como con las limitaciones para incrementar la productividad de las plantas. La producción de camarón en Sonora sufrió un decremento drástico: de más de 80 mil toneladas en 2009 pasó a alrededor de 15 mil en 2013. No fue sino hasta 2021 y 2022 que se lograron recuperar los niveles de producción estatal alcanzados antes de la crisis provocada por la enfermedad de la muerte temprana del camarón.

Especialmente Sonora, segunda entidad productora a nivel nacional después de Sinaloa, ha resentido los impactos negativos de esta crisis sectorial-regional. Ante esta situación, los productores han tenido que actualizarse rápidamente en la gestión de la tecnología y la innovación. La acuacultura de camarón es una actividad desarrollada, en su mayoría, por Pymes que requieren de la constante renovación tecnológica. Los acuicultores utilizan la tecnología para mejorar los rendimientos, combatir las enfermedades y reducir los costos. Entre las principales novedades tecnológicas que los productores han intentado introducir en la última década, con distintos niveles de éxito, destacan: las vacunas y los antibióticos, el uso de probióticos en el agua, la desinfección de aguas en estanques, los probióticos e inmunoestimulantes en alimentos, la manipulación de dinámicas de estanques, la reducción de intercambios de agua, la filtración mejorada, la disminución de proteínas en los alimentos, el uso de sustratos artificiales, el revestimiento de estanques, los policultivos con otras especies y la mitigación medioambiental.

La información, las ideas y el conocimiento acerca de estas y otras tecnologías pueden obtenerse de múltiples fuentes externas. Diversos agentes —como universidades y tecnológicos, centros de investigación, comités de sanidad, proveedores, competidores, clientes, consultores privados, instituciones, entre otros—, desempeñan un papel clave en el desarrollo científico y tecnológico de este sector. Sin embargo, una cosa es contar con proveedores externos de conocimiento que faciliten la adquisición de nuevo conocimiento sobre tecnologías nuevas y emergentes en la acuacultura de camarón, y otra cosa muy distinta es que ese conocimiento sea aprendido, interiorizado o absorbido efectivamente por las empresas para ser aprovechado y explotado en la producción comercial.

La capacidad de las empresas acuícolas de “hacer” y “absorber” —de forma oportuna y eficiente— la información, las ideas y los conocimientos sobre las nuevas tecnologías emergentes en las áreas mencionadas es desconocida o poco estudiada en el contexto regional; por ello, su estudio resulta muy importante. Además, el avance de las investigaciones en esta línea permite intuir que esta “habilidad” es dinámica y depende de las capacidades de las empresas, las cuales se encuentran distribuidas de manera desigual entre las empresas acuícolas de la región. Esta capacidad está estrechamente relacionada con lo que, en el argot de las ciencias administrativas, se ha denominado “capacidad de absorción” (CA) del conocimiento.

Los estudios sobre el tema, en su conjunto, coinciden en que la CA es un factor clave en el éxito competitivo de las empresas, basado en la innovación, dentro del actual contexto de la economía del conocimiento (Naqshbandi y Jasimuddin, 2022; Algarni *et al*., 2023; Carrasco-Carvajal *et al*., 2023). Sin embargo, aunque ha habido un importante incremento en la literatura centrada en este tema, persisten brechas de conocimiento significativas. Por ejemplo, si bien varios académicos han descompuesto el proceso de CA en dimensiones particulares (*v. gr*., Camisón y Forés, 2010; Flatten *et al*., 2011), esta división dimensional del constructo y el papel que juegan las dimensiones individuales no se han esclarecido en su totalidad, ya que pocos estudios se han centrado en las relaciones entre las múltiples dimensiones de la CA del conocimiento y el desempeño innovador de las empresas (*v. gr*., Zobel, 2017; Kafouros *et al*., 2020; Knoppen *et al*., 2022).

Con base en las lagunas de investigación anteriores, tanto en la teoría como en la práctica, examinamos las relaciones entre múltiples dimensiones de la CA del conocimiento y el desempeño en innovación de las empresas, mediante la búsqueda de evidencia empírica en el contexto de la acuicultura de camarón en Sonora.

El objetivo general de la investigación es contribuir al estudio empírico del impacto que la CA tiene sobre el desempeño en innovación de las empresas del sector acuícola estatal, a partir del estudio de caso del cultivo de camarón. Los objetivos específicos son: a) evaluar estadísticamente si la CA del conocimiento, en general, es un buen predictor del nivel de desempeño en innovación de las empresas de cultivo de camarón en Sonora; y b) estimar, por medio de un modelo de ecuaciones estructurales, el efecto particular de las capacidades de adquisición, asimilación, transformación y explotación del conocimiento sobre el desempeño en innovación de las empresas acuícolas regionales.

El resto de este documento está organizado de la siguiente manera: la segunda sección presenta los antecedentes teóricos del estudio; la tercera describe el método y destaca la medición de las variables y la fuente de los datos; la cuarta sección expone los hallazgos empíricos; y, finalmente, en la quinta sección se presentan las conclusiones y las principales contribuciones del estudio, además de sus implicaciones y limitaciones gerenciales.

Marco teórico

Antecedentes de la capacidad de absorción del conocimiento

La intensa competencia en los mercados nacionales e internacionales de productos agroalimentarios exige a las empresas desarrollar estrategias diversas, en función de sus recursos y capacidades, para mejorar los resultados en innovación, sostenibilidad

y rendimiento empresarial (Parra-Requena *et al*., 2022). En este sentido, resulta importante destacar el papel de las capacidades dinámicas de las empresas.

El enfoque de capacidades dinámicas ha cobrado relevancia en la gestión estratégica (Teece, 2019). Este enfoque, que surgió como una extensión de la perspectiva basada en recursos, se centra en comprender la naturaleza y las implicaciones de las capacidades organizacionales (Schilke *et al*., 2018). Para una mejor comprensión taxonómica, estas capacidades se dividen en dos líneas de estudio: operativas y dinámicas (Schilke *et al*., 2018). Las capacidades operativas se refieren a las actividades técnicas repetitivas y continuas que las empresas realizan en sus operaciones. Las capacidades dinámicas, en cambio, aluden a aquellas actividades vinculadas con la creación de valor y con la introducción y desarrollo de nuevos procesos, servicios y productos que, a su vez, impulsan la ventaja competitiva de una empresa frente a sus competidores (Zahra y George, 2002; Teece, 2019). Teece (2019) sostiene que las capacidades dinámicas han sido analizadas desde tres perspectivas: adaptativa, de absorción y de innovación.

En este marco, la capacidad de absorción (CA) se considera una dimensión de la capacidad dinámica (Cohen y Levinthal, 1990; Teece, 2019), caracterizada por la facultad que otorga a las empresas para adquirir, asimilar, transformar y explotar el conocimiento del entorno (Zahra y George, 2002). La CA es especialmente relevante en el contexto de los sistemas agroalimentarios locales, donde predominan las empresas pequeñas que, dado su tamaño y recursos limitados, pueden aprovechar los recursos externos, en particular al fortalecer o desarrollar su capacidad para captar, aprender, adaptar y explotar el conocimiento externo. De acuerdo con la literatura académica, esta capacidad interna de las empresas constituye un antecedente esencial para el desarrollo de los nuevos procesos y productos que demanda el mercado (Chatterjee *et al*., 2022).

A partir del enfoque de capacidades dinámicas, la CA ha sido un tema de investigación por su potencial para transformar el conocimiento absorbido del exterior en productos, procesos y sistemas, especialmente en pequeñas empresas (Saunila, 2020; Chatterjee *et al*., 2022). Esta capacidad se ha estudiado desde diversas perspectivas; es decir, como variable dependiente, independiente, moderadora y mediadora; en diferentes áreas de conocimiento y con hallazgos dispares. La CA se ha analizado como determinante del desempeño general de las empresas (Ali *et al*., 2020), como factor de competitividad y ventaja competitiva (Hossain *et al*., 2021), por su efecto en la generación de innovaciones de productos y procesos (Chatterjee *et al*., 2022; Sancho-Zamora, 2021) y por su impacto en el desempeño en innovación (Hurtado-Palomino *et al*., 2022; Duan *et al*., 2020).

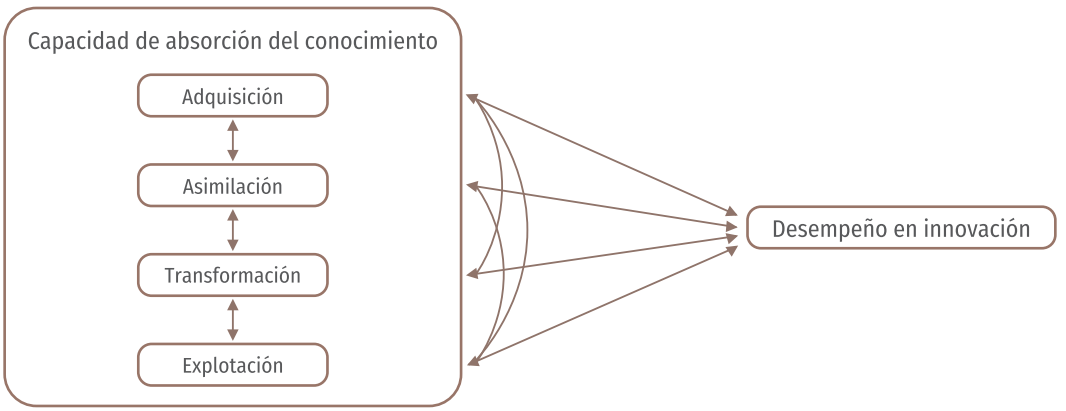


Diagrama 1. Modelo conceptual de la relación "capacidad de absorción del conocimiento-desempeño en innovación"

Fuente: elaboración propia.

Las dimensiones de la capacidad de absorción

Cohen y Levinthal (1990), en su trabajo pionero, conceptualizaron la capacidad de absorción (CA) como un modelo tridimensional compuesto por la capacidad de aprender del conocimiento externo a través de procesos de identificación, asimilación y explotación. Sin embargo, posteriormente se han ofrecido esquemas alternativos sobre las dimensiones de la CA. Kim (1998) amplió el concepto de Cohen y Levinthal al señalar que la del conocimiento debe incluir procesos de adquisición, asimilación, transformación y desarrollo de conocimiento. Por su parte, Zahra y George (2002) definieron la CA como un conjunto de capacidades basadas en el conocimiento, integradas en las rutinas y procesos estratégicos de una empresa, que abarcan la adquisición, asimilación, transformación y explotación del conocimiento (es decir, un modelo de cuatro dimensiones). Debido a que el modelo de Zahra y George (2002) es más completo y combina de forma natural y complementaria las cuatro dimensiones para producir una capacidad organizacional dinámica, en este estudio adoptamos dicho enfoque teórico y descomponemos la CA de conocimiento en las cuatro dimensiones propuestas por estos autores ya mencionadas. El modelo conceptual de nuestro trabajo se muestra en el diagrama 1.

La capacidad de adquisición de conocimientos

Se refiere a la capacidad de las empresas para identificar y adquirir conocimiento generado externamente, fundamental para sus operaciones (Zahra y George 2002; Zhao *et al*., 2021). El proceso de adquisición de conocimiento puede definirse como el mecanismo mediante el cual las empresas obtienen recursos de conocimiento relevantes al interactuar con sus entornos internos y externos (Buckley *et al*., 2009). La

adquisición de conocimiento constituye la etapa inicial en el proceso de absorción. Numerosos estudios previos han relacionado esta capacidad de adquisición con la innovación empresarial (por ejemplo, Sancho-Zamora *et al*., 2021).

La capacidad de asimilación de conocimientos

Se refiere a las rutinas y procesos que permiten a las empresas analizar, interpretar y comprender la información obtenida de fuentes externas (Zahra y George, 2002; Zhao *et al*., 2021). Esta capacidad puede acelerar la resolución de problemas y acortar el ciclo de desarrollo de nuevos productos. Asimismo, la asimilación del conocimiento externo puede evitar el trabajo repetitivo, actualizar las reservas de conocimiento y mejorar la innovación y la competitividad de una empresa. Por lo tanto, una mayor capacidad de asimilación se traduce en un mejor desempeño en innovación (Hoarau, 2014).

La capacidad de transformación del conocimiento

Denota la capacidad de una empresa para desarrollar y perfeccionar rutinas que faciliten la combinación del conocimiento existente con el recién adquirido y asimilado (Zahra y George, 2002; Zhao *et al*., 2021). Una transformación efectiva del conocimiento acelera la absorción de nuevos conocimientos y permite una integración e innovación eficientes, lo que probablemente se traduce en un mejor desempeño empresarial (Yli-Renko *et al*., 2001). Cuando existen diferencias entre el conocimiento nuevo y el existente, la empresa no puede simplemente copiar o comprender inmediatamente el conocimiento externo; por ello, la capacidad de transformación se vuelve aún más necesaria.

La capacidad de explotación del conocimiento

Se refiere a la capacidad de las empresas para incorporar y utilizar el conocimiento adquirido, asimilado y transformado en sus operaciones y rutinas, con el fin de resolver problemas reales. Esta capacidad permite crear nuevas operaciones, competencias y rutinas y, en última instancia, traducir el conocimiento en ganancias (Camisón y Forés, 2010). Se ha encontrado un estrecho vínculo entre la capacidad de explotación del conocimiento y la producción de innovación de las empresas. Dado que la aplicación eficaz del conocimiento cristaliza su valor, una empresa con una sólida capacidad de explotación puede transformar de manera continua conocimientos nuevos y existentes en productos y servicios innovadores (Alavi y Tiwana, 2002).

Capacidad de absorción del conocimiento y desempeño en innovación

Diversos estudios han comprobado el efecto positivo de la capacidad de absorción (CA) del conocimiento en el desempeño empresarial y, en particular, en el desempeño en innovación (Hurtado-Palomino *et al*., 2022; Duan *et al*., 2020). Sancho-Zamora *et al*. (2021) encontraron que la relación entre la CA y el rendimiento en el desarrollo de nuevos productos es positiva. De manera similar, Lichtenthaler (2016) identificó una relación en forma de U invertida entre la CA y el desempeño en innovación de las empresas. Kotabe *et al*. (2011) demostraron que la CA realizada —es decir, la capacidad de transformación y la capacidad de explotación del conocimiento— se asociaba positivamente con la adquisición de información y aumentaba el desempeño comercial de nuevos productos. Por su parte, Fosfuri y Tribó (2008) señalaron que la CA potencial constituye una fuente de ventaja competitiva en innovación, especialmente cuando existe un flujo de información eficiente que reduce la distancia entre la capacidad potencial y la realizada. Harvey *et al*. (2010), por su parte, desarrollaron un modelo en el que las condiciones internas y externas influyen conjuntamente en la CA y, en consecuencia, ésta mejora el desempeño de una empresa. Algunos estudios sobre Pymes también han encontrado que la CA favorece el desempeño de una empresa (Hossain *et al*., 2021). Según Bolívar-Ramos *et al*. (2013), la CA potencial está relacionada con la CA realizada, la cual, a su vez, se vincula con el desempeño organizacional.

García-Morales *et al*. (2007) evidenciaron que la CA en las empresas tecnológicas influye positivamente en el aprendizaje y la innovación organizacional, y que fomentar la CA tecnológica dirige a los empleados a buscar y aprender nuevas ideas. Según su estudio, tanto el aprendizaje como la innovación organizacional aumentan el desempeño organizacional. Ali *et al*. (2020: 16) encontraron que diferentes formas de CA y determinadas condiciones de innovación organizacional conducen, también, a un mejor desempeño organizacional.

Metodología

El contexto de la investigación empírica

En Sonora, la principal industria acuícola es la del camarón. Este estado posee un gran potencial para desarrollar esta actividad económica, tanto en su extenso litoral marino como en tierra adentro. En los más de 1,200 km^2 de litoral con el Golfo de California, el estado cuenta con diversos sistemas lagunarios formados por escurrimientos de aguas continentales (ver figura 2), procedentes de las sierras ubicadas al oriente de Sonora, en especial de las estribaciones oeste de la Sierra Madre Occidental, entre los que destacan los ríos Yaqui y Mayo.

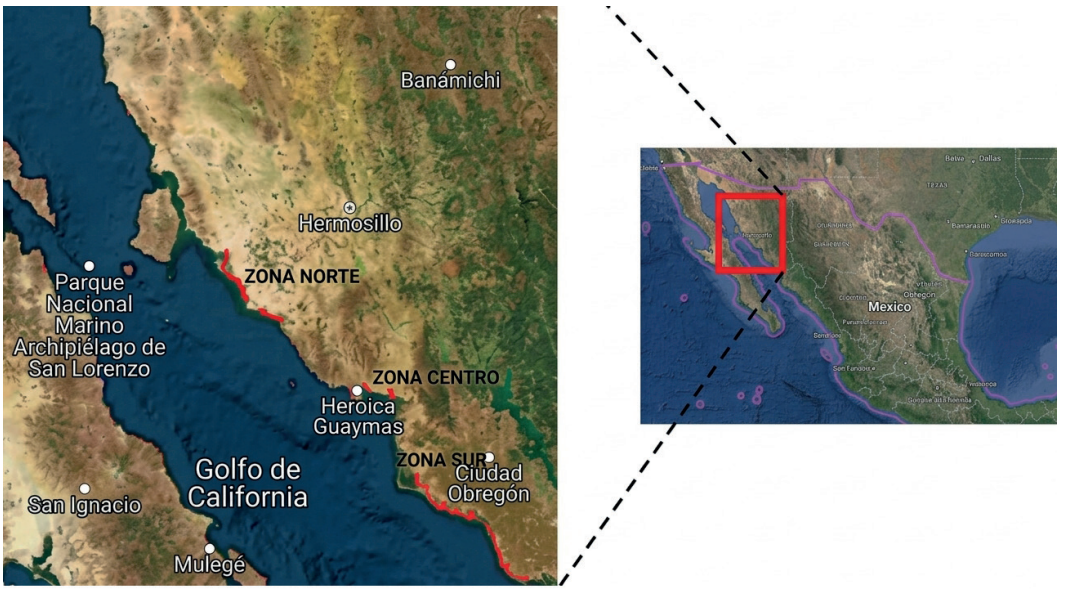
Sonora se distingue por encontrarse entre los principales productores de camarón de cultivo en México. Cuenta con una infraestructura instalada para el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) de aproximadamente 27,000 ha, distribuidas en más de 180 unidades de producción acuícola (UPA), en las que participan tanto el sector social como el privado. Asimismo, cuenta con cinco laboratorios de producción de larva de camarón. De esta infraestructura, cada año operan entre 130 y 160 UPA, cifra que varía según las condiciones económicas y sanitarias.

El cultivo de camarón en este estado se centra en una única especie: el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), desarrollado principalmente en sistemas productivos semiintensivos. Para una mejor organización y para facilitar la implementación de medidas sanitarias, todas las UPA de camarón registradas en Sonora se agrupan en catorce Juntas Locales de Sanidad Acuícola (JLSA), de acuerdo con su ubicación geográfica, toma de agua e infraestructura común (ver mapa 1). A su vez, estas JLSA se distribuyen en tres macrorregiones: zona norte (Bahía de Kino, Cardonal y Tastiota), zona centro (Guaymas, Cruz de Piedra y Lobos) y zona sur (Mélagos, Atanasia, Tóbari, Siari, Aquiropo, Riíto, Santa Bárbara y Agiabampo).

Sonora ocupa el segundo lugar nacional en producción de camarón de acuacultura, con una producción actual que supera las 80 mil toneladas anuales. Como se aprecia en la gráfica 1, la producción estatal experimentó un crecimiento dinámico durante la década de 2000, lo que le permitió ubicarse como el primer productor a nivel nacional.

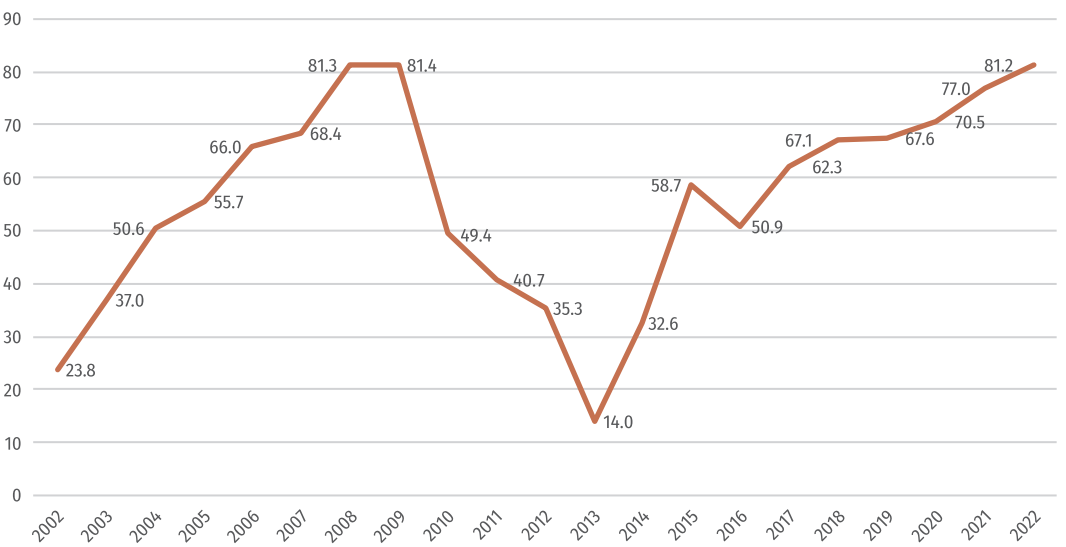
No obstante, a inicios de la década de 2010, la producción estatal enfrentó una drástica reducción debido al impacto de epidemias que afectaron al camarón en cultivo. Este episodio de crisis evidenció las debilidades de los pequeños y medianos productores locales para conocer, aprender y adoptar las tecnologías, prácticas y estándares de sanidad necesarios para prevenir o recuperarse de los efectos de emergencias epidemiológicas.

Las nuevas tecnologías, prácticas y estándares mencionados no se circunscriben sólo a la seguridad sanitaria o epidemiológica. Las tecnologías y prácticas emergentes para una acuacultura viable y sostenible se pueden agrupar en tres categorías (Joffre *et al*., 2020): i) prácticas de control de enfermedades (uso de postlarvas libres de patógenos; postlarvas de alta calidad; establecimiento de medidas de bioseguridad para evitar el acceso de patógenos; aplicación de antibióticos, recubrimientos avanzados de los estanques, monitoreo de la concentración de *Vibrio* durante el periodo de cultivo; entre otras tecnologías y prácticas); ii) tecnologías de la alimentación animal (uso de probióticos para mejorar la digestión y la salud intestinal del camarón, alimento de alta calidad, suministro de vitaminas y minerales, empleo de aditivos alimentarios), y iii) tecnologías y prácticas de gestión de la calidad del agua (uso de probióticos para mejorar la calidad del agua, aplicación de carbohidratos, estanques de tratamiento de agua, siembra en estanque de tratamiento, implementación de kits de prueba de calidad, uso de minerales).



Mapa 1. Ubicación geográfica de los centros de producción de camarón de cultivo en Sonora (áreas en rojo)

Fuente: elaboración propia con base en datos del Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora, A. C. (COSAES) (2025). Sitio oficial, Programa de Sanidad Camarón.



Gráfica 1. Sonora. Producción estatal de camarón de cultivo, 2002-2022 (toneladas)

Fuente: elaboración propia con base en datos del Comité de Sanidad Acuícola del Estado Sonora, A. C. (COSAES) (2025), Sitio Oficial, Programa Sanidad Camarón; y de Conapesca, Información Estadística por Especie y Entidad. Disponible en <https://www.conapesca.gob.mx/wb/cona/informacion_estadistica_por_especie_y_entidad> (consulta: 21 de mayo de 2025).

Un factor explicativo importante de las limitaciones que han enfrentado los productores de Sonora para sobreponerse a las crisis de mortandad del camarón y mantener niveles crecientes de producción radica en las propias capacidades organizacionales de las unidades productivas. Entre ellas destacan las capacidades necesarias no sólo para adquirir externamente el conocimiento sobre las tecnologías emergentes que hemos mencionado, sino también para absorberlo, asimilarlo, integrarlo y explotarlo.

Los datos

Para obtener los datos de la investigación empírica se diseñó y aplicó una encuesta a una muestra, estratificada por zona, de 55 unidades productivas acuícolas (UPA) localizadas en las zonas norte, centro y sur de la costa de Sonora. Las UPA encuestadas se ubican en las comunidades de Caborca, Bahía Kino, Tastiota y Cardonal (zona norte); Guaymas, Cruz de Piedra y Lobos (zona centro); y Mélagos, Atanasia, Tóbari, Siari, Aquiropo, Riíto, Agiabampo y Santa Bárbara (zona sur). La encuesta estuvo dirigida a administrativos, gerentes y propietarios de las empresas, y se aplicó tanto de forma presencial como por correo electrónico y vía telefónica.

El cuestionario se estructuró en seis secciones: la primera estuvo orientada a obtener información de las empresas (UPA) y de sus directivos; las siguientes contenían los reactivos de la escala diseñada para medir las distintas dimensiones de la capacidad de absorción (CA); y la última sección se destinó a la medición del desempeño en innovación de las empresas. En las tablas 1 y 2 se presentan dichos reactivos.

Tabla 1. Reactivos de la escala de medición de las dimensiones de la capacidad de absorción

Capacidad de absorción del conocimiento (C. Absorción)
Capacidad de adquisición del conocimiento (*C. Adquisición*) (1 = completamente en desacuerdo y 7 = completamente de acuerdo)
En mi empresa: Se utilizan frecuentemente fuentes externas de conocimiento Se reconoce usualmente el nuevo conocimiento generado internamente Se colabora frecuentemente con universidades y centros de investigación Se colabora frecuentemente con clientes y proveedores Se colabora frecuentemente con consultores y se participa en foros, congresos, etc. Se hacen esfuerzos para detectar y replicar mejores prácticas y nuevos estándares Se tiene personal dedicado exclusivamente a conocer tendencias en tecnologías y nuevas prácticas
Capacidad de asimilación del conocimiento (*C. Asimilación*) (1 = completamente en desacuerdo y 7 = completamente de acuerdo)
En mi empresa: Se capacita al personal en tendencias del mercado y las tecnologías Se realizan evaluaciones de procesos y rutinas para detectar mejoras Se adquiere nuevo conocimiento, todas las partes interesadas participan Se cuenta con procesos para implementar las nuevas ideas adquiridas y aprendidas Se evalúan los beneficios potenciales del conocimiento adquirido

(Continuación)

Capacidad de absorción del conocimiento (C. Absorción)
Capacidad de transformación del conocimiento (*C. Transformación*) (1 = completamente en desacuerdo y 7 = completamente de acuerdo) En mi empresa: Se lleva un registro sistemático de los cambios generados por el nuevo conocimiento Se discuten los impactos del conocimiento adquirido y asimilado, en relación con su potencial para desarrollar nuevos productos y procesos Se evalúa el valor del nuevo conocimiento para su adaptación a las formas de trabajo existentes Se evalúa cómo aprovechar el conocimiento adquirido y asimilado, involucrando a todas las áreas relacionadas con las mejoras potenciales.
Capacidad de explotación del conocimiento (*C. Explotación*) (1 = completamente en desacuerdo y 7 = completamente de acuerdo) En mi empresa: Se tienen capacidades para la generación de patentes Se tiene una mayor capacidad de I+D comparada con sus competidores Se tiene capacidad para introducir nuevos productos al mercado y para transformar sus procesos Se pueden implementar cambios tecnológicos con frecuencia

Fuente: elaboración propia con base en Flatten *et al*. (2011); Pradana *et al*. (2019) y Müller (2021).

Tabla 2. Reactivos. Escala de medición de las dimensiones del desempeño en innovación

Desempeño en innovación (Innovación)
(1 = completamente en desacuerdo y 7 = completamente de acuerdo) En mi empresa: Se realizan más lanzamientos de nuevos productos que la competencia Se identifican y desarrollan nuevos mercados antes que la competencia Se modifican, mejoran y desarrollan nuevos productos con cierta frecuencia Se modifican, mejoran y desarrollan nuevos procesos con cierta frecuencia Se incrementan las ventas gracias a la introducción de productos mejorados Se invierte en actividades para el desarrollo de productos Se tiene un número creciente de productos en el mercado Se tiene un número creciente de nuevos productos en el mercado Se invierte constantemente en el desarrollo de tecnologías propias Se tiene una gestión flexible y que hace cambios oportunamente Se han ampliado los mercados en los últimos años Nos consideramos líderes en la innovación

Fuente: elaboración propia con base en Tepic *et al*. (2012).

Validación de la escala

El cuestionario aplicado a las granjas acuícolas constó de 32 reactivos en total: 20 orientados a estimar las cuatro dimensiones de la capacidad de absorción (CA) del conocimiento y 12 al nivel de innovación de las empresas. Los reactivos se presentaron en una escala de Likert de siete puntos (1 = totalmente en desacuerdo; 7 = totalmente de acuerdo). Para validar el instrumento se utilizó el coeficiente alfa de Cronbach y se obtuvieron valores superiores a 0.800. La fiabilidad medida mediante este coeficiente asume

que los ítems (medidos en escala de Likert) miden un mismo constructo y que están altamente correlacionados (Cohen *et al*., 2018).

Procedimientos de análisis de los datos

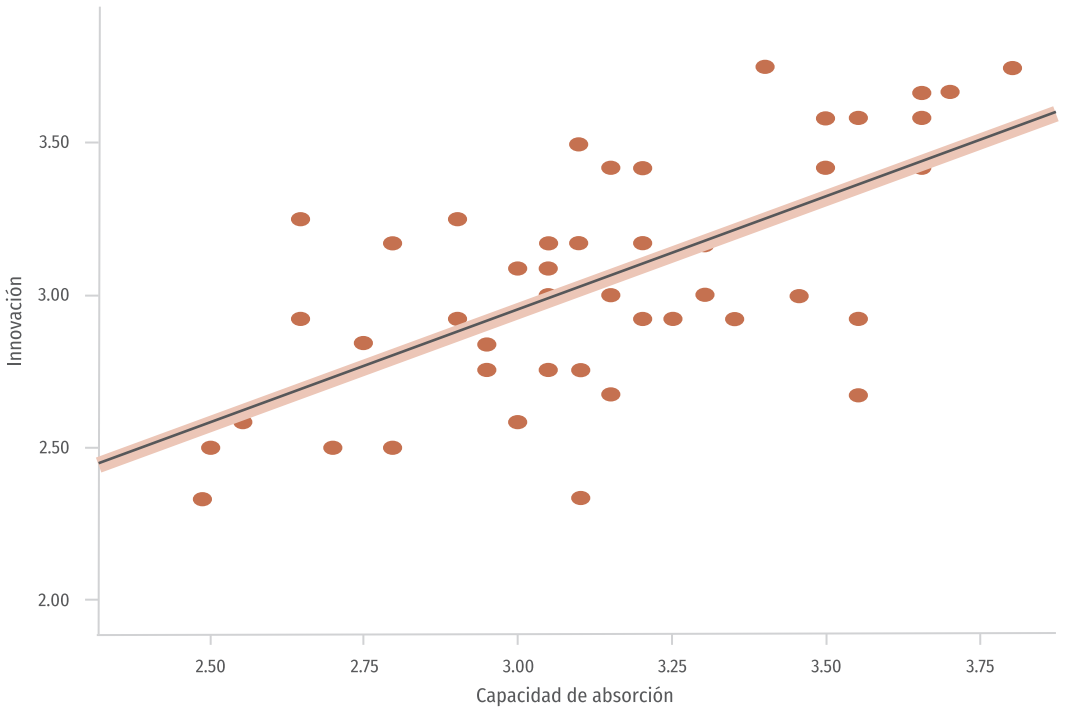
Como técnica de análisis de datos se utilizó el Modelo de Ecuaciones Estructurales (MEE). Este modelo permite representar, estimar y probar las relaciones entre las diferentes variables de estudio, además de generar ventajas para la investigación, por ejemplo: alta flexibilidad, reconocimiento de la naturaleza imperfecta de las mediciones propuestas, resolución de problemas de multicolinealidad, y capacidad de representar relaciones complejas por medio de un lenguaje gráfico y comprensible (Tello *et al*., 2019).

Resultados

La encuesta aplicada obtuvo una tasa de respuesta del 80%, con la participación efectiva de 45 empresas que respondieron el cuestionario. De este total, 27 se ubican en la zona sur, 12 en la zona norte y 6 en la zona centro (con base en las grandes regiones acuícolas de Sonora definidas por organismo como el COSAES). Asimismo, la muestra estuvo compuesta por 26 empresas medianas (57.8%), 19 grandes (22.2%), 6 pequeñas (13.3%) y 3 micropequeñas (6.7%).

El primer objetivo de este estudio fue establecer si la capacidad de absorción (CA) del conocimiento tiene un efecto significativo sobre el desempeño en innovación de las empresas de cultivo de camarón en Sonora. En primera instancia, se presentan los resultados de la correlación de Pearson, los cuales demuestran la existencia de una correlación positiva entre ambas variables: el coeficiente de correlación obtenido fue de 0.651. Por otra parte, el valor de R^2 fue igual a 0.423; es decir, 42.3% de correlación entre variables (cuadro 1). Es decir, tanto la representación gráfica de la correlación como el modelo de regresión simple muestran la existencia de una fuerte asociación entre la capacidad de absorción (CA) del conocimiento y el desempeño en innovación de las empresas acuícolas de camarón en Sonora (gráfica 2).

Para probar el efecto de la CA, sin desglosar sus dimensiones, se empleó el Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM), mediante el cual se obtuvo un modelo general. Como se puede observar (diagrama 2) en los primeros resultados de este sencillo modelo, pero de respaldo robusto —pues contiene todas las variables del instrumento para su análisis—, la CA del conocimiento presenta un resultado positivo sobre la variable "desempeño en innovación de las empresas", con un coeficiente igual a 0.74.



Gráfica 2. **Representación gráfica de la correlación entre la capacidad de absorción del conocimiento y el desempeño en innovación**

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 1. **Resumen del modelo de correlación entre la capacidad de absorción del conocimiento y el desempeño en innovación**

Modelo	R	R^2	R^2 ajust.	Ɛ tip.	Cambios estadísticos				
					Cambio de R^2	*Cambio de F*	*df1*	*df2*	*Sig. Cambio de F*
Global	0.651**	0.424	0.410	0.298	0.424	31.633	1	43	0.000

Fuente: elaboración propia.



Diagrama 2. **La capacidad de absorción como predictor del desempeño en innovación de las empresas (granjas de cultivo de camarón en Sonora)**

Fuente: elaboración propia.

El segundo objetivo de este estudio consiste en evaluar la importancia de las interrelaciones de dependencia y causalidad que existen entre las dimensiones particulares de la CA del conocimiento —adquisición, asimilación, transformación y explotación— y el desempeño en innovación de las empresas acuícolas del estado de Sonora. Para cumplir con este objetivo se elaboró el Modelo de Ecuaciones Estructurales (MEE), presentado en el diagrama 3, en el que se muestran los efectos de cada dimensión de la CA sobre el desempeño en innovación de las empresas, así como las interacciones y efectos existentes entre las cuatro dimensiones.

El modelo resultante evidencia que el efecto de cada dimensión de la CA sobre el desempeño en innovación es diferenciado. La dimensión "capacidad de asimilación de conocimiento" exhibe un efecto positivo de mayor peso que las demás dimensiones. Ello significa que las empresas que cuentan con rutinas y procesos que les permiten analizar, procesar, interpretar, comprender, interiorizar y clasificar el nuevo conocimiento adquirido tienden a mostrar un mejor desempeño en innovación. Ejemplos de estas rutinas organizacionales son: capacitación del personal en tendencias del mercado y tecnologías, evaluaciones de procesos y rutinas para detectar mejoras, promoción de la participación de las partes interesadas al adquirir nuevo conocimiento, implementación de nuevas ideas adquiridas y aprendidas, y evaluación de los beneficios potenciales del conocimiento adquirido.

El segundo factor de importancia, por la fuerza de su efecto sobre el desempeño, es la capacidad de adquisición de conocimiento, entendida como el conjunto de rutinas y procesos organizacionales que permiten a la empresa localizar, identificar, valorar y adquirir nuevo conocimiento externo para sus fines. Ejemplos de estas rutinas

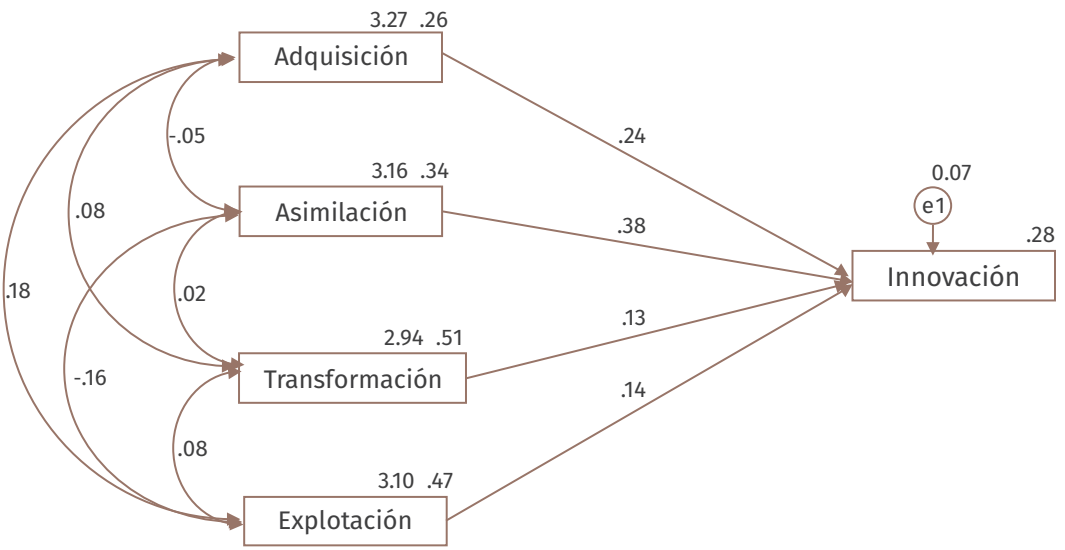


Diagrama 3. Modelo de ecuaciones estructurales

Fuente: elaboración propia.

específicas en las empresas acuícolas incluyen: detección del conocimiento de utilidad en agentes externos; localización del conocimiento generado internamente; colaboración con universidades, centros de investigación, clientes, proveedores y consultores; participación en foros y congresos; implementación de esfuerzos para detectar y replicar mejores prácticas y nuevos estándares; contratación de personal dedicado exclusivamente a conocer tendencias en tecnologías y nuevas prácticas.

Estos resultados también muestran que las dimensiones "capacidad de transformación" y "capacidad de explotación" del conocimiento tienen un efecto, aunque positivo, de menor intensidad sobre el desempeño en innovación. La capacidad de transformación —definida como las rutinas que facilitan la transferencia y la combinación innovadora del conocimiento nuevo con el previo— resultó ser la dimensión más débilmente asociada al desempeño en innovación de las empresas estudiadas. Por su parte, la capacidad de explotación del conocimiento —entendida como el conjunto de rutinas que habilitan a los miembros de la empresa para utilizar el nuevo conocimiento con el fin de alcanzar los objetivos organizacionales—, también mostró un efecto menor.

Como un ejercicio confirmatorio del MEE, se obtuvo un modelo de regresión múltiple, cuyos resultados se presentan en el cuadro 2.

Si nos atenemos al valor de *t*, que indica la significación estadística de los distintos coeficientes, se observa que el valor máximo corresponde a la dimensión "asimilación" (t = 4.83), seguido de "adquisición" (t = 2.43), luego de "transformación" (t=2.08) y, por último, "explotación" (t = 1.78).

Cuadro 2. Modelo de Regresión Múltiple. Desempeño en innovación y dimensiones de la capacidad de absorción del conocimiento

Modelo	Coef. no estandarizados		Coef. Estandarizados	t	Sig.	Correlaciones		
	B	*Ɛ tip.*	*Beta*			*Zero-orden*	*Parcial*	*Semi parcial*
(Constante)	0.278	0.430		0.647	0.521			
Adquisición	0.236	0.097	0.313	2.43	0.019	0.397	0.360	0.266
Asimilación	0.381	0.079	0.580	4.83	0.000	0.447	0.608	0.528
Transformación	0.126	0.060	0.236	2.08	0.043	0.374	0.314	0.228
Explotación	0.137	0.077	0.245	1.78	0.081	0.211	0.272	0.195

Fuente: elaboración propia.

Discusión y conclusiones

Desde hace algunos años ha ganado aceptación la idea de que la capacidad de absorción (CA) del conocimiento es un importante impulsor del desempeño en innovación de las empresas (Xie *et al*., 2018). Con base en los datos obtenidos de una encuesta aplicada a una muestra de 45 empresas de cultivo de camarón blanco en el estado de Sonora, se encontró una relación positiva y significativa entre la CA del conocimiento y el desempeño en innovación. Estos resultados coinciden con otros estudios sobre el tema (Kostopoulos *et al*., 2011) y sugieren que las empresas acuícolas deberían considerar la CA del conocimiento como un motor que les permita alcanzar una ventaja competitiva más sólida y un desempeño empresarial superior (Lichtenthaler, 2016).

Asimismo, se hallaron relaciones positivas entre las cuatro dimensiones de la CA del conocimiento y el desempeño en innovación de las empresas. El estudio contribuye a identificar el impacto de las múltiples dimensiones de la CA en la innovación, al tiempo que examina las relaciones entre ellas y ofrece nuevas ideas teóricas en tres aspectos.

1. Gran parte de la literatura existente ha abordado la CA del conocimiento como un elemento unidimensional (Rangus y Slavec, 2017); por lo tanto, son escasos los estudios que la conciben como un constructo de corte multidimensional.
2. Si bien varios estudios se han referido al proceso específico de la CA del conocimiento (*v. gr*., Camisón y Forés, 2010), pocas investigaciones han examinado el papel de cada dimensión individual. Este análisis descompone la CA en cuatro dimensiones y muestra el papel que cada una desempeña en la producción y las capacidades de innovación de las empresas.
3. Aunque varios trabajos han señalado que las dimensiones de la CA son complementarias (Zahra y George, 2002), pocas investigaciones han explorado las relaciones entre ellas respecto a la innovación de las empresas. Por lo tanto, este estudio contribuye a la comprensión de la creación de conocimiento multidimensional dentro de las empresas al demostrar empíricamente cómo la CA del conocimiento afecta los resultados de innovación desde una visión compleja.

El estudio también ofrece importantes implicaciones para la gestión de las empresas acuícolas. En primer lugar, éstas deberían poner mayor énfasis en fortalecer su CA de los conocimientos que generan. La CA no sólo actúa como una herramienta para procesar el conocimiento externo, sino también como un conducto para transferirlo de manera interna, lo cual resulta fundamental para facilitar la innovación (Corral de Zubielqui *et al*., 2016). Esto se puede lograr mediante la creación de una atmósfera de aprendizaje organizacional y el fortalecimiento de la captación del conocimiento externo. En segundo lugar, las empresas deberían fortalecer su interacción con redes de conocimiento y mejorar su capacidad de acceso a fuentes externas, mediante la

colaboración con universidades, centros de investigación, entidades gubernamentales, clientes y proveedores. En tercer lugar, el desarrollo de la CA de los empleados es crucial para responder a las demandas del mercado; por esto, las empresas deberían fortalecer los sistemas de capacitación para mejorar sus habilidades de asimilación de conocimientos (Jiménez-Castillo y Sánchez-Pérez, 2013).

Si bien este estudio proporciona un marco de referencia útil para la gestión del conocimiento y la innovación en las empresas acuícolas, es pertinente reconocer ciertas limitaciones. En primer lugar, los hallazgos se derivan de datos recopilados de encuestas aplicadas a un número muy limitado de empresas acuícolas en el estado de Sonora, por lo que los resultados podrían ser específicos tanto de la actividad como de la región, por lo que deben interpretarse con cautela al extenderlos a otras industrias o países/regiones. En segundo lugar, si bien se examinó el papel de las distintas dimensiones de la CA del conocimiento como factores determinantes del desempeño en innovación de las empresas, este efecto se analizó de forma directa, sin contemplar que algunas dimensiones pueden desempeñar un rol de mediador entre el efecto de una sobre otra (Xie *et al*., 2018). Esto es importante dado que, en la teoría, las capacidades de adquisición y de asimilación se consideran "potenciales", lo cual sugiere un papel posterior o de mediación de las capacidades de transformación y de explotación del conocimiento.

Referencias

Alavi, Maryam, y Amrit Tiwana (2002). "Knowledge Integration in Virtual Teams: The Potential Role of KMS". *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 53 (12): 1029-1037.

Algarni, Mohammad; Murad Ali; Antonio Leal-Rodríguez, y Gema Albort-Morant (2023). "The Differential Effects of Potential and Realized Absorptive Capacity on Imitation and Innovation Strategies, and its Impact on Sustained Competitive Advantage". *Journal of Business Research* 158 (2023): 113674.

Ali, Imran; Murad Ali; Mohammad Asif Salam; Zeeshan Ahmed Bhatti; Ghulam Ali Arain, y Muhammad Burhan (2020). "How International SME's Vicarious Learning May Improve Their Performance? The Role of Absorptive Capacity, Strength of Ties with local SME's, and their Prior Success Experiences". *Industrial Marketing Management* 88 (2020): 87-100.

Bolívar Ramos, María Teresa; Víctor J. García Morales, y Rodrigo Martín Rojas (2013). "The Effects of Information Technology on absorptive Capacity and Organizational Performance". *Technology Analysis & Strategic Management* 25 (8): 905-922.

Buckley, Peter; Keith Glaister; Elko Klijn, y Hui Tan (2009). "Knowledge Accession and Knowledge Acquisition in Strategic Alliances: The Impact of Supplementary and Complementary Dimensions". *British Journal of Management* 20 (4): 598-609.

Camisón, César, y Beatriz Forés (2010). "Knowledge Absorptive Capacity: New Insights for its Conceptualization and Measurement". *Journal of Business Research* 63 (7): 707-715.

Carrasco-Carvajal, Omar; Domingo García-Pérez de Lema, y Mauricio Castillo-Vergara (2023). "Impact of Innovation Strategy, Absorptive Capacity, and Open Innovation on SME Performance: A Chilean Case Study". *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* 9 (2): 100065.

Chatterjee, Sheshadri; Ranjan Chaudhuri, y Demetris Vrontis (2022). "Knowledge Sharing in International Markets for Product and Process Innovation: Moderating Role of Firm's Absorptive Capacity". *International Marketing Review* 39 (3): 706-733.

Cohen, Wesley, y Daniel Levinthal (1990). "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation". *Administrative Science Quarterly* 35 (1): 128-152.

Cohen, Louis; Lawrence Manion, y Keith Morrison (2018). *Research Methods in Education*. Londres: Routledge.

Corral de Zubielqui, Graciela; Janice Jones, y Laurence Lester (2016). "Knowledge Inflows from Market-And Science-Based Actors, Absorptive Capacity, Innovation and Performance — A study of SMEs". *International Journal of Innovation Management* 20 (06): 1650055.

Duan, Yunlong; Wannan Wang, y Wei Zhou (2020). "The Multiple Mediation Effect of Absorptive Capacity on the Organizational Slack and Innovation Performance of High-Tech Manufacturing Firms: Evidence from Chinese Firms". *International Journal of Production Economics* 229: 107754.

Flatten, Tessa; Andreas Engelen; Shaker Zahra, y Malte Brettel (2011). "A Measure of Absorptive Capacity: Scale Development and Validation". *European Management Journal* 29 (2): 98-116.

Fosfuri, Andrea, y Josep Tribó (2008). "Exploring the Antecedents of Potential Absorptive Capacity and its Impact on Innovation Performance". *Omega* 36 (2): 173-187.

García-Morales, Víctor; Antonia Ruiz-Moreno, y Francisco Llorens-Montes (2007). "Effects of Technology Absorptive Capacity and Technology Proactivity on Organizational Learning, Innovation and Performance: An Empirical Examination". *Technology Analysis & Strategic Management* 19 (4): 527-558.

Harvey Gill, Chris Skelcher; Eileen Spencer; Pauline Jas, y Kieran Walshe (2010). "Absorptive Capacity in a Non-Market Environment: A Knowledge-Based Approach to Analyzing the Performance of Sector Organizations". *Public Management Review* 12 (1): 77-97.

Hoarau, Hindertje (2014). "Knowledge Acquisition and Assimilation in Tourism-Innovation Processes". *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism* 14 (2): 135-151.

Hossain, M. Sazzad; Kashif Hossain; Suresh Kannan, y Kunju Raman Nair (2022). "Determinants of Sustainable Competitive Advantage from Resource-Based View: Implications for Hotel Industry". *Journal of Hospitality and Tourism Insights* 5 (1): 79-98.

Hurtado-Palomino, Américo; Bernardo de la Gala-Velásquez, y Jeferson Ccorisapra-Quintana (2022). "The Interactive Effect of Innovation Capability and Potential Absorptive Capacity on Innovation". *Journal of Innovation & Knowledge* 7 (4): 100259.

Jiménez-Castillo, David, y Manuel Sánchez-Pérez (2013). "Nurturing Employee Market Knowledge Absorptive Capacity Through Unified Internal Communication and Integrated Information Technology". *Information & Management* 50 (2-3): 76-86.

Joffre, Olivier; Jasper De Vries; Laurens Klerk, y Marijn Poortvliet (2020). "Why Are Cluster Farmers Adopting More Aquaculture Technologies and Practices? The Role of Trust and Interaction Within Shrimp Farmers' Networks in the Mekong Delta, Vietnam". *Aquaculture* 523 (735181): 1-11.

Kafouros, Marios; James. H. Love; Panagiotis Ganotakis, y Palitha Konara (2020). "Experience in R&D collaborations, innovative performance and the moderating effect of different dimensions of absorptive capacity". *Technological Forecasting and Social Change* 150: 119757.

Kim, Linsu (1998). "Crisis Construction and Organizational Learning: Capability Building in Catching-Up at Hyundai Motor". *Organization Science* 9 (4): 506-521.

Knoppen, Desirée; Willem Saris, y Paolo Moncagatta (2022). "Absorptive Capacity Dimensions and the Measurement of Cumulativeness". *Journal of Business Research* 139 (2022): 312-324.

Kostopoulos, Konstantinos; Alexandros Papalexandris; Margarita Papachroni, y George Ioannou (2011). "Absorptive Capacity, Innovation, and Financial Performance". *Journal of Business Research* 64 (12): 1335-1343.

Kotabe, Masaaki; Crystal Xiangwen Jiang, y Janet Murray (2011). "Managerial Ties, Knowledge Acquisition, Realized Absorptive Capacity and New Product Market Performance of Emerging Multinational Companies: A Case of China". *Journal of World Business* 46 (2): 66-176.

Lichtenthaler, Ulrich (2016). "Absorptive Capacity and Firm Performance: An Integrative Framework of Benefits and Downsides". *Technology Analysis & Strategic Management* 28 (6): 664-676.

Müller, Julián; Oana Buliga, y Kai Voigt (2021). "The Role of Absorptive Capacity and Innovation Strategy in the Design of Industry 4.0 Business Models-A Comparison Between SMEs and Large Enterprises". *European Management Journal* 39 (3): 333-343.

Naqshbandi, Muzamil, y Sajjad Jasimuddin (2022). "The Linkage Between Open Innovation, Absorptive Capacity and Managerial Ties: A Cross-Country Perspective". *Journal of Innovation & Knowledge* 7 (2): 100167.

Parra-Requena, Gloria; María José Ruiz-Ortega; Pedro M. Garcia-Villaverde, y F. Javier Ramírez (2022). "Innovativeness and Performance: The Joint Effect of relational Trust and Combinative Capability". *European Journal of Innovation Management* 25.1 (2022): 191-213.

Pradana, Mahir; Ana Pérez-Luño, y María Fuentes-Blasco (2019). "Revisiting Measure of Absorptive Capacity: Applying the Scales in Spanish Wine Industry". *Journal of Management Information and Decision Sciences* 22 (4): 515-526.

Rangus, Kaja, y Alenka Slavec (2017). "The Interplay of Decentralization, Employee Involvement and Absorptive Capacity on Firms' Innovation and Business Performance". *Technological Forecasting and Social Change* 120: 195-203.

Sancho-Zamora, Rafael; Santiago Gutiérrez-Broncano; Felipe Hernández-Perlines, e Isidro Peña-García (2021). "A Multidimensional Study of Absorptive Capacity and innovation Capacity and Their Impact on Business Performance". *Frontiers in Psychology* 12: 751997.

Saunila, Minna (2020). "Innovation Capability in SMEs: A Systematic Review of the Literature". *Journal of Innovation & Knowledge* 5 (4): 260-265.

Schilke, Oliver; Songcui Hu, y Constance E. Helfat (2018). "Quo Vadis, Dynamic Capabilities? A Content-Analytic Review of the Current State of Knowledge and Recommendations for Future Research". *Academy of Management Annals* 12 (1): 390-439.

Teece, David J. (2019). "A Capability Theory of the FIRm: an Economics and (Strategic) Management Perspective". *New Zealand Economic Papers* 53 (1): 1-43.

Tello, Francisco; Pablo Holgado; Juan Carlos Suárez Falcón, y María de los Ángeles Morata Ramírez (2019). *Modelos de ecuaciones estructurales, desde el "Path Analysis" al Análisis Multigrupo: una guía práctica con Lisrel*. Madrid: Editorial Sanz y Torres.

Tepic, Mersiha; Jacques Trienekens; Robert Hoste, y Onno Omta (2012). "The Influence of Networking and Absorptive Capacity on the Innovativeness of Farmers in the Dutch Pork Sector". *International Food and Agribusiness Management Review* 15 (3): 1-34.

Xie, Xuemei; Hailiang Zou, y Guoyou Qi (2018). "Knowledge Absorptive Capacity and Innovation Performance in High-Tech Companies: A Multi-Mediating Analysis". *Journal of Business Research* 88: 289-297.

Yli-Renko, Helena; Erkko Autio, y Harry Sapienza (2001). "Social capital, Knowledge Acquisition, and Knowledge Exploitation in Young Technology-Based Firms". *Strategic Management Journal* 22 (6-7): 587-613.

Zahra, Shaker, y Gerard George (2002). "Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension". *Academy of Management Review* 27 (2): 185-203.

Zhao, Shuliang; Yanhong Jiang; Xiaobao Peng, y Jin Hong (2021). "Knowledge Sharing Direction and Innovation Performance in Organizations: Do Absorptive Capacity and Individual Creativity Matter?". *European Journal of Innovation Management* 24 (2): 371-394.

Zobel, Ann-Kristin (2017). "Benefiting from Open Innovation: A Multidimensional Model of Absorptive Capacity". *Journal of Product Innovation Management* 34 (83): 269-288.

Cambio organizacional e innovación en el sistema espárrago de Sonora

Ciriaco Jesús Manuel Valenzuela Romero
Beatriz Olivia Camarena Gómez
Julio César Tafolla Arellano

Introducción

La agricultura es fundamental para el desarrollo económico de los países, pues favorece la seguridad alimentaria, genera empleos en el medio rural y contribuye a la producción interna de alimentos. De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la agricultura sigue siendo el principal medio de subsistencia de la población rural. Sin embargo, en las últimas décadas, este sector productivo ha experimentado cambios tecnológicos, climáticos y de alimentación, los cuales podrían aprovecharse para avanzar hacia la sustentabilidad y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Particularmente, el ODS 2 se centra en superar el hambre, garantizar la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover una agricultura sostenible, es decir, en coexistencia armónica con la naturaleza. En este sentido, el ODS 15 busca la protección, restauración y uso sostenible de los ecosistemas terrestres (CEPAL *et al*., 2021: 38).

No obstante, el desafío al que se enfrentan los sistemas productivos del sector agrícola no es exclusivo de los "tres motores de cambio" (tecnológico, climático y alimenticio). De acuerdo con el Banco Mundial (Morris *et al*., 2020), existen otros factores que se deben tomar en cuenta para garantizar una alimentación adecuada y sostenible. Variables como el crecimiento de la población, la urbanización, la migración, el aumento de los costos, la productividad y las políticas económicas y ambientales son determinantes para configurar estrategias que conduzcan a la transformación de un sistema alimentario próspero, inclusivo y sostenible.

De acuerdo con las tendencias reportadas por estas organizaciones, la agricultura desempeña un papel importante en el desarrollo económico de México, además de su valiosa contribución a la seguridad alimentaria. Se estima que en 2021 la producción agroalimentaria en el país aumentó 1.9%, esto es cerca de 300 millones de toneladas de alimentos, de las cuales la agricultura contribuye con el 91.1% del valor total, considerando la producción pecuaria, pesquera y agrícola (Sader, 2022). Asimismo, la agricultura cumple una función vital en el combate a la pobreza y el hambre mundial.

Por otro lado, en lo que respecta a América Latina y el Caribe, esta actividad "ocupa más de un tercio de la superficie total, consume prácticamente tres cuartos de los recursos de agua dulce y genera casi la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero en la región" (Morris *et al*., 2020: 1). Estos impactos ponen sobre la mesa ciertas problemáticas que requieren atención y acciones inmediatas por parte de todos los sujetos e instituciones involucradas, así como la necesidad de impulsar una reinvención del paradigma productivo y de la forma organizativa que, a la vez, respondan a las exigencias de los consumidores sin comprometer el bienestar y la calidad de vida de las generaciones futuras, en concordancia con la idea del desarrollo sustentable.

De acuerdo con Velásquez-Mastretta (2006), la organización es "un sistema estructurado en el cual interactúan las personas, la información y los recursos materiales que generan los procesos que son necesarios para alcanzar sus objetivos" (p. 14); por lo mismo, representa un eslabón de oportunidades para realizar ajustes con vistas a remediar y mitigar las problemáticas previamente citadas. En esta línea, autores como Ponte y Gibbon (2005) destacan cómo las cadenas globales de valor agroalimentarias y los estándares privados impuestos por grandes compradores internacionales han transformado profundamente la organización de la producción agrícola, imponiendo nuevas dinámicas de competitividad, trazabilidad y certificación que inciden directamente en los sistemas productivos locales.

En tal contexto, con el objetivo de identificar las innovaciones que se han implementado en las estructuras organizativas de las empresas por parte de los productores agroalimentarios, particularmente en relación con el cultivo de espárrago, se retoman algunas herramientas propias de la organización para hacer frente a los cambios del entorno, sobre todo conceptos teóricos que conciben tanto al "cambio organizacional" (Rafferty *et al*., 2013; Romero *et al*., 2013; Al-Haddad y Kotnour, 2015) como a la innovación (Schumpeter, 1935; Freeman y Soete, 1997) como propuestas que pueden ayudar a enfrentar los distintos desafíos, sean de tipo tecnológico, climático o de mercado. Tales retos han sido conceptualizados como "condiciones intangibles de mercado", es decir, exigencias que algunos agentes del mercado establecen de manera directa o indirecta y que son interiorizados por las organizaciones como los principios sustentables de sus dimensiones económica, social y ambiental (Terán *et al*., 2019; Solís-Santamaría *et. al*., 2017; Aranda, 2016).

Por lo tanto, en este trabajo se plantean los siguientes objetivos particulares:

a) Identificar las características y particularidades que ha asumido el sistema espárrago en el noroeste de México para adaptarse a los cambios recientes en las preferencias, así como a la relevancia que han adquirido los mercados internacionales en este sistema en particular.
b) Señalar las tendencias y las modalidades de implementación, en las empresas locales del sistema espárrago, de certificaciones internacionales respecto a calidad, seguridad alimentaria, alimentos orgánicos, responsabilidad social, responsabilidad ambiental, entre otras; las cuales también han impulsado la introducción de innovaciones y cambios organizacionales en dichas empresas.
c) Distinguir los tipos de innovaciones introducidas con mayor frecuencia por los productores de espárrago en el noroeste de México en el contexto actual.
d) Caracterizar las innovaciones existentes en las estructuras organizativas de las empresas productoras de espárrago.

Para cumplir con estos objetivos, se diseñó una investigación de corte exploratorio y se seleccionó al municipio de Caborca, en Sonora, como el área de estudio, pues es líder en la producción regional y nacional de espárragos. La información se recolectó a través de una serie de entrevistas semiestructuradas realizadas a una muestra de 15 empresas de este ramo, de un total de 23 registradas. La selección de estas empresas se hizo a partir de su participación en el mercado internacional, derrama económica y empleos directos e indirectos que generan en la región.

Marco teórico

Innovación

La innovación es definida de diversas maneras en la literatura sobre el tema. Freeman (1995), por ejemplo, la define como el empleo del conocimiento nuevo para ofrecer el producto o servicio inédito que desean los clientes. Porter (1990), por su parte, conceptualiza la innovación como una manera nueva de hacer las cosas que se comercializan, a la vez que organiza los diversos tipos de innovación en dos grupos: tecnológica y administrativa. En el primero se encuentran las innovaciones que hacen referencia a nuevos productos o servicios. Mientras que los procedimientos novedosos y los cambios en políticas y estructuras corresponden al segundo grupo (Dewar y Dutton, 1986).

Por otra parte, Tushman y Anderson (1986) distinguen dos categorías entre los tipos de innovación: radical e incremental. Leonard-Barton (1992) advierte que las capacidades existentes de una empresa pueden convertirse en rigideces que obstaculicen la innovación y limiten el desarrollo de nuevas competencias. Audretsch (1998) trasciende la discusión conceptual y propone analizar la innovación desde una perspectiva

regional. Sostiene que, en las principales economías desarrolladas, las actividades basadas en nuevos conocimientos tienden a concentrarse geográficamente, debido a que la proximidad facilita su generación y transmisión. Estas aglomeraciones favorecen la actividad innovadora y contribuyen al desarrollo económico regional. Un problema adicional está relacionado con la creación y difusión de ideas innovadoras basadas en conocimiento nuevo, pues plantea diversas dificultades, sobre todo para transmitirlo desde sitios distantes.

En las últimas décadas, buena parte de la literatura especializada en innovación ha profundizado en la relación entre los sistemas nacionales y regionales con el desarrollo económico (Freeman, 1987; Naranjo-Valencia *et al*., 2012; Hekkert *et al*., 2020; Klerkx y Begemann, 2020; Yin *et al*., 2022; Cooke *et al*., 2024). En esa línea, diversos autores destacan la necesidad de fortalecer ambientes innovadores que favorezcan la transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos, así como de servicios y personal especializados (Aydalot y Keeble, 2018; Koschatzky y Sternberg, 2000).

Para avanzar en el objetivo de investigación de este trabajo, se retoman las categorías de *innovación radical* e *innovación incremental* propuestas por distintos autores (Tushman y Anderson, 1986; Acemoglu *et al*., 2022; Gui *et al*., 2022). La primera se entiende como aquella que revoluciona un sistema, mientras que la segunda se caracteriza por hacer mejoras a lo ya existente.

Cambio organizacional

Sobre el cambio organizacional, la literatura es relativamente abundante, aunque la mayoría de los planteamientos conceptuales parten de definiciones similares. La más recurrente lo define como la transformación de la organización de un estado inicial a uno final al terminar el proceso (Barnett y Carroll, 1995). Si bien dicho proceso de cambio está motivado por factores externos e internos, éste se busca de manera consciente a partir del diagnóstico y la planeación (Poole y Van de Ven, 2004). Un aspecto clave para que el cambio sea exitoso es la participación, sobre todo de quienes deciden implementarlo y de las personas responsables de que perdure en el tiempo (Tsoukas y Chia, 2002). Finalmente, no se puede hablar de cambio sin considerar sus causas, las cuales surgen de la búsqueda de legitimación de la organización en el ambiente, según la teoría institucional (Heugens, 2009), retomada más adelante.

Con base en los aportes citados de las distintas teorías y enfoques sobre el cambio organizacional (CO), se propone la siguiente definición: es el proceso constante y planeado que experimenta la organización, en el que participan sus integrantes con el fin de superar los desafíos internos y externos, desarrollando habilidades y conocimientos que evolucionan con el tiempo.

Ahora bien, el CO suele ser abordado desde la perspectiva de la contingencia o la institucionalidad (Bowring, 2000). Esta última sostiene que las organizaciones y sus estructuras buscan la adaptación constante, no sólo motivadas por las condiciones del

medio ambiente, sino también por cambios en el contexto institucional, los cuales pueden comprometer su supervivencia. La literatura ofrece numerosos casos útiles para enfrentar las mutaciones de los mercados (por ejemplo, Buchanan, 2020; Tidd y Bessant, 2020; Errida y Lotfi, 2021; Burke, 2023); sin embargo, a pesar de la basta cantidad de estudios sobre este tema, la tasa de éxito en los procesos de cambio organizacional es baja (Burnes y Jackson, 2011; Beer y Nohria, 2000; Grover, 1999). Esto último se atribuye a la ausencia de un marco general y válido, pues éste requiere de una metodología situacional que se ajuste a las contingencias posibles (Buchanan *et al*., 2005).

Al igual que la innovación, y debido a su naturaleza, el cambio organizacional (CO) adopta tres formas que permiten distinguir, a la vez, tres tipos: i) CO incremental suave, que evoluciona de manera sistemática y predecible; ii) CO incremental con baches, caracterizado por largos periodos de estabilidad seguidos de lapsos de cambio acelerados; y iii) CO discontinuo, definido por transformaciones rápidas en la estructura, cultura o estrategia de la organización (Grundy, 1993). Este último puede compararse con el cambio como respuesta a niveles altos y repentinos de contingencias en el ambiente.

El sistema espárrago de Sonora

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es una hortaliza perteneciente a la familia de las Liliáceas. Su cultivo se remonta a la época grecorromana. En la actualidad, se considera un producto exclusivo asociado a sectores con ingresos altos (Drost, 2020). Considerado como un producto *gourmet*, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) lo ubica entre los cultivos perennes más importantes del mundo, con un valor de producción estimado en 17 mil millones de dólares estadounidenses (FAO, 2020).

Cuadro 1. Producción de espárrago en México en 2019

Posición	Entidad federativa	Región	Volumen (toneladas)	Porcentaje
1	Sonora	Noroeste	174,811	62.95
2	Guanajuato	Centro-Occidente	36,847	13.27
3	Baja California	Noroeste	33,444	12.04
4	Baja California Sur	Noroeste	21,436	7.72
5	Querétaro	Centro-Occidente	6,592	2.37
6	Michoacán	Centro-Occidente	1,899	0.68
7	Durango	Noreste	841	0.30
8	Sinaloa	Noroeste	581	0.21
9	San Luis Potosí	Centro-Occidente	336	0.12
10	Jalisco	Centro-Occidente	260	0.09
	Resto		637	0.23
	Total, nacional		277,684	100.00

Fuente: adaptación a partir de SIAP y Sader (2019).

Cuadro 2. Producción por municipio en Sonora, 2020

Municipio	Superficie Cosechada (ha)	Producción (toneladas)	Rendimiento (t/ha)	Valor de la producción (miles de pesos)	Estructura (%)
Caborca	7,620	82,299	10.9	3,186,042	59.9
San Luis Río Colorado	1,627	18,711	11.5	888,565	13.5
General Plutarco Elías Calles	916	8,610	9.4	327,871	6.2
Altar	779	7,401	9.5	281,611	5.4
Bácum	753	5,538	7.4	201,402	4.0
Cajeme	674	4,293	6.4	163,873	3.1
Hermosillo	371	3,265	8.8	140,282	2.4
Pitiquito	215	2,146	10.0	81,001	1.6
Etchojoa	273	1,720	6.3	50,998	1.2
Benito Juárez	205	1,271	6.2	38,264	0.9
Puerto Peñasco	115	920	8.0	34,952	0.7
San Ignacio Río Muerto	137	837	6.1	49,386	0.6
Imuris	65	683	10.5	29,808	0.5
Total	13,750	138,299	8.5	5,474,054	100.0

Fuente: Sagarhpa (2020).

En México, la producción de espárrago destaca por su alta derrama económica. Es una de las tres principales hortalizas que se cultivan en el país y el 80% de su producción se concentra en los estados del noroeste. Sonora ocupa el primer lugar a nivel nacional, al producir el 62.95% del total nacional (Sader, 2019).

Como se aprecia en el cuadro 2, Caborca, municipio de Sonora, es el principal productor de espárrago (cerca del 60% del total estatal) (Sagarhpa, 2020). Por ello, se eligió esta región para recabar la información sobre este sistema productivo.

Método y materiales

El procedimiento metodológico consistió en una investigación no experimental, transversal y exploratoria. Se inició con la revisión de la literatura disponible sobre innovación y cambio organizacional, así como del contexto histórico en el que se desarrolla el sistema espárrago de Sonora. Con esos referentes de base, se diseñó y realizó una entrevista semiestructurada a las empresas productoras participantes. Luego del trabajo empírico, se recopiló y sistematizó la información obtenida para identificar y analizar los resultados. Al final, se comparten los hallazgos principales

respecto a las organizaciones productoras de espárrago participantes, con énfasis en el contexto en el que se desarrolla este sistema.

Universo y participantes

El estado de Sonora se destaca como el mayor productor de espárrago a nivel nacional. De acuerdo con la búsqueda de asociaciones de productores hortícolas, agencias gubernamentales y distritos de riego que se realizó para elegir a los participantes del estudio empírico, se encontraron 26 organizaciones productoras de espárrago formalmente registradas y afiliadas a alguna de las fuentes mencionadas. De éstas, 23 se ubican en el municipio de Caborca, lo que evidencia la importancia de retomar a este grupo de productores para analizar este sistema productivo. Para seleccionar las organizaciones participantes en el estudio se aplicó el método "bola de nieve", con la participación de 15 organizaciones agrícolas. A los gerentes de estas organizaciones se les aplicó un cuestionario semiestructurado, integrado por cinco secciones:

1. Datos sociodemográficos: género, edad, puesto, antigüedad y nivel de estudios.
2. Participación en el mercado, competidores y caracterización de sus productos.
3. Forma de la organización y sus cambios.
4. Innovaciones en la organización: productos, procesos administrativos o productivos, y generación o apropiación del conocimiento.
5. Certificaciones con las que cuenta la organización.

La importancia de esta recolección de información radica en las exigencias intangibles que el mercado impone a las organizaciones.

Resultados y discusión

Características sociodemográficas de los informantes

De acuerdo con los datos empíricos recabados en el bloque de preguntas sociodemográficas, la mayoría de los gerentes de las organizaciones que integran el sistema espárrago de Sonora tienen menos de 39 años (66.66%). Si bien los dirigentes con mayor edad representan un porcentaje reducido, son quienes cuentan con diez o más años en la organización y en el puesto (cuadro 3). Se observa una tendencia hacia el cambio generacional en las organizaciones productoras de espárrago, de manera que los puestos más relevantes comienzan a ser ocupados por líderes jóvenes. Cabe destacar que estos nuevos líderes poseen formación académica de al menos licenciatura o ingenierías relacionadas con calidad, gestión de sistemas productivos o administración de empresas, aunque tienen poca antigüedad en las organizaciones y en sus cargos.

Cuadro 3. Características sociodemográficas de los participantes

Participante	Sexo	Edad	Antigüedad en la organización	Antigüedad en el puesto	Último nivel de estudios	Cargo
P1	M	37	10	10	Licenciatura	Gerente comercial
P2	M	49	30	15	Bachillerato	Administrador
P3	M	NP	6	6	Licenciatura	Gerente
P4	M	44	2	2	Licenciatura	Supervisor de campo
P5	M	28	6	6	Licenciatura	Supervisor general
P6	F	39	4	4	Bachillerato	Asistente Administrativo
P7	F	38	6	6	Maestría	Gerente de exportación
P8	M	73	35	35	Licenciatura	Propietario
P9	M	46	20	20	Licenciatura	Gerente administrativo
P10	M	36	4 años, 5 meses	4 años 5 meses	Licenciatura	Gerente de sistemas agroalimentarios
P11	M	34	5	5	Licenciatura	Jefe de inocuidad
P12	M	38	3	3	Licenciatura	Coordinador de seguridad e inocuidad
P13	M	36	4	4	Licenciatura	Gerente de inocuidad
P14	F	35	2	8 meses	Licenciatura	Gerente de aseguramiento de calidad
P15	M	34	5	5	Licenciatura	Jefe de inocuidad

Fuente: elaboración propia con información obtenida de las organizaciones participantes.

Por su parte, los líderes con mayor edad representan el 33.33% y destacan por su amplia trayectoria y experiencia, así como un profundo conocimiento del sistema productivo y gran habilidad para adaptarse a los cambios del mercado.

Un agronegocio que se adapta a los cambios en la preferencia de los consumidores

El cuadro 4 muestra la producción de las empresas dedicadas al agronegocio del espárrago en el noroeste de México en su esfuerzo por adaptarse a los cambios en la preferencia de los consumidores, especialmente de los mercados internacionales. Este cuadro contiene información sobre el tamaño de la producción, las variedades cultivadas, las tendencias en el calibre de los productos cosechados, el rendimiento de la producción por hectárea y las preferencias del mercado.

En cuanto al área destinada al cultivo de espárrago, las unidades de producción van desde 80 hasta 1,720 hectáreas. Respecto a las variedades cultivadas, Brock es la más producida (9 de las 15 empresas participantes reportan cultivarla). También se mencionan otras variedades como Early California, UC157, Atlas y algunas combinaciones entre ellas. Esto indica una tendencia hacia el cultivo de variedades específicas,

Cuadro 4. Producción y preferencia del mercado

Organización participante	Hectáreas cosechadas	Variedad producida	Tendencia de calibre	Producción por hectárea	Preferencia del mercado
OP1	86	Brock, Early California	Estándar, *large*	8 t Brock, 9 t Early California	Indistinto
OP2	120	Brock	*Large*	NP*	8 y 9/16
OP3	80	Brock	*Large*	NP*	*Large*
OP4	720	Brock	Estándar, *large*, *small*	220 cajas de 30 lb	Estándar
OP5	170	Brock	Principalmente, *large* o estándar	18,000 a 20,000 lb	*Large*
OP6	80	Brock	Estándar	Aproximadamente, 9 t por hectárea	Estándar
OP7	300	Brock	Estándar, *large*	Aproximadamente, 20,000 lb por hectárea	Estándar
OP8	265	UC157, Brock y Early California	*Large*	20,000 lb (empacadas)	*Large*
OP9	350	Brock y Early California	*Large* 50%, el resto varía en 30% estándar, 10% *jumbo*, 10% *small*	550 cajas de 30 lb	*Large*
OP10	300	Early California, Brock, Atlas, UC157	Varios, *large*, estándar, *small*, *jumbo*	Entre 1,800-1,600 cajas de 24 lb por hectárea	Estándar o *large*
OP11	200	Early California	*Large* y estándar	1,600 cajas de 24 lb	Estándar
OP12	300	Brock	Estándar	20,000 cajas de 24 lb	Estándar
OP13	100	Early California	*Large*	Entre 18,000 y 20,000 cajas de 24 lb	Large
OP14	612	Atlas y Brock	Estándar, *large* y *small*	NP*	Estándar, 9/16 a 11/16
OP15	120	Early California	*Large* y estándar	8 t	*Large*

*NP= no proporcionó

Fuente: elaboración propia con información obtenida de las organizaciones participantes.

lo cual refleja la adaptación de los productores a las demandas del mercado. Algunas empresas cultivan una mezcla de variedades, lo que les ofrece mayor flexibilidad en su oferta o una mejor adaptación a las condiciones climáticas y del mercado. Asimismo, se observa una especialización en tamaños o calibres del producto, ya sea *large* (grande), estándar, *small* o *jumbo*. El rendimiento por hectárea varía considerablemente entre los participantes. En cuanto a la preferencia del mercado, sobre todo el internacional actual, se destaca que la mayoría (10 de los 15 participantes) produce principalmente para mercados que prefieren calibres *large* o estándar.

La información obtenida refleja que los productores definen las variedades y calibres del producto cultivado en respuesta o adaptación a las tendencias en las preferencias de los consumidores internacionales. La variedad Brock parece ser predominante, así como la inclinación por los calibres *large* o estándar. Sin embargo, la

diversidad en los tamaños de producción y las preferencias del mercado pueden indicar una alta competencia, así como la necesidad de que los productores se adapten a las demandas de un mercado variado.

La relevancia de los mercados internacionales para la producción del espárrago en el noroeste mexicano

La información obtenida de primera mano durante el trabajo de campo permite constatar la marcada orientación hacia la exportación del agronegocio del espárrago en la región noroeste de México. El cuadro 5 presenta información sobre la participación y el mercado de las empresas participantes en el estudio, destacando aspectos clave como el tipo de organización, el porcentaje de producción exportada, los países a los que exportan, el número de empleados y la antigüedad de la organización.

Cuadro 5. Participación y mercado

Organización participante	Tipo de organización	Producción exportada (%)	Países a los que exporta	Número de empleados	Antigüedad de la organización (años)
OP1	Productor, distribuidor y comercializador	100	EUA	15 (de planta)	34
OP2	Productor, distribuidor y comercializador	100	A todo el mundo	1,200	40
OP3	Productor, distribuidor y comercializador	100	Europa, Japón, EUA y Australia	1,200	6
OP4	Productor	100	EUA y Australia	60 fijos, 1,800-2,000	18
OP5	Productor y distribuidor	100	EUA	380	30
OP6	Productor	100	EUA	200	10
OP7	Productor y distribuidor	100	EUA	300	6
OP8	Productor	98	EUA, Japón, España, Alemania, Suiza, Europa	600	35
OP9	Productor	90	EUA, España, Holanda, (poco) Inglaterra y Australia	1,000	30
OP10	Productor y distribuidor	100	EUA y Canadá	2,000	35
OP11	Productor	100	EUA	1,000	6
OP12	Productor, distribuidor y comercializador	100	EUA	1,100	3
OP13	Productor, distribuidor y comercializador	100	EUA y Canadá	1,200	8
OP14	Productor y comercializador	90	EUA	1,640	30
OP15	Productor y distribuidor	100	EUA	1,300	7

Fuente: elaboración propia con información obtenida de las organizaciones participantes.

De acuerdo con el tipo de organización empresarial, los resultados permiten identificar, en primer lugar, una variedad de modelos de agronegocio en la región de estudio. Las empresas participantes se clasifican principalmente como productores, distribuidores y comercializadores. La mayoría tiene como actividad principal la producción agrícola. Sin embargo, hay varios casos de integración vertical que, además de la producción, también se dedican a la distribución y comercialización, lo que puede ofrecerles una ventaja en el control de la cadena de valor.

En segundo lugar, destaca la alta orientación exportadora de estas empresas. Todos los participantes exportan al menos el 90% de su producción, incluso es común que muchas empresas vendan el total de lo que producen fuera del país, lo que indica un enfoque internacional dominante y una búsqueda permanente de mercados externos para maximizar la rentabilidad.

En tercer lugar, se observa una alta diversidad geográfica de los destinos de exportación del espárrago regional. Las exportaciones se destinan principalmente a Norteamérica, Europa, Oceanía y Asia; en países clave como Estados Unidos, Canadá, España, Alemania, Suiza, Holanda, Australia y Japón. Esta variedad de destinos sugiere que los productores están adaptándose a las demandas internacionales y aprovechan acuerdos comerciales en diferentes regiones.

Por otro lado, el tamaño de estas empresas varía entre 15 y 2,000 empleados. La amplitud de este rango refleja la escala de operaciones de las empresas; las de mayor tamaño probablemente operan a una escala más industrial o global, mientras que las más pequeñas podrían estar más especializadas o enfocadas a ciertos nichos de mercado. Por otra parte, la experiencia es variable. La antigüedad de las empresas varía entre 3 y 40 años. Las organizaciones con más años de antigüedad cuentan con una presencia consolidada en el mercado, mientras que las más nuevas están intentando expandirse rápidamente o beneficiarse de modelos de negocio más modernos y dinámicos.

En general, los resultados reflejan que las empresas dedicadas al agronegocio del espárrago en el noroeste de México están altamente orientadas al mercado internacional, con un enfoque en exportación y una presencia significativa en mercados clave, como Estados Unidos, Europa y Asia. La variedad en el tamaño de estas empresas (desde pequeños productores con pocos empleados hasta grandes corporaciones con miles de trabajadores) sugiere que hay una diversidad en la escala operativa, además algunas adoptan diferentes modelos de negocio (productor, distribuidor, comercializador), según sus capacidades y mercados objetivos. Asimismo, la variación en la antigüedad de las organizaciones indica una mezcla de empresas consolidadas con otras de reciente creación que buscan hacerse un espacio en el mercado global.

La certificación en las empresas productoras de espárrago del noroeste mexicano

En el cuadro 6 se presentan los resultados acerca de las tendencias de acreditación y certificación de las empresas productoras de espárrago en el noroeste de México, de acuerdo con la información obtenida mediante la serie de entrevistas sostenidas con las 15 empresas participantes, ubicadas en Caborca, Sonora. En dicho cuadro, se muestran las certificaciones con las que cada empresa cuenta: el valor 1 indica que sí la tiene y el 0, que no. Estas certificaciones se relacionan con estándares internacionales de calidad, seguridad y sostenibilidad en la producción y distribución. Las certificaciones que se incluyeron son PrimusGFS, GLOBALG.A.P., Orgánico, SMETA, ESR, y otras.

PrimusGFS es una certificación enfocada en seguridad alimentaria y en el cumplimiento de estándares para el manejo de productos agrícolas y alimenticios. Los resultados muestran que 14 de los 15 participantes tienen esta certificación, lo que indica que estas empresas están comprometidas con altos estándares de seguridad alimentaria y son conscientes de la importancia de asegurar que sus productos cumplan con las normas internacionales de higiene y seguridad.

Por su parte, GLOBALG.A.P. es un sistema de certificación internacionalmente reconocido sobre buenas prácticas agrícolas (BPA). Incluye desde la producción de

Cuadro 6. Certificaciones de organizaciones participantes

Organización participante	PrimusGFS	GLOBALG.A.P.	Orgánico	SMETA	ESR	Otras
OP1	1	1	0	0	1	1
OP2	1	0	0	1	1	1
OP3	1	1	0	1	1	1
OP4	1	1	0	0	0	0
OP5	1	0	0	0	0	0
OP6	1	1	0	1	0	0
OP7	1	1	0	0	0	0
OP8	0	1	0	0	0	0
OP9	1	1	1	1	1	1
OP10	1	1	1	1	1	1
OP11	1	1	1	1	1	1
OP12	1	1	0	0	0	1
OP13	1	1	0	1	0	1
OP14	1	1	1	0	1	1
OP15	1	1	1	1	1	1

Fuente: elaboración propia con información obtenida de las organizaciones participantes.

alimentos hasta la cadena de suministro, promoviendo la sostenibilidad y la trazabilidad en la producción agrícola. Al igual que el caso anterior, casi todas las empresas (14 de 15) están certificadas por GLOBALG.A.P., lo que resalta el interés en cumplir con estándares internacionales de calidad y sostenibilidad, así como la importancia que tienen estas certificaciones en el mercado global.

Orgánico certifica que el cultivo de productos agrícolas se realice sin el uso de pesticidas sintéticos, fertilizantes químicos u organismos modificados genéticamente. Sólo 4 de los 15 participantes (27% aproximadamente) cuentan con esta certificación. Si bien ésta es importante para acceder a mercados específicos que demandan productos ecológicos, el hecho de que las empresas que acreditan esta certificación sean una minoría refleja una estrategia de especialización o la necesidad de cumplir con requisitos específicos de ciertos mercados.

Por otra parte, SMETA (Sedex Members Ethical Trade Audit) es una auditoría de responsabilidad social empresarial que evalúa las condiciones laborales y los estándares éticos en las prácticas de producción. Alrededor de la mitad de las empresas participantes, 9 de 15, poseen esta certificación, lo que sugiere un interés en mejorar la transparencia y un compromiso con la responsabilidad social, la ética laboral y el apego a las leyes laborales internacionales.

La certificación ESR (Empresa Socialmente Responsable) distingue a las empresas que cumplen con altos estándares en áreas de responsabilidad social corporativa, como el impacto ambiental, el desarrollo social y la ética empresarial. Sólo 6 de las 15 organizaciones participantes (40%) cuentan con esta certificación. Si bien es menos común que las certificaciones de calidad y seguridad alimentaria, la ESR es esencial para empresas que desean posicionarse como responsables socialmente y demostrar su compromiso con el bienestar de las comunidades y el medio ambiente.

Por último, un número significativo de organizaciones (9 de 15) dispone de certificados adicionales, los cuales se agrupan con la etiqueta “Otras”. Éstas pueden ser específicas de ciertos mercados, productos o procesos, lo cual sugiere que diversas organizaciones buscan cumplir con requisitos adicionales o estándares específicos de mercado que no se cubren con las certificaciones anteriores.

En conclusión, el cuadro 6 muestra que la mayoría de las organizaciones participantes están altamente comprometidas con certificaciones internacionales de calidad y seguridad alimentaria, con un énfasis notable en PrimusGFS y GLOBALG.A.P. Sin embargo, la certificación orgánica aún es escasa, lo que sugiere que no todas las organizaciones se enfocan en ofrecer productos orgánicos al mercado. Las certificaciones relacionadas con responsabilidad social, como SMETA y ESR, aunque menos frecuentes, reflejan un interés creciente en incorporar estándares éticos y sociales en la cadena productiva. Este escenario coincide con lo planteado por Raynolds (2004), quien sostiene que los sistemas de certificación no sólo garantizan calidad e inocuidad, sino también configuran redes de gobernanza global donde los productores deben adaptarse a normas cada vez más estrictas para asegurar el acceso a los mercados.

Asimismo, Renard (2005) destaca que las certificaciones son mecanismos de diferenciación que transforman las relaciones de poder entre productores, distribuidores y consumidores, al tiempo que agregan valor simbólico a los productos. Desde esta perspectiva, el sistema vid de mesa en Sonora refleja una integración activa en dinámicas globales donde las certificaciones se convierten en herramientas estratégicas para fortalecer la competitividad y la legitimidad comercial.

Innovaciones implementadas por los productores de espárrago en el noroeste de México

El cuadro 7 presenta información sobre las innovaciones implementadas en el sistema de producción de espárragos en el noroeste de México, de acuerdo con las entrevistas realizadas a las empresas participantes localizadas en Caborca, Sonora. Dichas transformaciones se dividieron en seis categorías: sistemas administrativos, capacitación de personal, sistema de riego, cultivo o cosecha, empaque y logística de distribución. Cada columna indica si la organización ha implementado cambios en estas áreas, representadas por "1" (sí) o "0" (no).

Cuadro 7. Innovación en el sistema espárrago

Organización participante	Sistemas administrativos	Capacitación de personal	Sistema de riego	Cultivo o cosecha	Empaque	Logística de distribución
OP1	1	1	1	0	1	0
OP2	1	1	1	1	1	1
OP3	1	1	1	1	1	1
OP4	1	1	1	0	0	0
OP5	0	1	1	1	0	0
OP6	0	0	0	0	0	0
OP7	0	0	0	0	1	0
OP8	0	1	1	0	1	1
OP9	0	1	1	0	1	0
OP10	1	1	1	1	1	0
OP11	1	1	1	0	1	0
OP12	1	1	0	0	0	1
OP13	1	1	1	0	1	0
OP14	0	1	1	1	0	1
OP15	1	1	1	0	1	0

Fuente: elaboración propia con información obtenida de las organizaciones participantes.

En lo referente a las innovaciones en el área de sistemas administrativos, la mayoría de las organizaciones participantes (9 de 15) han implementado cambios. Esto puede implicar el uso de *softwares* o plataformas digitales para la gestión de operaciones, control de inventarios, planificación de recursos o gestión financiera. Los informantes reportaron que la adopción de tecnologías administrativas ayuda a las empresas a mejorar su eficiencia operativa, optimizar los procesos internos y mejorar la toma de decisiones.

La innovación en la capacitación del personal es una de las áreas con mayor dinamismo por parte de los productores de espárrago en la región, pues 13 de las 15 empresas han implementado algún tipo de transformación en este aspecto. Esto sugiere que las empresas están invirtiendo en la actualización de habilidades de su personal, lo cual es crucial para mejorar la productividad, la seguridad y la adopción de nuevas tecnologías. Las áreas de capacitación abarcan desde la formación técnica para el uso de nuevas máquinas y tecnologías hasta la mejora de habilidades blandas, como trabajo en equipo o gestión del tiempo.

Los sistemas de riego son otra área de innovación detectada en el estudio. Los datos obtenidos, presentados en el cuadro 7, permiten observar que 12 empresas (de las 15 participantes) han implementado modificaciones en esta materia, orientadas a optimizar el uso del agua, reducir costos operativos y asegurar una mejor productividad en las áreas agrícolas. El uso de sistemas de riego por goteo, automático o inteligente representa una innovación significativa; esto indica que las empresas están adoptando tecnologías para mejorar la eficiencia hídrica, lo cual es especialmente importante en áreas con escasez de agua y en contextos donde la sostenibilidad es una prioridad, como es el caso de la región de estudio.

En lo que respecta a la introducción de innovaciones en el área de cultivo o cosecha, sólo 5 de las 15 empresas productoras de espárrago participantes reportaron haber implementado mejoras, lo que sugiere que este aspecto tiene menos fuerza en comparación con otros, como los sistemas de riego o la capacitación de personal. En esta área se puede incluir el uso de maquinaria avanzada para la cosecha o técnicas de cultivo de precisión, pero el hecho de que la mayoría no esté innovando en este rubro podría indicar que la tecnología de cosecha está menos desarrollada o que las técnicas tradicionales intensivas en trabajo manual siguen siendo efectivas en muchos casos.

En el área de empaque, 10 de las empresas entrevistadas han implementado innovaciones. Esto incluye el uso de materiales más sostenibles o el desarrollo de empaques que alargan la vida útil del producto o facilitan el transporte. Las innovaciones en esta categoría también involucran soluciones que optimizan el espacio de almacenamiento o que lo hacen más eficiente en términos de costos. Éste es un aspecto clave, ya que el empaque es fundamental para la preservación del producto, su presentación en el mercado y el cumplimiento con las normativas internacionales de exportación.

Finalmente, respecto a logística de distribución, 5 de las 15 empresas productoras reportaron haber introducido innovaciones encaminadas a la optimización de rutas de transporte, el uso de sistemas de gestión de la cadena de suministro o la incorporación de tecnologías de trazabilidad para garantizar la entrega oportuna y segura de los productos. La innovación en este campo es crucial para mejorar la eficiencia en la distribución, especialmente cuando las empresas exportan a mercados internacionales, donde los plazos de entrega son críticos.

En conjunto, los hallazgos sugieren que la innovación en las empresas estudiadas constituye un proceso de transformación selectivo, cuyo alcance varía entre organizaciones. Esta heterogeneidad plantea la necesidad de examinar cómo las innovaciones implementadas se relacionan con la organización del trabajo y la distribución de responsabilidades. Por ello, el análisis de los cambios en las estructuras organizativas, desarrollado en el siguiente apartado, permite ampliar la comprensión de la dimensión organizacional de este proceso.

La tendencia general refleja un esfuerzo significativo por parte de las organizaciones para adaptarse a nuevas tecnologías y procesos, lo que es fundamental para mantener la competitividad en mercados internacionales y mejorar la sostenibilidad de la producción. Las innovaciones en riego y capacitación de personal destacan especialmente como áreas de enfoque, lo que sugiere un interés por optimizar los recursos y desarrollar habilidades dentro de la organización. Otra tendencia general es la persistencia en el sector de cierta diversidad en la innovación: mientras algunas organizaciones avanzan en casi todas las áreas, otras sólo se enfocan en algunas específicas. Este patrón podría depender de factores como el tamaño de la empresa, los recursos disponibles o la necesidad particular de innovación en cada caso.

En conclusión, el análisis de los tipos de innovaciones implementadas en la producción de espárrago en el noroeste mexicano refleja un panorama diverso. Las empresas productoras están centradas en la optimización interna, con énfasis en la capacitación de personal, la mejora de sistemas administrativos y la implementación de sistemas de riego innovadores. Sin embargo, existe escasa innovación en otras áreas, como cultivo y logística de distribución, lo que podría indicar que éstas son menos dinámicas o que la tecnología disponible no está tan extendida en estos campos dentro de la industria.

Innovación en las estructuras organizativas de las empresas productoras de espárrago en el noroeste mexicano

Uno de los objetivos específicos de este estudio es identificar las innovaciones implementadas en las estructuras organizativas de las empresas productoras de espárrago. El cuadro 8 presenta los resultados obtenidos sobre los cambios organizativos en las empresas participantes; en particular, sobre la creación de nuevos departamentos, puestos, perfiles gerenciales y enfoques de los puestos creados. Estos cambios reflejan

Cuadro 8. Cambio en la forma organizativa

Organización participante	Departamentos nuevos	Puestos nuevos	Perfiles gerenciales nuevos	Enfoque del puesto nuevo
OP1	1	2	2	Seguridad alimentaria / Inocuidad
OP2	1	2	2	Auditoría / Certificaciones
OP3	1	2	2	Responsabilidad Social / Inocuidad
OP4	0	0	0	Adaptación del personal existente
OP5	0	0	0	Adaptación del personal existente
OP6	0	0	0	0
OP7	0	0	0	0
OP8	0	0	0	0
OP9	1	1	1	Responsabilidad Social
OP10	1	2	2	Responsabilidad Social / Inocuidad
OP11	2	3	3	Responsabilidad Social / Inocuidad / Legal
OP12	1	1	1	Seguridad alimentaria
OP13	1	1	1	Calidad e inocuidad
OP14	1	4	1	Calidad e Inocuidad
OP15	1	2	2	Control de riesgos / Calidad

Fuente: elaboración propia con información obtenida de las organizaciones participantes.

cómo las empresas productoras se están adaptando a nuevas demandas y cómo están organizando sus recursos humanos para abordar áreas clave de gestión, como la seguridad alimentaria, inocuidad, responsabilidad social y calidad.

En cuanto a nuevos departamentos, se observa que la mayoría de las empresas los han creado (10 de 15), lo que indica una orientación a reestructurar o expandir áreas funcionales dentro de la empresa. Dichos departamentos suelen estar relacionados con áreas críticas como inocuidad alimentaria, calidad, responsabilidad social o certificaciones. Son pocas las empresas que no han introducido departamentos nuevos, lo que puede indicar que no están dirigiendo esfuerzos en ampliar su estructura organizacional o que prefieren adaptarse con los departamentos existentes.

Respecto a la generación de puestos nuevos dentro de la estructura organizacional, al igual que en el caso anterior, un número significativo de empresas (13 de 15) reportan haberlos establecido. Esto refleja una orientación a fortalecer áreas clave de la empresa, como responsabilidad social, seguridad alimentaria e inocuidad, las cuales requieren personal especializado. Parece que estas empresas están invirtiendo

en nuevos puestos para gestionar mejor las funciones críticas, particularmente en el contexto de certificación y cumplimiento de normativas internacionales.

Asimismo, una alta proporción de las empresas participantes (11 de 15) reportan haber incorporado nuevos perfiles gerenciales, lo que implica una revisión de las capacidades de liderazgo y una expansión de las áreas de gestión. La inclusión de estos perfiles gerenciales responde a la necesidad de enfrentar nuevas demandas o áreas específicas dentro de las organizaciones, tales como responsabilidad social, inocuidad alimentaria y calidad. Una proporción menor de las empresas no ha incorporado nuevos perfiles gerenciales, esto puede indicar que prefieren trabajar con los perfiles existentes o no consideran necesaria una expansión en las áreas de liderazgo.

Como se ha señalado, las principales áreas en las que se enfocan los puestos y los perfiles gerenciales nuevos son la responsabilidad social y la inocuidad alimentaria: 8 de las 15 empresas participantes reportan haber creado puestos directamente relacionados con estos temas. Esto refleja, una vez más, la creciente importancia de cumplir con estándares de sostenibilidad y seguridad alimentaria, en particular para satisfacer las demandas del mercado internacional. También se observan otras áreas de atención, como calidad e inocuidad (6 empresas), auditoría y certificaciones (2 empresas) y control de riesgos (1 empresa). Son mínimas las empresas que se han adaptado al personal existente en lugar de crear nuevos puestos, lo que podría sugerir que ya cuentan con las capacidades necesarias dentro de su estructura organizacional para manejar estos desafíos sin necesidad de nuevas contrataciones.

En resumen, el cuadro 8 muestra que la mayoría de las empresas participantes adaptan sus estructuras organizativas a nuevas demandas y áreas de enfoque clave en la industria. Las áreas de responsabilidad social, inocuidad alimentaria, calidad y seguridad alimentaria son identificadas como las más críticas, lo cual refleja el peso de estos aspectos en la producción de espárragos, particularmente en mercados internacionales. Si bien las empresas están invirtiendo en la creación de departamentos, puestos y perfiles gerenciales nuevos para abordar mejor estos desafíos, también se observa que algunas empresas mantienen estructuras más tradicionales y adaptan al personal existente en vez de crear nuevos puestos. Esto sugiere que prevalece una diversidad organizativa en cuanto a la manera como se perciben las necesidades de innovación en la industria y cómo se gestionan los recursos humanos en función de esas necesidades.

Conclusiones

Los resultados del estudio permiten comprender la naturaleza y motivación de la innovación dentro del sistema espárrago de Sonora. Todo parece indicar que, en el mercado de destino de este producto, las exigencias y características de un consumidor más informado y con un nivel académico alto (Valenzuela-Romero *et al*., 2022)

han propiciado un cambio al interior de las organizaciones orientado a cumplir con las certificaciones internacionales y a mantener su posición competitiva. Este fenómeno coincide con lo señalado por Konefal, Mascarenhas y Hatanaka (2005), quienes destacan que la creciente influencia de las cadenas de supermercados y los estándares privados han reconfigurado la dinámica productiva y comercial en los sistemas agroalimentarios globales. Estas exigencias han impulsado el cambio organizacional y la innovación en las empresas productoras de espárrago, lo cual les ha permitido incursionar con sus productos en cualquier parte del mundo.

En el caso del sistema espárrago en Sonora, se observó que el cumplimiento de las exigencias del mercado internacional confiere ventajas competitivas en comparación de aquellos productores que se resisten al cambio organizacional y a la innovación de sus procesos. Se confirma que las organizaciones que cumplen con un mayor número de certificaciones son las mismas que cuentan con innovaciones en la organización, es decir, que han impulsado adaptaciones en su forma organizativa para responder a las exigencias del mercado.

La producción de espárrago en México puede aportar a futuros estudios sobre este sistema e idear, en conjunto, innovaciones que aseguren su funcionamiento para las generaciones futuras. El cumplimiento de las certificaciones, la adaptación de los procesos, las normas, las políticas y la logística de distribución dan cuenta de un sistema en evolución que, al cumplir con objetivos a corto plazo al ser auditados, se han convertido en productores innovadores, a la vanguardia en su campo y con especialistas capaces de enfrentar los retos marcados por nuevas generaciones de consumidores.

La asociación empresarial juega un papel importante en este sistema. Al posicionarse geográficamente cerca de la frontera estadounidense, han logrado aprovechar las oportunidades para incursionar en la distribución y comercialización de su producto en el mercado anglosajón. Crecen no sólo en cuanto a capacidad instalada, sino también en la cadena de distribución. Asimismo, la interiorización de las dimensiones del desarrollo sustentable en la organización se hace notar en la creación de diferentes departamentos y puestos que dan respuesta a las exigencias relativas a lo ambiental, social y económico por parte del mercado.

En conclusión, el presente trabajo cumple con el objetivo de caracterizar las principales causas del cambio organizacional de los productores del sistema espárrago de Sonora, en la medida en que se ha demostrado que los cambios son originados a través de las exigencias del mercado, pues éstas orientan directamente el cumplimiento de certificaciones y buenas prácticas por parte de las organizaciones interesadas en mantener o ampliar su posición. En relación con esto, entre las innovaciones identificadas destacan aquellas relacionadas con el cuidado del medio ambiente, el agua y la capacidad instalada en el proceso de empaque, así como con la distribución y comercialización del producto. Finalmente, cabe mencionar que esta investigación tuvo como limitaciones el tiempo disponible de realización y la

dificultad de acceso a un mayor número de participantes, debido a que se realizó durante la pandemia de covid-19.

Referencias

Acemoglu, Daron; Ufuk Akcigit, y Murat Alp Celik (2022). "Radical and Incremental Innovation: The Roles of Firms, Managers, and Innovators". *American Economic Journal: Macroeconomics* 14 (3): 199-249.

Al-Haddad, Serina, y Timothy Kotnour (2015). "Integrating the Organizational Change Literature: A Model for Successful Change". *Journal of Organizational Change Management* 28 (2): 234-262.

Aranda N., Angélica (2016). *Liderazgo y organizaciones sustentables en el sistema de vid de mesa sonorense*. Tesis de maestría en Desarrollo Regional. Hermosillo, Sonora: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD).

Audretsch, David B. (1998). "Agglomeration and the Location of Innovative Activity". *Oxford Review of Economic Policy* 14 (2): 18-29.

Aydalot, Philippe, y David Keeble (eds.) (2018). *High Technology Industry and Innovative Environments. The European Experiences*. Londres: Routledge.

Barnett, William P., y Glenn R. Carroll (1995). "Modeling Internal Organizational Change". *Annual Review of Sociology* 21 (1): 217-236.

Beer, Michael, y Nitin Nohria (2000). "Cracking the Code of Change". *Harvard Business Review* 78 (3): 133-141.

Bowring, Michele A. (2000). "De/Constructing Theory: A Look at the Institutional Theory that Positivism Built". *Journal of management inquiry* 9 (3): 258-270.

Buchanan, David; Louise Fitzgerald; Diane Ketley; Rose Gollop; Jane Louise Jones; Sharon Saint Lamont; Annette Neath, y Elaine Whitby (2005). "No Going Back: A Review of the Literature on Sustaining Organizational Change". *International Journal of Management Reviews* 7 (3): 189-205.

Buchanan, David (2020). *Power, Politics, and Organizational Change*. Londres: SAGE Publications.

Burke, W. Warner (2023). *Organization Change: Theory and Practice*. Londres: Sage Publications.

Burnes, Bernard, y Phillip Jackson (2011). "Success and Failure in Organizational Change: An Exploration of the Role of Values". *Journal of Change Management* 11 (2): 133-162.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2021). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022*. San José, C.R.: IICA.

Cooke, Philip; Martin Heidenreich, y Hans-Joachim Braczyk (2024). "Introduction: Regional Innovation Systems – An evolutionary Approach". En *Regional Innovation Systems*, editado por Hans-Joachim Braczyk, Philip Cooke y Martin Heidenreich, 1-18. Londres: Routledge.

Dewar, Robert D., y Jane J. Dutton (1986). "The Adoption of Radical and Incremental Innovations: An Empirical Analysis". *Manage Science* 32 (11): 1422-1433.

Drost, Daniel T. (2020). "Asparagus". En *The Physiology of Vegetable Crops*, editado por Wien H. Chris y Hartmut Stützel, 457-479. Wallingford UK: CABI.

Errida, Abdelouahab, y Bouchra Lotfi (2021). "The Determinants of Organizational Change Management Success: Literature Review and Case Study". *International Journal of Engineering Business Management* 13 (2021): 1-15.

Freeman, Christopher (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter Pub Ltd.
Freeman, Christopher (1995). "The National System of Innovation in Historical Perspective". *Cambridge Journal of Economics* 19 (1): 5-24.
Freeman, Christopher, y Luc Soete (2009). "Developing Science, Technology and Innovation Indicators: What We Can Learn from the Past". *Research policy* 38 (4): 583-589.
Grover, Varun (1999). "From Business Reengineering to Business Process Change Management: A Longitudinal Study of Trends". *IEEE Transactions on Engineering Management* 46 (1): 36-46.
Grundy, Tony (1993). *Managing Strategic Change*. Londres: Kogan Page.
Gui, Linnan; Hui Lei, y Phong Ba Le (2022). "Determinants of Radical and Incremental Innovation: The Influence of Transformational Leadership, Knowledge Sharing and Knowledge-Centered Culture". *European Journal of Innovation Management* 25 (5): 1221-1241.
Hekkert, Marko P.; Matthijs J. Janssen; Joeri H. Wesseling, y Simona O. Negro (2020). "Mission-Oriented Innovation Systems". *Environmental Innovation and Societal Transitions* 34: 76-79.
Heugens, Pursey, y Michel Lander (2009). "Structure! Agency! (and other quarrels): A Meta-analysis of Institutional Theories of Organization". *Academy of Management Journal* 52 (1): 61-85.
Klerkx, Laurens, y Stephanie Begemann (2020). "Supporting Food Systems Transformation: The What, Why, Who, Where and How of Mission-Oriented Agricultural Innovation Systems". *Agricultural Systems* 184: 1-8.
Konefal, Jeson; Michael Mascarenhas, y Maki Hatanaka (2005). "Governance in the Global Agro-Food System: Backlighting the Role of Transnational Supermarket Chains". *Agriculture and Human Values* 22 (3): 291-302.
Koschatzky, Knut, y Rolf Sternberg (2000). "R&D Cooperation in Innovation Systems - Some Lessons from the European Regional Innovation Survey (ERIS)". *European Planning Studies* 8 (4): 487-501.
Leonard-Barton, Dorothy (1992). "Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development". *Strategic Management Journal* 13 (Special Issue): 111-125.
Morris, Michael; Ashwini Sebastián; Viviana Perego; John Nash; Eugenio Díaz-Bonilla; Valeria Piñeiro; David Laborde; Thomas Cámaras; Pradeep Prabhala; Joaquín Arias; Carmine De Salvo, y Miriam Centurion (2021). *Paisajes alimentarios del futuro: reimaginando la agricultura en América Latina y el Caribe (en español*). Disponible en <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/159291604953162277> (consulta: 14 de mayo de 2024).
Naranjo-Valencia, Julia C.; Daniel Jiménez Jiménez, y Raquel Sanz Valle. "¿Es la cultura organizativa un determinante de la innovación en la empresa?". *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa* 15 (2): 63-72.
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2020). *Faostat Data base*. Disponible en <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (consulta: 15 de febrero de 2023).
Ponte, Stefano, y Peter Gibbon (2005). "Quality standards, Conventions and the Governance of Global Value Chains". *Economy and Society* 34 (1): 1-31.
Poole, Marshall Scott, y Andrew H. Van de Ven (eds.) (2004). *Handbook of organizational change and innovation*. Oxford: Oxford University Press.
Porter, Michael E. (1990). "New Global Strategies for Competitive Advantage". *Planning Review* 18 (3): 4-14.
Rafferty, Alannah E.; Nerina L. Jimmieson, y Achilles A. Armenakis (2013). "Change Readiness: A Multilevel Review". *Journal of Management* 39 (1): 110-135.
Raynolds, Laura T. (2004). "The Globalization of Organic Agro-Food Networks". *World Development* 32 (5): 725-743.

Renard, Marie-Christine (2005). "Quality Certification, Regulation and Power in Fair Trade". *Journal of Rural Studies* 21 (4): 419-431.
Romero, Joaquín; Santiago Matamoros, y Carlos Andrés Campo (2013). "Sobre el cambio organizacional. Una revisión bibliográfica". *Revista Innova* 23 (50): 35-52.
Schumpeter, Joseph A. (1935). "The Analysis of Economic Change". *The Review of Economics and Statistics* 17 (4): 2-10.
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader) (2019). *Conoce de cerca a los espárragos*. Disponible en <https://www.gob.mx/agricultura%7Ccolima/articulos/conoce-de-cerca-a-los-esparragos> (consulta: 14 de abril 2024).
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader) (2022). *Expectativas agroalimentarias 2022*. Disponible en <https://bmeditores.mx/avicultura/descargas/expectativas-agroalimentarias-2022/> (consulta: 15 de abril 2024).
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuacultura (Sagarhpa) (2020). Oficina de Información del Sector Agropecuario Pesquero y Acuícola del Estado de Sonora. Hermosillo: OAIPES.
Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) y Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader) (2019). Panorama Agroalimentario 2019. Un campo productivo, inclusivo y sustentable para alimentar a México. Disponible en <https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2019/Atlas-Agroalimentario-2019>
Soete, Luc, y Chris Freeman (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. Londres: Routledge.
Solís-Santamaría, Dante D.; Jesús Robles P.; Juan M. Preciado R., y Beatriz A. Hurtado B. (2017). "El papel del mercado en la construcción de organizaciones sustentables". *Estudios Sociales* 27 (49): 273-294.
Terán, Karla.; Jesús M. Robles; Juan M., Preciado, y Diana C. López L. (2019). "Equidad gerencial, como una demanda intangible de mercado: hacia organizaciones sustentables". *Entre Ciencia e Ingeniería* 13 (26): 85-93.
Tidd, Joe, y John R. Bessant (2020). *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. Sussex: John Wiley & Sons.
Tsoukas Haridimos, y Robert Chia (2002). "On organizational Becoming: Rethinking Organizational Change". *Organization Science* 13 (5): 567-582.
Tushman, Michael L., y Philip Anderson (1986). "Technological Discontinuities and Organizational Environments". *Administrative Science Quarterly* 31 (3): 439-465.
Valenzuela-Romero, Ciriaco. J. M.; Jesús M. Robles-Parra; Julio C. Tafolla-Arellano; Beatriz Camarena-Gómez, y J. Martín Preciado-Rodríguez (2022). "Condiciones de mercado para el espárrago en el Noroeste de México". *Agraria* 19 (1): 1-9.
Velásquez-Mastretta, Gustavo (2006). *Psicología del trabajo en la organización*. México: Noriega.
Yin, Ximing; Jin Chen, y Jizhen Li (2022) "Rural Innovation System: Revitalize the Countryside for a Sustainable Development". *Journal of Rural Studies* 93: 471-478.

Innovación y tecnología en la cadena agroindustrial del bacanora en Sonora, México

Anastacio Espejel García
Ariadna Isabel Barrera Rodríguez
Adán Guillermo Ramírez García

Introducción

El bacanora es una bebida alcohólica destilada originaria del estado de Sonora, en el noroeste de México. Es similar al mezcal y al tequila, ya que se elabora a partir de la fermentación y destilación del agave, específicamente del *Agave vivípara* (anteriormente conocido como *A. angustifolia* o *A. pacífico*; Núñez, 2001). La producción de bacanora es muy tradicional y está profundamente arraigada en la cultura sonorense. El proceso comienza con la cosecha de los agaves, que se cuecen en hornos subterráneos, lo que les da un sabor ahumado. Posteriormente, el jugo extraído de las piñas (la parte del agave) se fermenta y se destila para obtener el licor. Este destilado es conocido por su sabor fuerte y ahumado, similar al del mezcal y diferente al del tequila, que se hace a partir del *Agave tequilana* Weber (variedad azul) y sigue un proceso de producción distinto (Gutiérrez-Coronado *et al*., 2007; Fragoso-Gadea *et al*., 2021; Alvarez-Ainza *et al*., 2021). Aunque se produce en pequeña escala, el bacanora ha ganado reconocimiento en los últimos años y ha obtenido su Denominación de Origen,[1] lo que significa que sólo puede producirse en ciertas regiones de Sonora bajo regulaciones específicas, al igual que el tequila o el mezcal (Carrillo, 2009).

El bacanora tiene una gran importancia social, cultural y económica en el estado de Sonora (Núñez, 2001; Salazar, 2007). Su relevancia trasciende la llana producción

1 "La bebida toma su nombre del municipio de Bacanora, Sonora. La denominación de origen 'Bacanora', protegida desde 2000, vincula ese nombre con su procedencia geográfica y ampara su elaboración en 35 municipios sonorenses, incluido el que le dio nombre, conforme a los requisitos establecidos" (IMPI, 2000).

de una bebida alcohólica, pues está profundamente vinculada con la identidad local, las tradiciones y la historia de la región. Esta bebida tradicional forma parte de la identidad cultural de los sonorenses; es un símbolo de la región; un producto que refleja las costumbres, las técnicas de producción ancestral y la conexión con el territorio (Salazar y Mungaray, 2009). Las familias sonorenses han estado produciendo bacanora durante siglos, y muchas de las técnicas de destilación se han transmitido de generación en generación (Salazar *et al*., 2015).

Además, el bacanora es una fuente importante de ingresos en las comunidades rurales de Sonora. La producción de esta bebida no sólo implica la siembra y cosecha de agave, sino que también apoya a una cadena productiva que involucra a agricultores, destiladores, distribuidores y comercios. En muchas áreas rurales, este destilado es uno de los pocos productos con valor agregado que ayudan a generar empleo y sustento económico. Asimismo, el cultivo del agave favorece la agricultura sostenible, ya que es una planta resistente que no requiere grandes cantidades de agua y es ideal para las condiciones áridas del estado. Así, la producción de bacanora puede ser vista como una forma de contribuir al desarrollo económico local sin sobreexplotar los recursos naturales. En adición, este destilado es un símbolo de resistencia cultural, ya que durante muchos años su producción fue ilegal debido a la falta de una regulación adecuada. Esta ilegalidad generó un aura de misterio y resistencia alrededor de la bebida, lo que hizo que su producción y consumo se mantuvieran vivos a pesar de los obstáculos.

En 2000, el bacanora obtuvo la Denominación de Origen (DO), lo que significa que sólo puede producirse en ciertas regiones de Sonora y bajo regulaciones específicas. Esta certificación no sólo protege la autenticidad y la calidad de la bebida, sino que también tiene implicaciones económicas y culturales, pues permite a los productores tener un mercado más seguro y promover el producto como algo único. La DO ha aumentado el interés por el bacanora, tanto a nivel nacional como internacional, y ha abierto nuevos mercados y oportunidades para los productores locales. Del mismo modo, ha comenzado a jugar un papel en el turismo del estado. Algunos turistas visitan la región no sólo para conocer sus paisajes y cultura, sino también el proceso de producción, visitar destilerías y participar en degustaciones. Esto ha permitido que se conozca fuera de las fronteras de Sonora, lo que contribuye, a la vez, a la promoción del estado y su cultura.

La introducción de innovaciones en productos de larga tradición como el bacanora es clave para asegurar su competitividad en el mercado, preservar su relevancia cultural y fomentar el desarrollo económico de las comunidades productoras. La incorporación de tecnologías en el cultivo del agave, la destilación y el embotellado puede mejorar la eficiencia y garantizar la calidad del producto. Por otra parte, las innovaciones en prácticas agrícolas y de destilación pueden reducir el impacto ambiental, promoviendo el uso eficiente de recursos como agua y energía. La adopción de tecnologías también tiene el potencial de apoyar la diversificación del mercado,

puesto que ciertas innovaciones, como la creación de variantes del bacanora (sabores, mezclas con otros ingredientes o bebidas listas para consumir), pueden atraer a diferentes segmentos del mercado. De igual forma, los ajustes en la presentación, el diseño de envases o la certificación con denominaciones prémium pueden abrir puertas en mercados globales. Las innovaciones permiten la adaptación a las tendencias del mercado: la personalización de productos (por ejemplo, opciones orgánicas, bajos en alcohol o libres de azúcares añadidos) puede captar a consumidores preocupados por la salud y el medio ambiente. Asimismo, la innovación tiene un efecto potencial sobre el incremento del valor agregado; a saber, innovaciones en la marca y el empaque pueden mejorar el posicionamiento del producto como un artículo prémium o culturalmente significativo. De igual forma, incorporar certificaciones de calidad, sostenibilidad o comercio justo aumenta el valor percibido por el consumidor.

Al modernizar procesos o productos, se pueden integrar elementos tradicionales que mantienen viva la historia y la cultura del bacanora, asegurando que las innovaciones no diluyan su autenticidad. Así, las innovaciones pueden posicionar al bacanora como un producto único frente a otras bebidas tradicionales como el tequila o el mezcal, destacando sus características y beneficios exclusivos. Esto es, innovar permite a los productores adaptarse rápidamente a cambios en la demanda o en las regulaciones del mercado.

En cuanto al fomento del desarrollo económico local, las innovaciones pueden aumentar las ventas y, de esta forma, potenciar los impactos económicos y sociales. La diversificación y mejora del producto atrae nuevos clientes y fideliza a los existentes, lo que genera mayores ingresos. Las innovaciones bien implementadas pueden redistribuir los beneficios económicos, fortalecer las cadenas productivas locales y apoyar el desarrollo de las comunidades productoras.

Resulta significativo que, a pesar de los beneficios potenciales que se vislumbran de la introducción de innovaciones en esta actividad tradicional, no se han realizado estudios empíricos y sistemáticos para conocer el nivel de adopción de éstas por parte de los productores ni de los actores que complementan la cadena de valor del bacanora. La simple observación de los procesos actuales permite adelantar que el nivel de desarrollo tecnológico de los productores de bacanora en Sonora ha experimentado avances en los últimos años, aunque sigue siendo una industria predominantemente artesanal en muchas áreas. Sin embargo, la producción de esta bebida, como de muchas bebidas destiladas tradicionales, tiene un fuerte componente cultural que se basa en métodos ancestrales de elaboración. A pesar de ello, con el tiempo, algunos productores han adoptado tecnologías modernas para mejorar la calidad, la eficiencia y la sostenibilidad de la producción, sin perder su esencia (Salazar *et al*., 2015).

El objetivo de este estudio es aproximarnos a un conocimiento más detallado de los cambios y avances que han tenido lugar recientemente en el nivel de desarrollo tecnológico de la producción y comercialización del destilado bacanora, a partir de la estimación del índice de adopción de innovaciones (InAI) de los productores

directos de la bebida y de los actores que integran y complementan la cadena de valor de este producto.

Para cumplir con este objetivo, se retoman las propuestas conceptuales de Muñoz *et al*. (2007) sobre la medición del InAI y de las redes de valor y de innovación de Muñoz y Santoyo (2010); con una adaptación orientada a la estimación del InAI en el componente central de la red de valor del bacanora (la agroindustria del bacanora), en las áreas de producción/producto, procesos, mercadeo, valoración de los recursos naturales y administración, así como la estimación de este índice en segmentos de la red de valor; por ejemplo, el caso de los productores de agave o mezcal. Además, se emplearon pruebas como el análisis de clúster para identificar los estratos o clases de "adoptadores" de innovaciones y análisis de componentes principales para la conformación de éstos. Adicionalmente, se desarrolla una tipología de los consumidores del bacanora y sus preferencias para identificar factores que, desde este componente de la red, presionan para la introducción de innovaciones, principalmente en el área de producción/producto. Finalmente, se analiza el papel que juegan los competidores y las actividades complementarias en los procesos de adopción de innovaciones en el sector.

Materiales y métodos

De acuerdo con lo propuesto por Mendieta (2015), se aplicó un muestreo por conveniencia, el cual es utilizado cuando se elige una población sin saber, de antemano, cuántos sujetos manifiestan el fenómeno analizado; es decir, se estudia a los sujetos que se encuentren. Este muestreo se caracteriza por dos principales aspectos: por un lado, establece diferentes etapas de selección de la muestra; por el otro, identifica sujetos que cuenten con el fenómeno en general.

Se consideró a la agroindustria de bacanora como eje central del análisis; se diseñó una encuesta y se aplicó a 18 empresas agroindustriales ubicadas en el municipio de Bacanora, Sonora, con el propósito de caracterizar la agroindustria y conocer su dinámica de innovación y tecnología.

Para medir el índice de adopción de innovación se definieron un total de 34 tecnologías divididas en cinco categorías: producción, proceso de producción, mercado, valoración de los recursos naturales y administración.

Con el *software* Excel, se elaboró una base de datos con la información obtenida en las encuestas, y se calcularon los índices de adopción de innovaciones y de velocidad de adopción de innovaciones mediante las fórmulas propuestas por Muñoz y Santoyo (2010).

$$InAI = \sum_{i=1}^{j} \{\frac{innovaciones\ realizadas\ por\ el\ productor\ i}{máximo\ número\ de\ innovaciones\ por\ los\ productores\ j}\}$$

Donde:

- *InAI*: Índice de adopción de innovaciones del i-ésimo productor
- *j*: Innovaciones realizadas por el productor
- *i*: Número máximo de innovaciones adoptadas por el productor

$$InRA_{ij} = \frac{TAdop_{ij}}{TMáxAdop_{j}}$$

Donde:

- $InRA_{ij}$: Indicador de velocidad de adopción del i-ésimo individuo en la j-ésima innovación
- $TAdop_{ij}$: Tiempo en el cual el i-ésimo individuo adoptó la j-ésima innovación
- $TMáxAdop_{j}$: Tiempo máximo de adopción de la j-ésima innovación

Se realizó, asimismo, una estratificación mediante un análisis de clusterización aglomerativa jerárquica. Se analizaron los flujos de información e interacción dentro de la red de la agroindustria para el análisis de la red de innovación, y se procedió a realizar una representación gráfica de ésta y sus interacciones, con ayuda de los *softwares* UCINET y Key Player 2. Los indicadores de densidad y grados de centralización de entrada y salida de la red de innovación de la agroindustria de bacanora fueron obtenidos con ayuda del programa UCINET. Posteriormente, para la identificación de los actores colectores, se empleó Key Player 2. Se realizó un análisis de componentes principales con la información obtenida en las encuestas, con ayuda del *software* XLSTAT, y se estableció la relación entre el rendimiento, la utilidad, el volumen de producción y los índices de adopción de innovación.

Además de lo anterior, se aplicó un cuestionario a dos productores de maguey disponibles con la finalidad de caracterizar la producción de agave. Para la medición del índice de adopción se definieron un total de 42 innovaciones divididas en siete categorías: producción, manejo, control de plagas y enfermedades, fertilización, sustentabilidad InAI cosecha, mercado y administración. Se elaboró una base de datos en Excel con la información obtenida en las encuestas y se calculó el índice de adopción de innovaciones con la fórmula anteriormente mencionada.

Con el objetivo de contar con información de los demás actores de la red de valor del bacanora (aquellos distintos a las empresas agroindustriales productoras del destilado), se utilizó una estrategia multimodal de instrumentos de recolección de datos y de métodos de análisis particulares, estructurada de la siguiente manera:

- En el caso de los proveedores, la caracterización de los productores de maguey (PM), descrita previamente, permitió incorporar al análisis de la red de valor el eslabón de abastecimiento de materia prima. Esta información complementó el estudio de la agroindustria al considerar la adopción de innovaciones desde la producción de agave.
- En el caso de los clientes, durante eventos festivos se aplicaron 206 cuestionarios a consumidores de bacanora con el fin de caracterizarlos (en los municipios de Bacanora y Sahuaripa, en Sonora). Se realizó una base de datos con la información obtenida en dichas encuestas, con ayuda del *software* Excel, y mediante XLSTAT se identificaron los atributos que inciden en la disposición de compra del bacanora.
- En el caso de los competidores, se realizó un análisis comparativo mediante variables específicas con el tequila y mezcal.
- Las actividades de actores complementarios a la red se analizaron mediante el análisis de redes; se realizó una clasificación con base en la función que realizan dentro de la cadena productiva.

Resultados y discusión

La red de valor tiene como actor central a la agroindustria de producción de bacanora. Esta actividad determina la dinámica de toda la red y la interacción con los cuatro actores periféricos que la rodean: clientes, proveedores, competidores y complementadores. Una dinámica eficiente de la red será clave para el desarrollo competitivo del principal actor, tanto de esta red como del agronegocio de producción y de la comercialización del destilado (diagrama 1).

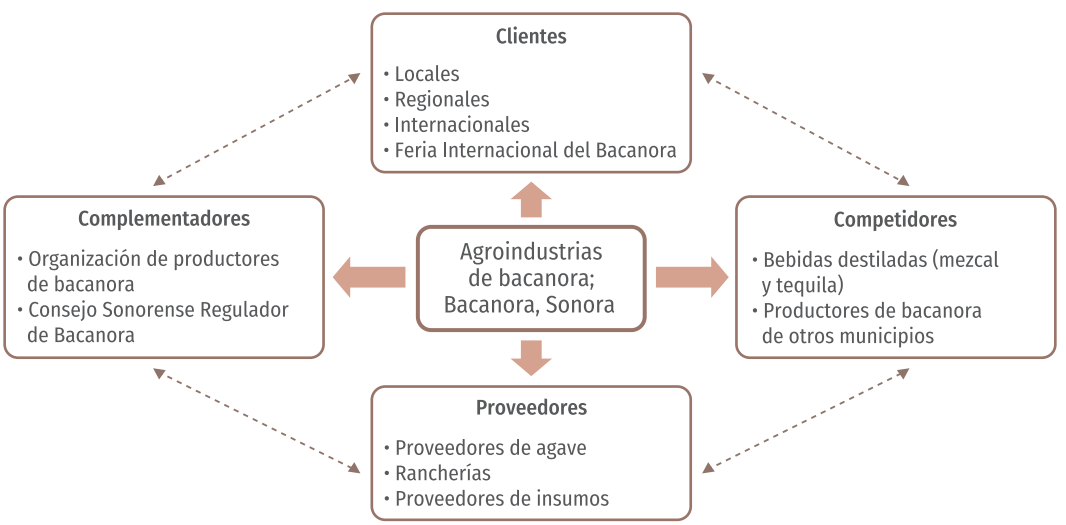


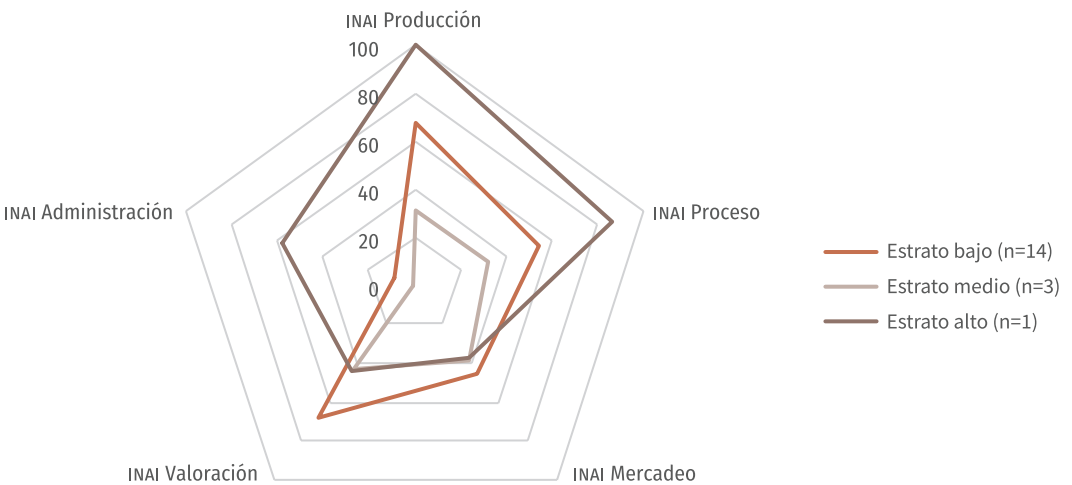
Diagrama 1. Red de valor de la agroindustria del bacanora en el municipio de Bacanora

Fuente: elaboración propia.

La adopción de innovaciones entre los productores del destilado Bacanora

Los resultados presentados en la gráfica 1 muestran el porcentaje de innovaciones introducidas o adoptadas en la producción de bacanora, de acuerdo con los estratos de productores (bajo, medio y alto). El estrato bajo muestra un rango de adopción de innovaciones del 2.4 al 44.6%; el estrato medio, un rango del 9.5 al 66.6% —casi la misma tendencia que el estrato bajo—; y el alto con un rango del 41.6 al 100%. Tomando en cuenta los tres estratos, la categoría donde más se han adoptado innovaciones es en la producción, con un índice de innovación del 65% en promedio; la categoría donde dicho índice es más bajo es la de administración, con sólo el 23%.

Al analizar la categoría producción/producto, se observa que los participantes en el estudio entendían por innovaciones tanto el conocimiento y aprendizaje de la normatividad y su aplicación como la producción de bacanora con variedades silvestres de maguey, la realización de análisis de calidad de piña y el pago de la materia prima con base en su calidad. Los datos obtenidos muestran que el estrato bajo tiene un índice de adopción de innovaciones del 28.5%, un dato reducido comparado con los índices de los estratos medio y bajo, cuyo valor fue del 66.6 y el 100%, respectivamente. Todo esto se debe a que, aunque todas las agroindustrias producen bacanora con maguey silvestre, el poco desarrollo tecnológico y la falta de interés de los productores ha llevado al desconocimiento, casi por completo, de la normatividad de esta bebida y, por consecuencia, a una aplicación casi nula de la misma. Lo anterior implica una valoración e implementación escasas de los análisis de calidad de la materia prima. Además, prácticas frecuentes, como la suscripción de convenios fijos con propietarios de ranchos dentro de la denominación de origen, impiden la variabilidad del costo de



Gráfica 1. Índice de adopción de innovaciones en los productores del destilado bacanora por estratos (%)

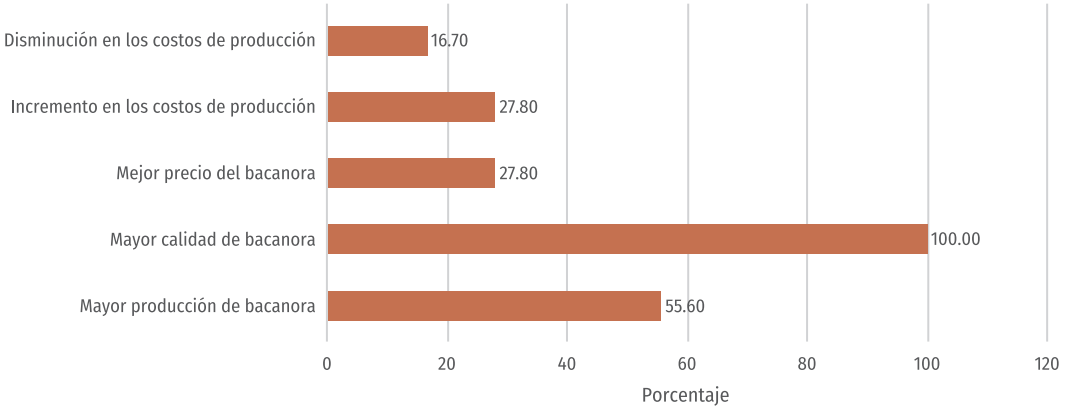
Fuente: elaboración propia.

la materia prima con base en su calidad, por lo que corresponde al jimador seleccionar la que más le convenga.

En lo que respecta al área de procesos, las innovaciones referidas por los participantes tienen que ver con la adopción de buenas prácticas de manufactura, producción con base en la NOM-168-SCFI-2005, la producción de bacanora industrial o artesanal, el análisis de calidad de la bebida y sus respectivos parámetros, el tipo de bacanora producido, el envasado con autorización OEC y la separación de líneas de envasado. El estrato bajo tuvo el 30.6% de adopción de innovaciones, en comparación con el 52.3% del estrato medio y el 85.7% que obtuvo el estrato alto. Este reducido índice de adopción del estrato bajo se debe principalmente a la falta de financiamientos, apoyos, infraestructura y conocimiento, dado que la mayoría no conoce acerca de la normatividad, de los análisis de calidad de su destilado y del bajo porcentaje de envasado de su producto, pues la mayor parte de la venta de este destilado producido en el municipio de Bacanora, Sonora, es a granel. Los productores que conocen todos estos parámetros consideran que, si llegaran a implementarlos, su fabricación no resultaría rentable, pues los niveles de producción sostenidos por ellos no hacen costeable la adquisición e implementación de las innovaciones disponibles en el área de procesos.

En el área de mercadeo o comercialización, los participantes en el estudio refirieron innovaciones tales como la venta directa al consumidor final, la venta al mercado nacional e internacional, la posesión de identidad como empresa (marca, etiqueta, loco, eslogan), la diferenciación de etiquetado, la certificación del consejo regulador del bacanora, la certificación orgánica, el conocimiento de las necesidades del cliente, el conocimiento de la competencia y de los precios en el mercado, el análisis de nuevos canales de comercialización y promoción del producto (*marketing* digital, por ejemplo). Los datos obtenidos nos muestran que en los tres estratos no existe una diferencia notable en los índices de adaptación de innovaciones, pues el estrato bajo adaptó el 37.5% de las innovaciones; el medio, el 44.4%; y el alto, el 41.6% del total de innovaciones propuestas. Las innovaciones adoptadas más comunes fueron las que para el productor son imprescindibles, como la venta al consumidor final, la venta nacional, el conocimiento de las necesidades del cliente o el conocimiento de su competencia. Por otra parte, debido a que el 90% de los productores solamente comercializan su producto a granel, no poseen identidad, no cuentan con certificaciones y no han realizado análisis de nuevos canales de comercialización; en muchos casos, incluso no realizan la promoción de su producto a causa del prestigio con el que cada vinatero cuenta.

En cuanto a la valoración de los recursos naturales, la variación de resultados no es muy notable, debido a que los valores oscilan entre el 44.6 y el 66.6% de los estratos bajo y medio, respectivamente. Las innovaciones referidas en este caso fueron el cuidado del agua y del suelo, el manejo de los residuos y la conservación de especies silvestres de maguey. Los resultados se deben a que únicamente se realiza el cuidado del agua y del suelo, pocos productores de bacanora se encargan del manejo de



Gráfica 2. Resultados obtenidos con la aplicación de innovaciones (%)

Fuente: elaboración propia.

las vinazas, pues desconocen los riesgos ecológicos que supone no darles un manejo adecuado. Además, casi no existe la promoción de la conservación de las especies silvestres de maguey, lo cual se refleja en el enfoque de la agroindustria del bacanora en general, que es solamente producción, sin tener en cuenta un plan de sustentabilidad de su materia prima.

En lo referente al área de administración, las innovaciones mencionadas consistieron en llevar un registro de la producción, contar con un organigrama, implementar un sistema de administración, disponer de manuales, recibir capacitación especializada y actualizarse en relación con la normatividad. Los estratos bajo y medio obtuvieron índices modestos de adopción este tipo de innovaciones: entre 2 y 9.5%, respectivamente, en comparación con el 57.1% obtenido en el estrato alto. Las más comunes fueron la capacitación y el registro de la producción y los costos.

Respecto a los resultados que los productores han obtenido después de aplicar cada una de sus innovaciones, considerando los tres estratos en un solo conjunto, el 100% considera que han sido beneficiados con una mayor calidad del bacanora, el 55.6% declara haber obtenido una mayor producción, el 27.8% ha logrado obtener un mejor precio por su producto y el 16.7% ha notado una disminución en los costos de producción, en contraste con el 27.8% que, por el contrario, ha notado un incremento en estos costos (gráfica 2).

Conformación de la red de innovación de los productores de bacanora

Como parte de los resultados de esta investigación, se obtuvo la red de innovación de los productores de este destilado, de acuerdo con los datos obtenidos mediante el trabajo de campo en el municipio de Bacanora (diagrama 2).

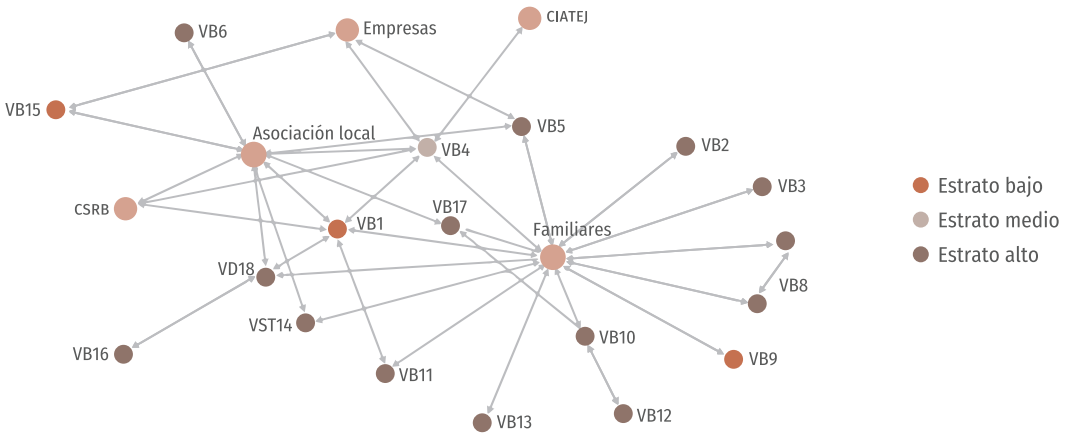


Diagrama 2. Red de innovación de la agroindustria de bacanora

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 1. Valores de los indicadores de red de innovación de la agroindustria del bacanora

Indicador	Valor (%)
Densidad	13.8
Grado de centralización de entrada	69.0
Grado de centralización de salida	3.18
Actores colectores: asociación local, familiares, VB1	83.0

Fuente: elaboración propia.

La densidad obtenida de la red de innovaciones fue del 13.8% (cuadro 1), es decir, un valor bajo a partir de las posibles relaciones que se pueden generar entre todos los actores y de las relaciones existentes, lo cual denota una falta de interacción entre los factores de la red, así como una difusión muy escasa de innovaciones. En lo que respecta al grado de centralización de entrada y salida, los resultados fueron del 69 y 3.18%, esto quiere decir que existen actores que centralizan la información y que pueden ser considerados actores de prestigio (asociación local, familiares, VB4, VB1), al ser quienes concentran la información. Los otros actores tienen que relacionarse con ellos para poder adquirir estos conocimientos; sin embargo, el grado de centralización de salida es muy bajo, lo que significa que casi no hay flujo de información entre actores: la información entra a la red pero no se distribuye de forma eficiente.

Los actores colectores de mayor impacto que se identificaron en la red fueron una asociación local, los familiares y el nodo o empresa VB1. Éstos abarcan el 83% de toda la información que entra a la red, debido a que el 50% de los vinateros del municipio se encuentran afiliados a la asociación local, lo cual permite el almacenamiento de información en este nodo. Los familiares igualmente juegan un papel importante

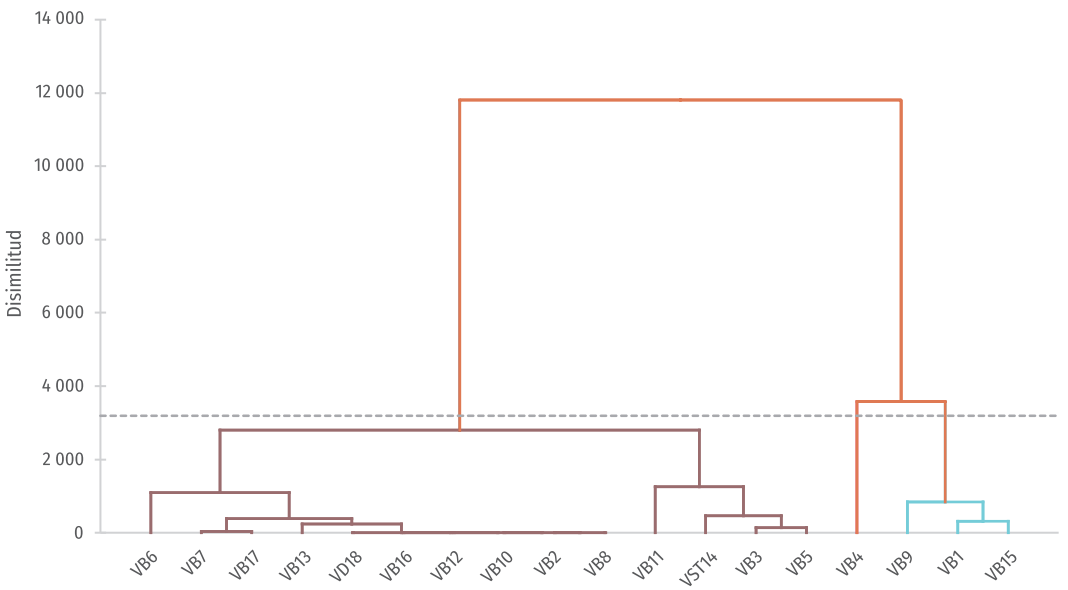
debido a que están estrechamente relacionados con el conocimiento empírico que se ha generado a lo largo de las generaciones de vinateros y que se ha ido transmitiendo hasta las generaciones recientes; sin embargo, este conocimiento empírico no fluye a otros productores que no pertenezcan a la misma familia.

Definición de los estratos de adoptadores de innovaciones mediante análisis de clústeres

El análisis clúster consiste en un conjunto de técnicas multivariantes utilizadas para clasificar a grupos homogéneos de individuos. Pertenece, al igual que otras tipologías y análisis discriminantes, al conjunto de técnicas que tiene por objetivo la clasificación de los individuos. En el análisis clúster, los grupos son desconocidos *a priori*, por lo que se pretende saber en qué medida las variables disponibles discriminan a esos grupos y pueden ayudar a clasificar o asignar a los individuos en dichos grupos (Martínez, 1984).

En la gráfica 3 se muestra el dendrograma que corresponde a los resultados del InAI de los productores del destilado bacanora en el área de estudio. En el mismo pueden apreciarse tres conglomeraciones:

- En café, 14 sujetos (VB6, VB7, VB17, VB13, VD18, VB16, VB12, VB10, VB2, VB8, VB11, VST14, VB3, VB5).
- En naranja, solamente un sujeto (VB4).
- En azul, tres sujetos (VB9, VB1, VB15).



Gráfica 3. Dendrograma de clasificación de los vinateros de bacanora de acuerdo con el InAI en las distintas áreas del agronegocio

Fuente: elaboración propia.

Las lecturas van de izquierda a derecha; es decir, cuanto más a la derecha se encuentre un sujeto de otro mayor será la diferencia entre ellos. Se propusieron como variables del análisis los índices de innovación de las cinco categorías propuestas (cuadro 2): producto, proceso, mercadeo, valoración de recursos naturales y administración.

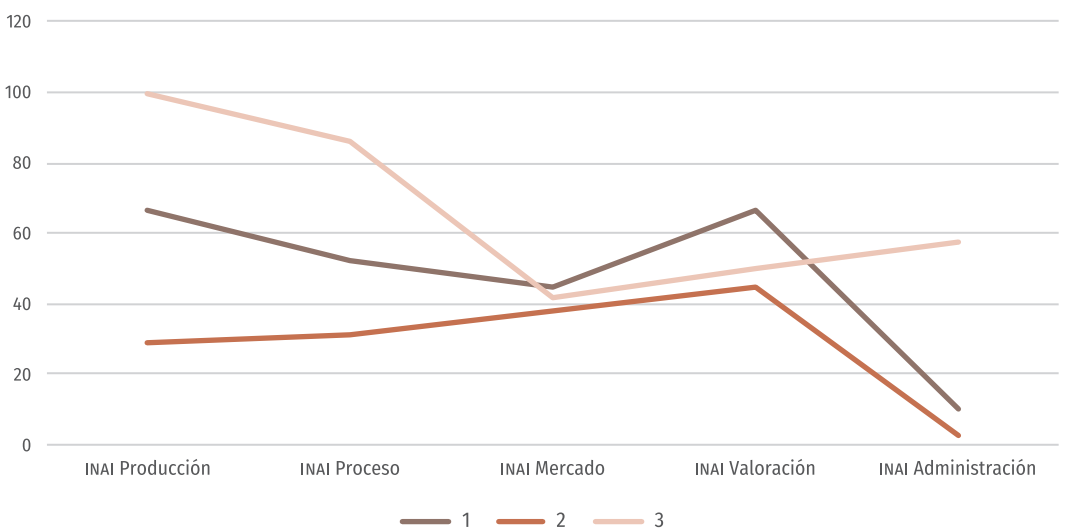
Dentro del análisis realizado, se determinaron los centroides de los clústeres en las cinco distintas categorías. Con ayuda de estos centroides se obtuvo un perfil de clases, la cual se muestra en la gráfica 4.

El método de componentes principales tiene por objeto transformar un conjunto de variables originales en un nuevo conjunto de variables llamadas componentes principales. Estas últimas se caracterizan por estar relacionadas entre sí y, además, pueden ordenarse de acuerdo con la información que llevan incorporada. Como medida de la cantidad de información incorporada en un componente se utiliza su varianza. Se hace necesario, pues, reducir el número de variables. Asimismo, es importante resaltar que el concepto de más información se relaciona con el de mayor variabilidad o varianza.

Cuadro 2. Centroides de los clústeres de la agroindustria del bacanora

Clase	Tipo de InAI				
	Producto	*Proceso*	*Comercio*	*Valoración R.N.*	*Administración*
1	66.667	52.381	44.444	66.667	9.524
2	28.571	30.612	37.500	44.643	2.041
3	100.000	85.714	41.667	50.000	57.143

Fuente: elaboración propia.



Gráfica 4. Perfil de clases de la agroindustria de bacanora

Fuente: elaboración propia.

Tanto mayor sea la variabilidad de los datos (varianza) se considera que existe más información, lo cual se vincula con el concepto de entropía.

El índice de Kaiser-Meyer-Olkin, o medida de adecuación muestral KMO, tiene el mismo objetivo que la prueba de Bartlett: saber si podemos factorizar las variables originales de forma eficiente. El punto de partida también es la matriz de correlaciones entre las variables observadas. Sabemos que las variables pueden estar más o menos correlacionadas, pero la correlación entre dos de ellas puede estar influenciada por las otras. Así pues, utilizaremos la correlación parcial para medir la relación entre dos variables, eliminando el efecto del resto. El índice KMO compara los valores de las correlaciones entre las variables y sus correlaciones parciales. Si este índice está próximo a 1, se puede hacer. Si es bajo (próximo a 0), el ACP no será relevante (Carmona, 2014).

Los resultados del análisis de componentes principales (cuadro 3) nos muestra un índice KMO de 0.652, lo que nos indica que esta muestra explicará de forma correcta su variabilidad, debido a que éste índice está más próximo a 1 que a 0. Asimismo, se analizaron tres factores con un valor propio mayor a 1, y la variabilidad de estos tres factores es del 79.04%.

Los resultados del cuadro 4 muestran las contribuciones de las variables en los tres factores analizados, así como sus cosenos cuadrados. Los componentes que incorporan más información dentro de cada factor son aquellos cuyo porcentaje de contribución es más alto en comparación con las demás. En el primer factor (F1) podemos observar que las variables con mayor coeficiente son InAI proceso, InAI administración, volumen de producción, InAI producción y utilidad. En el segundo factor (F2) la variable más destacable es InAI mercado, y en F3 la variable que más contribuye es InAI valoración de recursos naturales.

La gráfica 5 muestra la relación de las agroindustrias con las variables más representativas que las caracterizan. Evidencia de esto es que las VB10, VD18, VB3, VB17, VB16, VB9, VB7 se relacionan con la variable de rendimiento en mayor o menor medida; las VB1 y VB15 se relacionan con las variables de InAI mercado, InAI valoración de R.N., InAI de proceso de producción, InAI de producción e InAI de administración; las VB5, VB6 y VB15 se relacionan con el volumen de producción y la utilidad; y el resto de agroindustrias no se relacionan con ninguna de las variables propuestas analizadas.

Cuadro 3. Análisis de componentes principales y medida de adecuación muestral de KMO

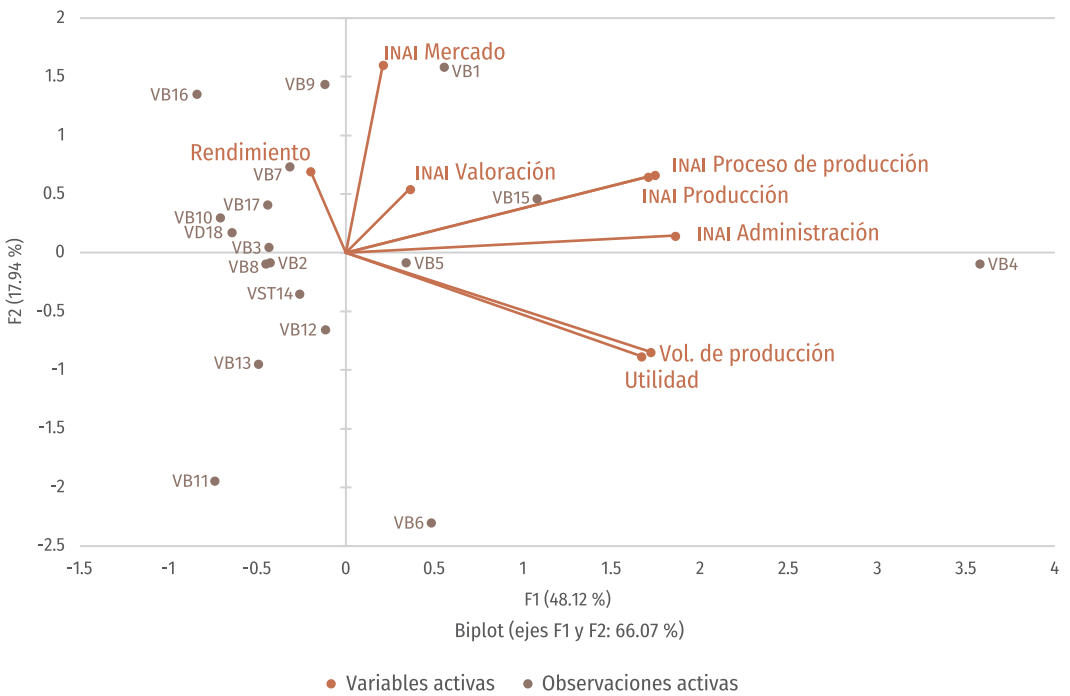
	F1	F2	F3
Valor propio	3.850	1.436	1.038
Variabilidad (%)	48.121	17.945	12.977
% acumulado	48.121	66.066	79.043
KMO			0.652

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4. Estadísticos del análisis de componentes principales de la AI

	F1		F2		F3	
	Contrib. variables (%)	*Cos²*	*Contrib. variables (%)*	*Cos²*	*Contrib. variables (%)*	*Cos²*
InAI producción	18.936	0.729	7.363	0.106	0.866	0.009
InAI proceso	19.804	0.762	7.670	0.110	0.446	0.005
InAI mercado	0.283	0.011	44.828	0.644	9.119	0.095
InAI val. R.N.	0.844	0.033	5.184	0.074	76.057	0.790
InAI admón.	22.481	0.865	0.377	0.005	4.879	0.051
vol. de prod.	19.272	0.742	12.489	0.179	0.271	0.003
Rendimiento	0.260	0.010	8.494	0.122	7.368	0.076
Utilidad	18.120	0.698	13.596	0.195	0.993	0.010

Fuente: elaboración propia.



Gráfica 5. Factores de modelo de componentes principales

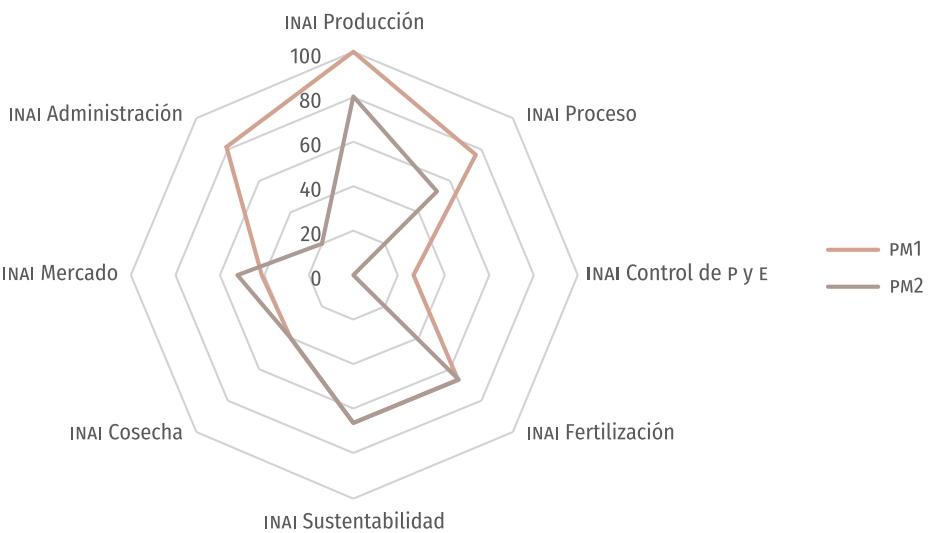
Fuente: elaboración propia.

La adopción de innovaciones en los otros actores de la red de valor del bacanora

Los proveedores de maguey

A continuación, en la gráfica 6 se muestran los datos obtenidos de las encuestas realizadas a dos productores de maguey (PM) de la región, donde se observan los índices de adopción correspondientes a las distintas categorías de innovaciones propuestas: producción, manejo, control de plagas y enfermedades, fertilización, sustentabilidad, cosecha, mercado y administración.

- InAI producción: limpieza del terreno sin quemar, uso y conservación de especies de maguey silvestre, implementación de vivero de alguna especie, reproducción del maguey y consideración de índices de cosecha para el corte. El PM1 obtuvo un índice del 100%, mayor al 80% que obtuvo el PM2; es decir, ambos productores han adoptado la mayoría de las innovaciones de esta categoría.
- InAI manejo: limpieza anual del terreno del agave, chapeo y aporque anual, deshije, resiembra y trasplante, y capado del maguey. Los índices de innovación obtenidos por PM1 y PM2 fueron 66.6 y 50%, respectivamente. Esto se debe a que, en el primer caso, sólo realiza el deshierbe y barbecho, no se enfoca en actividades como aporque o chapeo; en el segundo caso, al estar centrado en la reproducción y venta de plántulas, no implementa la mitad de las innovaciones propuestas.
- InAI control de plagas y enfermedades: control biológico y aplicación de productos orgánicos anualmente. El PM1 obtuvo un índice del 25% y el PM2 del 0% de



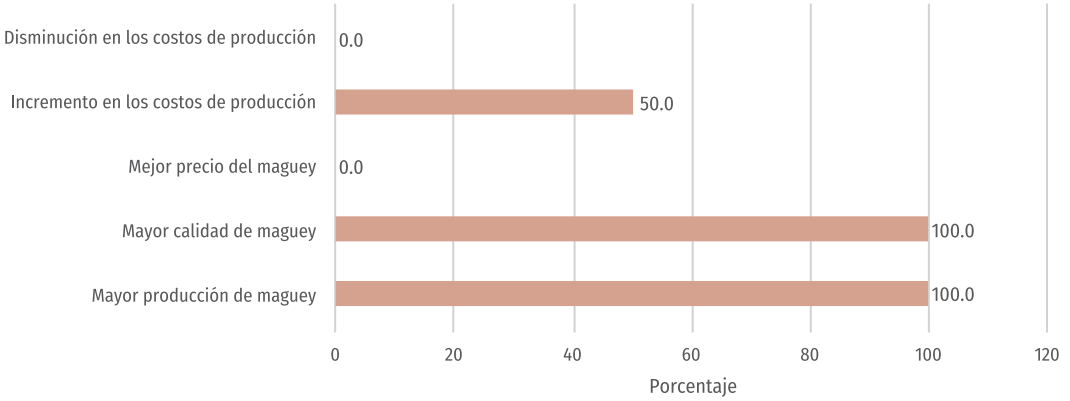
Gráfica 6. Adopción de innovaciones de productores de maguey

Fuente: elaboración propia.

adopción de dichas innovaciones. Esta fue la categoría más baja respecto a los otros índices, debido a que no se tiene el conocimiento sobre plagas y enfermedades que afectan al maguey. Las enfermedades que los productores conocen y controlan son aquellas que han aprendido a manejar con la experiencia de los años, además del conocimiento adquirido por conocidos o productores de maguey de otra región.

- InAI fertilización: análisis de suelo antes de la siembra o en alguna etapa de maguey, fertilización anual con productos orgánicos. Ambos productores obtuvieron un índice de adopción del 66.6%, debido a que, si bien fertilizan cada año y lo hacen con fertilizantes naturales u orgánicos, no realizan análisis de suelo porque lo consideran costoso e innecesario.
- InAI sustentabilidad: uso de especies silvestres de maguey, producción de manera orgánica, ejecución de prácticas para disminuir la erosión del suelo y para la conservación del agua, diversificación de la producción de agaves de diferentes especies, y conocimiento de la normatividad para su aplicación. Se obtuvo el 66.6% de adopción de estas innovaciones tanto por PM1 como por PM2. Esto se debe principalmente a que no conocen la normatividad y, por lo tanto, no pueden aplicarla en su totalidad; además de que sólo producen el *Agave angustifolia* Haw., es decir, no diversifican la producción.
- InAI cosecha: aplicación de índices de cosecha, análisis de calidad de la piña, venta de piña según indicadores, producción con base en la NOM-168-SCFI-2005 y producción destinada al bacanora artesanal. Ambos productores obtuvieron un índice del 40%, debido a que, al no conocer la normatividad, no realizan un análisis de calidad.
- InAI mercado: integración al palenque, venta regional o nacional, certificaciones del consejo, producción orgánica o sustentable, así como conocimiento de las necesidades del cliente, de la competencia y de los precios en el mercado. El PM1 obtuvo un índice de adopción del 25%, y el PM2 del 50%. Esto se debe a que, por un lado, el PM1 provee su propia materia prima y no realiza la venta de su piña; y por el otro lado, la producción de plantas del PM2 no está integrada a su producción de bacanora.
- InAI administración: establecimiento de un sistema de administración, registro de producción y costos, capacitación, capacitación especializada, actualización en la producción, manejo y conservación del maguey. El PM1 obtuvo un índice de adopción del 80% y el PM2 del 20%.

Los productores concuerdan en que han mejorado la calidad del maguey y han obtenido una mayor producción; sin embargo, sólo el 50% considera que obtuvo un incremento en los costos de producción, como se observa en la gráfica 7.



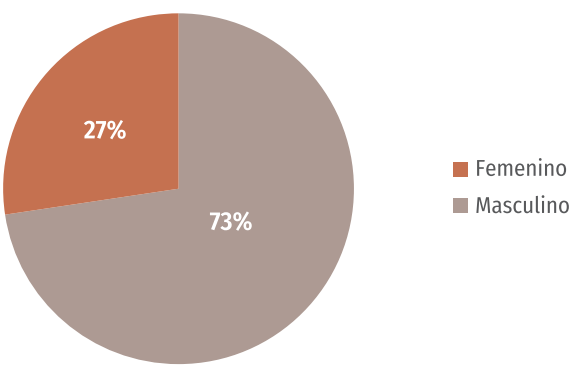
Gráfica 7. Resultados obtenidos tras la aplicación de innovaciones (%)

Fuente: elaboración propia.

Los clientes o consumidores

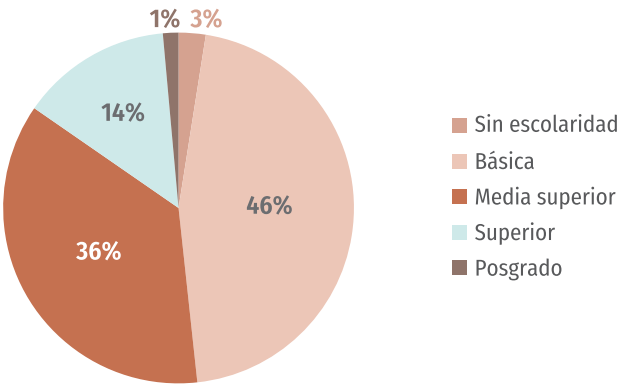
Los clientes de los productores de bacanora en el municipio homónimo son principalmente el público en general, pues casi no cuentan con clientes fijos que les compren grandes cantidades de este destilado. Si bien el 11.1% de los vinateros envasa su producto, el 100% vende a granel. Además, de todos los consumidores encuestados en los municipios de Bacanora y Sahuaripa, el 72.64% son del género masculino y el 27.36% del femenino (gráfica 8).

En lo referente al nivel de estudios, el 2.49% no cuenta con escolaridad; el 45.77% tiene escolaridad básica; el 36.32%, media superior; el 13.93%, escolaridad superior; y el 1.43% estudió un posgrado (gráfica 9).



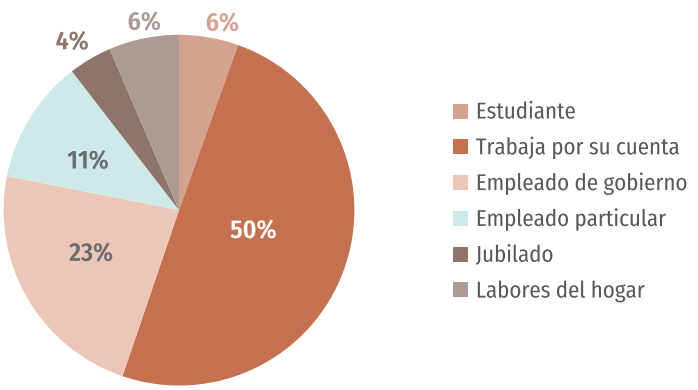
Gráfica 8. Género de los clientes

Fuente: elaboración propia.



Gráfica 9. Nivel de escolaridad de clientes

Fuente: elaboración propia.



Gráfica 10. Ocupación de los clientes

Fuente: elaboración propia.

La gráfica 10 muestra que, de todos los encuestados, el 49.75% trabaja por su cuenta, el 22.89% es empleado del gobierno, el 11.44% es empleado de particulares, el 6.47% realiza labores del hogar, el 5.47% es estudiante y el 3.98% está jubilado. En cuanto a ingresos mensuales, el 43.78% gana entre 5,000 y 10,000 pesos, el 31.34% tiene ingresos que van de 1,500 a 5,000 pesos, el 14.43% gana entre 1,000 y 1,500 pesos, y el 10.45% gana más de 10,000 pesos.

En lo referente a la frecuencia de consumo, el 49.5% de los clientes consume bacanora entre dos y cuatro veces al mes; el 41.5%, sólo una vez al mes; el 5% lo consume entre cinco y siete veces de manera mensual; y el 4%, más de siete veces al mes. El precio del litro de bacanora oscila entre 300 y 350 pesos, por lo que el 52% compra menos de un litro; el 35.8%, de uno a dos litros; el 6.46% compra entre tres y cuatro litros; el 1%, entre cinco y seis litros; finalmente, el 4.47% compra más de seis litros al mes.

Las marcas o maestros vinateros que más mencionaron los consumidores fueron 1627, Mazot y Manuel Salazar. Entre todos los criterios de compra, la información obtenida nos indica que la calidad (94.4%), el sabor (94.2%) y el aroma (93.5%) son las principales pautas consideradas a la hora de comprar bacanora; por el contrario, los criterios menos relevantes son que su producción sea industrial (45.8%), el diseño de la botella (45%) y el diseño de la etiqueta (43.9%).

Al analizar los atributos principales de esta bebida, los consumidores evaluaron el aroma (94.74%), el sabor (94.31%) y la calidad (94.31%) como las cualidades más importantes; asimismo, consideraron que los atributos menos importantes son el empaque (65.81%), la etiqueta (65.1%) y el precio (63.6%).

Tipología de los clientes y sus preferencias

Los resultados del análisis de componentes por medio del método ACP nos muestran el índice KMO = 0.652, esto significa que la prueba sí es apta para explicar las correlaciones entre las variables. Asimismo, se analizaron cuatro factores con un valor propio mayor a 1; además de esto, la variabilidad acumulada es del 69.288% (cuadro 5).

En el cuadro 6, las contribuciones de las variables de los cuatro factores analizados y sus cosenos cuadrados nos indican cuáles son las variables con mayor peso que contribuyen en cada uno de los factores. Esto se determina por los valores más altos de cada factor. En el primero (F1) podemos observar que las variables con mayor coeficiente son el sabor, el aroma y la calidad. En el segundo factor (F2) las variables más destacables son tres: escolaridad, empaque y etiqueta. En lo correspondiente al F3, las variables que más contribuyen son la edad y la disposición para pagar. Por último, en el cuarto factor (F4) observamos que la variable de mayor peso es el ingreso mensual.

Cuadro 5. Análisis de componentes principales y medida de adecuación muestral de KMO

	F1	F2	F3	F4
Valor propio	3.349	1.764	1.382	1.127
Variabilidad (%)	30.449	16.034	12.559	10.246
% acumulado	30.449	46.483	59.042	69.288
KMO				0.651

Fuente: elaboración propia.

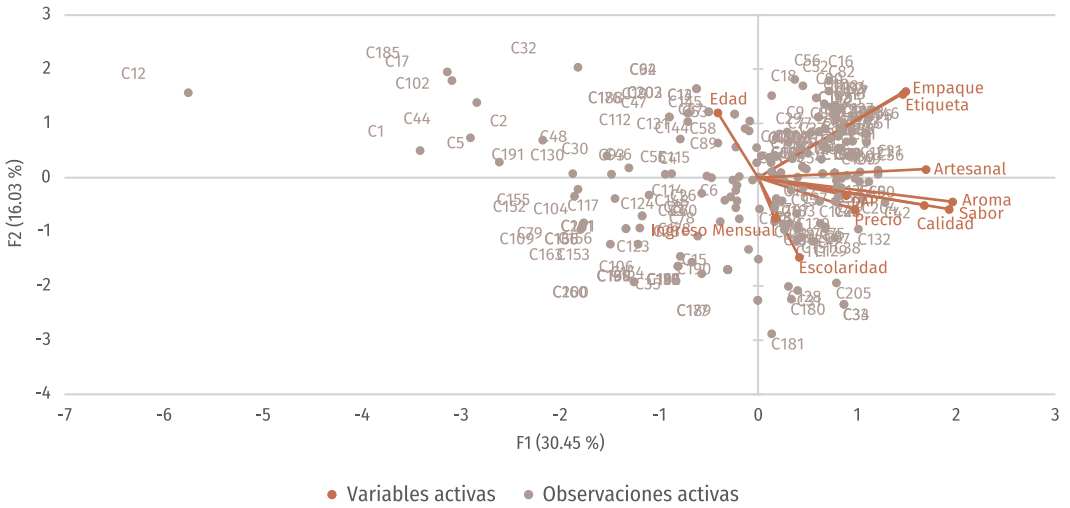
Cuadro 6. Estadísticos del análisis de componentes principales de consumidores

Variables	F1		F2	
	Contrib. variables (%)	*Cos²*	*Contrib. variables (%)*	*Cos²*
Edad	0.849	0.028	13.987	0.247
Escolaridad	0.870	0.029	20.697	0.365
Ingreso mensual	0.141	0.005	5.238	0.092
DAP	3.989	0.134	1.002	0.018
Precio	4.847	0.162	3.315	0.058
Empaque	11.234	0.376	24.815	0.438
Etiqueta	10.796	0.362	23.118	0.408
Sabor	18.831	0.631	3.239	0.057
Aroma	19.621	0.657	1.916	0.034
Calidad	14.265	0.478	2.429	0.043
Variables	**F3**		**F4**	
	Contrib. variables (%)	*Cos²*	*Contrib. variables (%)*	*Cos²*
Edad	18.594	0.257	19.027	0.214
Escolaridad	20.541	0.284	5.083	0.057
Ingreso mensual	0.188	0.003	70.804	0.798
DAP	21.584	0.298	1.149	0.013
Precio	2.239	0.031	0.356	0.004
Empaque	6.348	0.088	0.699	0.008
Etiqueta	9.108	0.126	1.745	0.020
Sabor	5.615	0.078	0.179	0.002
Aroma	7.836	0.108	0.236	0.003
Calidad	7.922	0.109	0.711	0.008

Fuente: elaboración propia.

En la gráfica 11, se observa que, en el cuadrante superior derecho, un grupo conformado por consumidores atribuyen elementos como el empaque, la etiqueta y la artesanalidad del producto como las principales variables que influyen en la compra y consumo de bacanora. A su vez, otro grupo localizado en el cuadrante inferior derecho muestra un grupo que considera que ciertos atributos sensoriales —como el aroma y sabor—, además del precio y algunos factores socioeconómicos —tales como la escolaridad y el ingreso mensual— son determinantes al momento de consumir este producto.

Sólo un grupo localizado en el cuadrante superior izquierdo destacó que la edad es determinante al momento de consumir el bacanora, es decir, tener la mayoría de edad. En el cuadrante inferior izquierdo se observa que los consumidores no destacan ningún atributo, sin embargo, sí lo conocen y lo consumen.



Gráfica 11. Factores de modelo de componentes principales

Fuente: elaboración propia.

Los competidores en la industria del bacanora

Se parte de la definición de que los competidores son aquellas personas físicas o jurídicas, o bien un producto con características similares, que luchan por conseguir un mismo mercado; desde un enfoque más apegado a la industria, son aquellas agroindustrias que operan en el mismo giro. La agroindustria del bacanora tiene competidores directos y de bastante peso; además, son destilados que también cuentan con denominación de origen, se encuentran más industrializados, reciben más apoyo gubernamental y tienen mayor promoción en los mercados internacionales.

Como se observa en el cuadro 7, la producción de bacanora era muy parecida a la del mezcal, pues de este último se producían 400,000 litros anuales, mientras que de bacanora se producían 240,000 litros. En contraste, el tequila contaba con una producción de 181 millones de litros al año, lo cual significa que dominaba el mercado. Si bien en los últimos tiempos el tequila incrementó el 70% —actualmente produce anualmente 309 millones de litros—, el mezcal es el destilado con mayor crecimiento en su producción anual: 1,250%, es decir, 5 millones de litros de mezcal al año. En contraste, el bacanora registró un aumento del 25%, con una producción de 300 mil litros anuales. No obstante, el destilado más caro en el mercado actual es el mezcal, ya que el litro cuesta en promedio 340 pesos; por su parte, el bacanora es el segundo en esta lista, con un precio promedio por litro de 240 pesos; finalmente, el tequila cuesta, en promedio, 100 pesos el litro.

Cuadro 7. Comparación entre tequila, mezcal y bacanora

	Producción (litros)		Ingresos	Empleos	Exportación
	2008	*2018*	*(Millones USD)*	*(Miles)*	*(Países)*
Tequila	181,000,000	309,000,000	30,000	60	120
Mezcal	400,000	5,000,000	1,700	30	26
Bacanora	240,000	300,000	72	1.6	5

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 8. Comparación entre las variables de los tres estratos de la agroindustria del bacanora

	Bajo	Medio	Alto
InAI producción ($\bar{x}$)	28.57	66.66	100.00
InAI proceso ($\bar{x}$)	30.61	52.38	85.71
InAI mercado ($\bar{x}$)	37.50	44.44	41.66
InAI val. de R.N ($\bar{x}$)	44.63	66.66	50.00
InAI admón. ($\bar{x}$)	2.04	9.52	57.14
Volumen de prod. ($\bar{x}$) (litros)	586.42	533.33	3,000.00
Costos de prod. ($\bar{x}$)	56,916.40	51,316.70	418,800.00
Ingresos totales ($\bar{x}$)	191,642.90	153,333.3	1,140,000.00
Utilidades ($\bar{x}$)	134,726.40	102,016.70	721,200.00
Relación b/c ($\bar{x}$)	3.88	2.62	2.72

Fuente: elaboración propia con base en la información obtenida en la fase de campo.

La presencia en el mercado internacional de los tres destilados es notoria. Sin embargo, a diferencia del tequila, que se comercializa en 120 países, y el mezcal, en venta en 26 países, el bacanora se exporta actualmente a sólo 5 países. De manera directa existe una competencia interna entre los distintos productores de bacanora, lo cual permite realizar una comparación de las diferentes variables en los tres estratos propuestos de esta agroindustria (estrato bajo, medio y alto).

En el cuadro 8 se observa la diferencia en los InAI "producción" y "proceso", debido a que el estrato alto es una agroindustria más desarrollada, que cuenta con envasado, etiquetado y está apegado a las normas mexicanas de este destilado, en comparación con los estratos bajo y medio, que son más rústicos y sólo han adoptado las innovaciones necesarias para la producción artesanal. Otra diferencia destacable se encuentra en el InAI "administración": a causa del nivel de desarrollo de estas agroindustrias, se advierte un índice casi nulo en los estratos bajo y medio, pues solamente el estrato alto lleva un control más rígido en las cuentas de gastos y ventas en esta variable.

El volumen de producción en el estrato alto es casi seis veces mayor respecto a los otros dos. Esto se debe a que los costos de producción en los estratos bajo y medio son menores que en el alto. La misma tendencia continúa en los ingresos totales y en las utilidades de cada uno. Es destacable que, en lo que respecta a la "relación b/c", el estrato bajo obtiene 3.88 pesos por cada peso invertido, seguido por el estrato alto con una relación de 2.72, no muy distante del estrato medio con 2.62, con motivo de que la mayoría de los productores que conforman el estrato bajo obtienen su materia prima a precios más baratos, ya que ellos son los encargados de jimar y transportar las piñas hasta su vinata.

Las actividades complementarias en la industria del bacanora

Los actores complementarios en la red de valor son aquellos que ayudan a posicionar el producto en los mercados, además de promover su desarrollo tecnológico. Entre dichos complementarios podemos encontrar agentes gubernamentales, agentes no gubernamentales, instituciones de investigación y asociaciones locales. Dentro de la red de valor del bacanora, algunos factores ayudan y buscan el desarrollo de la cadena productiva, como los siguientes.

Transferencia de recursos económicos. Son aquellos factores que se encargan de proveer de recursos financieros, a través de apoyos gubernamentales o con empresas privadas. El Consejo Sonorense Regulador del Bacanora (CSRB) es el encargado de gestionar dichos apoyos con las instancias correspondientes, con el fin de facilitar al productor de maguey o de bacanora los trámites necesarios. Sin embargo, poca es la influencia del CSRB en el municipio de Bacanora y en la cadena productiva del destilado, debido a que no ha podido relacionarse con la mayoría de los vinateros del lugar. Asimismo, tanto empresas de giro privado como familiares de los productores de maguey y bacanora otorgan préstamos para la compra de herramientas, maquinaria e instalaciones.

Transferencia de tecnología. Son los agentes encargados de transferir los conocimientos tecnológicos, tales como las innovaciones, a los productores de bacanora y maguey. El CSRB realiza periódicamente capacitaciones a productores, sin embargo, pese a los esfuerzos realizados, no se ha generado una respuesta positiva por parte de los productores, pues solamente el 11% ha recibido algún tipo de capacitación por parte del Consejo. Dicha transferencia de conocimiento generalmente se realiza de productor a productor, o de generación a generación.

Transferencia de valor agregado. Son los encargados de añadir características en el producto, con el fin de mejorar la percepción en el consumidor y, por lo tanto, incrementar el valor en el mercado. El CSRB se encarga de certificar la producción de bacanora mediante la aplicación de las normas mexicanas vigentes, a través de una asociación local que, a su vez, otorga el permiso para la venta del destilado a los productores asociados. Asimismo, el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) realiza análisis para certificar que el producto

cumpla con las normas de calidad. Además, es importante mencionar que el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) es el organismo público autorizado para administrar el sistema de propiedad industrial y, al mismo tiempo, es el encargado de autorizar y regular las denominaciones de origen (DO), incluida la del bacanora.

De acuerdo con los resultados obtenidos con la investigación, existe una brecha amplia entre los tres estratos de productores de bacanora analizados. Primero, en el InAI "producción", la brecha entre el estrato alto y el medio es del 33.3%, y entre el medio y alto es de 38.09%. Segundo, en el InAI "proceso" la brecha entre el estrato alto y el medio es del 33.34%, y entre el medio y el alto es del 21.23%. Tercero, en el InAI "administración", la brecha entre el estrato alto y los estratos medio y bajo oscila entre 55.1 y -47.62%. Mientras que, por otro lado, no existen diferencias significativas en los otros índices de innovación. Para ser más específicos, los productores de maguey deben implementar innovaciones como la certificación ante el CSRB, el análisis de calidad de la piña y el control de plagas y enfermedades, entre otros, con el fin de aumentar la productividad y asegurar la calidad de la materia prima que proveerá a la agroindustria y así mejorar los rendimientos.

Conclusiones

La cadena productiva del bacanora en el municipio de Bacanora está conformada en su totalidad por vinateros que siguen una producción artesanal y realizan la venta del destilado a granel. Estas condiciones son resultado de las afecciones de la ley de prohibición decretada en 1915 que, si bien fue eliminada en 1992, provocó el estancamiento de esta agroindustria e impidió su desarrollo. La mayoría de las vinatas son rústicas y compran su materia prima mediante trato directo con rancherías y proveedores. Si bien son muy pocos los productores que envasan su producto, éstos no están certificados ante el CSRB. Además, ha iniciado un desabasto de materia prima en las cercanías del pueblo, por lo que muchos vinateros optan por abastecerse en sitios cada vez más alejados, lo cual comienza a verse reflejado en el costo de producción. En adición, no se ha implementado el cultivo del maguey en el municipio.

En la red de valor de la agroindustria de bacanora se advierte poca interacción entre sus factores, tanto de los proveedores como de los clientes y los complementadores. Esta desarticulación refleja la poca organización dentro de la red. Todo este panorama se puede observar en el bajo nivel de desarrollo de la agroindustria, pues las vinatas están aisladas de casi todos los factores con los que pudieran interactuar y, en consecuencia, ser beneficiados. La mayoría de los productores no invierten en infraestructura, no gestionan apoyos del gobierno a través de ninguna asociación o institución, no establecen relación directa con el CSRB (sucede sólo con pocos productores), no cuentan con apoyo para la implementación del cultivo del agave y hace falta la implementación de innovaciones que mejoren y aseguren la calidad del producto.

En la agroindustria del bacanora existen diversas innovaciones pendientes por implementar, a partir de las cinco categorías propuestas, con el objetivo de mejorar el rendimiento y la calidad de la bebida, incrementar la competitividad de la cadena productiva y lograr posicionarse cada vez en mercados mejores. Esta agroindustria registra cierta rentabilidad, debido a que la relación beneficio-costo de cada uno de los estratos analizados fueron mayores a 1. Esto quiere decir que el productor no perderá la inversión realizada en materia prima, gastos generales y mano de obra, sino que recuperará estos costos y obtendrá un margen de utilidades amplio, según el análisis desarrollado.

Referencias

Alvarez-Ainza, Maritza; Alfonso García-Galaz; Humberto González-Ríos; Griselda Moreno-Ibarra; Mayra de la Torre-Martínez; Karina Zamora-Quiñones, y Evelia Acedo-Félix (2021). "Characterization and selection of native yeast isolated from natural fermentation for the production of the artisanal beverage bacanora". *Biotecnia* 23 (1): 21-27.

Carmona, Francesc (2014). *Un ejemplo de ACP paso a paso*. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/17411/1/273.pdf> (consulta: 21 enero de 2024).

Carrillo Trueba, Lauro A. (2009). "Los destilados de agave en México y su denominación de origen". *Ciencias* (87): 41-49.

Fragoso-Gadea, Tania; Aldo Gutiérrez; Martha L. Coronado; Teresa Terrazas; Gabriela Ramos-Clamont; Luz Vázquez-Moreno; Osiris Álvarez, y Martín Esqueda (2021). "Poblaciones silvestres de Agave angustifolia (Asparagaceae) de Sonora, México: variación morfológica y contenido de azúcares". *Acta Botánica Mexicana* 1 (128): 1-16.

Gutiérrez-Coronado, M. Lourdes; Evelia Acedo-Félix, y Ana I. Valenzuela-Quintanar (2007). "Bacanora Industry and its Process of Production". *CYTA-Journal of Food* 5 (5): 394-404.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) (2000). Declaratoria general de protección a la denominación de origen Bacanora. *Diario Oficial de la Federación*, 6 de noviembre. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/494495/Bacanora.611.2000.pdf>.

Martínez Ramos, Emilio (1984). "Aspectos teóricos del Análisis de Clúster y aplicación a la caracterización del electorado". En *Introducción a las técnicas de Análisis Multivariable*, editado por Juan Javier Sánchez Carrion, 165-208. Madrid: CSIC.

Mendieta Izquierdo, Giovane (2015). "Informantes y muestreo en investigación cualitativa". *Investigaciones Andinas* 17 (30): 1148-1150.

Muñoz, Manrrubio, y Horacio Santoyo (2010) "Del extensionismo a las redes de innovación". En *Del Extensionismo Agrícola a las Redes de Innovación Rural*, editado por Horacio Santoyo, 31-71. Ciudad de México: Universidad Autónoma Chapingo.

Núñez Noriega, Luis (2001). *La producción de mezcal bacanora: una oportunidad económica para Sonora*. Hermosillo, México: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C.

Salazar Solano, Vidal (2007). "La industria del bacanora: historia y tradición de resistencia en la sierra sonorense". *Región y sociedad* 19 (39): 105-133.

Salazar Solano, Vidal, y Alejandro Mungaray Lagarda (2009). "La industria informal del mezcal bacanora". *Estudios sociales* 17 (33): 163-198.

Salazar Solano, Vidal; Mario Moreno Dena, y Emma V. Casas Medina (2015). "Innovación para el fomento de la competitividad en el proceso artesanal de producción de bacanora". *Estudios sociales* 23 (46): 214-240.

Atributos de mercado y de calidad intangibles para la sustentabilidad organizacional en el sistema vid de mesa de Sonora

Karla Terán-Samaniego
Mayra Lucía Maycotte-de la Peña
Jesús Martín Robles-Parra

Introducción

Hoy en día, las organizaciones agrícolas se enfrentan no sólo a la necesidad de generar ganancias, sino también al compromiso de implementar prácticas relacionadas con la protección del medio ambiente, con el cuidado de los trabajadores y con la gestión de la calidad, con el fin de satisfacer las demandas de un mercado globalizado y dinámico. El mercado actual no solamente demanda atributos que van implícitos en el producto, sino que también solicitan aquellos relacionados con las prácticas de la organización, es decir, los atributos intangibles de mercado. Esas características, tan particulares, son requerimientos que el mercado establece a la organización, con el objetivo de que ésta implemente en sus operaciones herramientas dirigidas al cumplimiento del principio ético del desarrollo sustentable, el criterio de la responsabilidad empresarial y la gestión de la calidad.

El sistema de organizaciones productoras y exportadoras de uva de mesa en Sonora se encuentra en este contexto. Un mecanismo para que las organizaciones acaten los estándares de responsabilidad social, ambiental y calidad es la implementación de certificaciones, distintivos, sellos y auditorías, ya que son los instrumentos que permiten a las empresas reconfigurar su estructura con el fin de avanzar hacia la sustentabilidad organizativa. A través de una investigación de enfoque cualitativo, se aplicaron entrevistas semiestructuradas a actores clave y, posteriormente, se realizó un análisis cuantitativo de los datos obtenidos. A partir de ello, se pudo relacionar el índice de sustentabilidad corporativa con los atributos intangibles de mercado codificados en las certificaciones demandadas a las organizaciones productoras de vid de

mesa. Los hallazgos mostraron que todas las empresas han implementado al menos una certificación como estrategia de gestión de la calidad y de sustentabilidad, y más de la mitad se encuentran en un nivel avanzado en su transición a la sustentabilidad Se concluye que las organizaciones que buscan adaptarse a las nuevas demandas del mercado se configuran como organizaciones sustentables para mejorar su posición.

El concepto de mercado y sus atributos intangibles

El mercado ha sido abordado a partir de diferentes posiciones teóricas. Algunos grupos de investigación lo definen como el espacio físico o virtual en donde tiene lugar la compra y venta de bienes y servicios, lo que permite conocer el tipo de demandas de los clientes. En este medio participan y se relacionan varios actores que buscan cumplir sus necesidades, intereses y objetivos (IICA, 2018).

En su investigación, Moncayo *et al*. (2021) citan el trabajo de Kotler y Armstrong para definir al mercado como un grupo de clientes potenciales que comparten un deseo o una necesidad específicos y que, por tal motivo, podrían hallarse dispuestos a participar en un intercambio que cubra dicho deseo o necesidad. De manera similar, Izquierdo *et al*. (2020) mencionan que el mercado es el conjunto de todos los compradores reales y potenciales de un producto o servicio y que estos compradores comparten una necesidad determinada que puede ser satisfecha mediante relaciones de intercambio.

Terán *et al*. (2023), en referencia a Shepherd y Shepherd (2004), explican que el mercado es un grupo de compradores y vendedores que intercambian bienes altamente sustituibles entre sí y que se encuentra delimitado en cuatro dimensiones: estadística, geográfica, tipo de producto y consumidor. En este sentido, es posible visualizar que los consumidores pertenecen a una zona geográfica específica y que demandan particularidades en el producto de acuerdo con su situación y condición, por lo que las organizaciones son presionadas para satisfacer y cumplir con esos requerimientos (Solís *et al*., 2017).

Por otro lado, Contreras *et al*. (2018) señalan que diversos factores influyen en el comportamiento del consumidor y, por ende, repercuten en los mercados; por ejemplo, la cultura, el nivel socioeconómico, la educación y la condición emocional, mental y física. El consumidor actual no sólo exige características visibles y palpables en el producto, sino que también solicitan aquellas que están ligadas a las prácticas de la organización; es decir, los consumidores demandan "atributos intangibles de mercado" (Terán, 2022). Dichos requerimientos tienen como objetivo propiciar que las organizaciones implementen prácticas dirigidas a la protección del medio ambiente y al cuidado de los trabajadores; esto es, alcanzar la sustentabilidad (Solís *et al*., 2017). Por otra parte, otro atributo intangible que el consumidor busca y exige en los productos es la calidad, ya que en ella convergen sus

necesidades, expectativas, experiencias, precio, publicidad y percepción de la imagen de la empresa (Díaz y Salazar, 2021).

La calidad como atributo intangible de mercado

La calidad en una organización o producto se puede definir como el conjunto de atributos, servicios, procesos o individuos que tienen la capacidad de satisfacer las necesidades y expectativas del cliente, usuario o interesado, con referencia en lo que percibe. Para alcanzar la calidad es crucial considerar la mejora continua, lo que incluye tareas como planificar, hacer, verificar y actuar (Canossa, 2021).

Diversas concepciones de calidad se han configurado a lo largo del tiempo. Por ejemplo, Díaz *et al*. (2018) consideran importante la conceptualización que propone Deming: la satisfacción de las necesidades del consumidor y el establecimiento de mejoras y control en los procesos. Por su parte, Cuatrecasas y González (2017) citan la definición de Juran, quien entiende por calidad la adaptación al uso y la ausencia de defectos. Mientras que, según Canossa (2021) citando a Ishikawa, es un asunto que da relevancia y que parte de la promoción de una cultura de calidad en todo el funcionamiento de una firma. De acuerdo con Puche *et al*. (2021), Feigenbaum afirma que la calidad es un sistema integral que une los esfuerzos de la organización y los enfoca al desarrollo, mantenimiento y mejoramiento, con el propósito de hacer posible la oferta de productos y servicios más económicos y compatibles con la satisfacción del cliente; también retoma a Crosby respecto a que la calidad significa el cumplimiento de los requisitos que establece el consumidor para un producto determinado.

Este concepto ha evolucionado con el tiempo de acuerdo con las necesidades presentes en cada época. Actualmente, la calidad ya no se considera sólo una característica del producto final o del proceso de fabricación, sino que es concebida como una filosofía basada en el compromiso y liderazgo de los altos mandos de la empresa, que involucra la participación de todos los empleados, cuyo propósito es la satisfacción plena de las necesidades y expectativas de las partes interesadas: clientes, accionistas, trabajadores, sociedad, entre otras (Díaz y Salazar, 2021). La calidad también puede ser concebida como un atributo ético o emocional intangible, que está relacionado con un conjunto de características de importancia para el consumidor y que tiene que ver con los tres grandes componentes del desarrollo sustentable (Estrada *et al*., 2020; Maycotte *et al*., 2022).

En resumen, el concepto de calidad se puede definir como uno de los atributos intangibles que impone el mercado, que van dirigidos a la conformación de organizaciones relacionadas con prácticas de sustentabilidad ambiental y social, así como con la gestión de la calidad (Maycotte, 2023).

Sustentabilidad organizacional

El concepto de *organización* ha sido abordado a través de diversas líneas analíticas con dos significados primordiales. El primero puede referirse a la función de dirigir, integrar y reformar los recursos y partes involucradas en un proceso de gestión; instaurar relaciones entre ellos y establecer los derechos y obligaciones de cada uno; es decir, puede ser concerniente al acto de "organizar" (Joseph, 2020). El segundo puede comprenderse como una entidad, o unidad social, en la cual los individuos se unen para alcanzar objetivos específicos de manera voluntaria, debido a que ha sido diseñada para alcanzar resultados y, sobre todo, para obtener ganancias (Hernández *et al*., 2018; Marteau y Perego, 2018).

La configuración de *organización*, según esta última acepción, ha sido trazada para la división del trabajo y su realización de acuerdo con una consigna previa de responsabilidades. En este sentido, y para fines concretos del presente capítulo, la palabra organización significa *empresa* (Julio, 2020). Esta acepción se corresponde con aquella que la define como un organismo social en el que la totalidad de sus partes mantiene un sistema de actividades, coordinado de forma consciente, en la búsqueda de determinados objetivos (Guevara *et al*., 2021).

De acuerdo con Blanco *et al*. (2020), ese conjunto de actividades y los propósitos de su estructura están determinados por dos componentes: el contexto y las gestiones de los individuos. La estructura de una organización se basa en elementos tales como el tamaño de la empresa, la especialización de las tareas, la capacitación, las reglas y los procedimientos, el involucramiento de los directivos y los empleados, así como la adaptación al entorno (Perilla y González, 2021).

Cervantes *et al*. (2020) aseguran que las organizaciones se encuentran en un entorno complicado que ha ocasionado que progresen a través del tiempo, de tal manera que puedan afrontar los cambios originados en tal escenario y por él mismo. Para dicho autor, el arreglo de las organizaciones es útil para llevarlas al ajuste que solicitan los propios cambios del ambiente. Indica que el análisis de los cambios y escenarios es lo que permite vislumbrar cómo se estructuran las formas organizativas. Paolini y Odriozola (2019), haciendo una precisión al concepto de *organización*, lo definen como un sistema social basado en la cooperación entre personas, en donde se requiere que ciertas condiciones sean cumplidas, entre ellas: 1) la existencia de dos o más individuos interactuando, 2) el establecimiento de un objetivo en común, 3) el desarrollo de actividades o tareas, 4) contar con una división del trabajo y el establecimiento de responsabilidades, 5) en apego a un ordenamiento normativo y un liderazgo ético que dirija y coordine el esfuerzo y los recursos de la organización.

A la vez, la organización ha interiorizado en su estructura y forma el concepto de desarrollo sustentable con el objetivo de implementar prácticas relacionadas con sus tres grandes componentes, redefinir los criterios y valores éticos de la firma y alcanzar una mejora de la imagen corporativa (Kent, 2020). El Instituto Internacional para

el Desarrollo Sustentable afirma que una organización que incorpora herramientas de negocios que satisfagan las necesidades de la empresa y de los grupos de interés de éstas en el presente, mientras protege, mantiene y aumenta los recursos que serán necesitados por las siguientes generaciones, propicia la sustentabilidad organizacional (Terán *et al*., 2022).

La sustentabilidad organizacional se concibe como la responsabilidad de la compañía en cuanto a establecer tácticas que ocasionen resultados positivos en las esferas ambientales, sociales y económicas. En ella, la función de los líderes es crucial debido a que sus acciones deben ir dirigidas a enfrentar los retos del cambio. Este tipo de sustentabilidad pretende que la organización cuente con una visión integral compartida por todos sus elementos, con el objetivo de aprovechar el recurso humano y desarrollar prácticas que estén basadas en la ética (Magallanes, 2020). Las organizaciones que incorporan el desarrollo sustentable en su configuración fomentan e impulsan la reorientación de las estrategias que buscan la satisfacción de la sociedad en cuanto a los rubros de economía, medio ambiente, sociedad, política, ciencia y tecnología.

La relevancia del sistema vid de mesa en Sonora

En 2020, México ocupó la posición número 25 a nivel mundial como productor de uva, con un total de 380,001 toneladas. De esta cantidad, el 53.7% se comercializó en el mercado internacional y Estados Unidos fue su principal cliente. A nivel nacional, el estado de Sonora es el principal productor de uva de mesa, seguido de Zacatecas y Aguascalientes (cuadro 1) (SIAP y Sader, 2019).

Cuadro 1. Volumen de producción de las principales entidades federativas en 2020

Entidad federativa	Volumen (toneladas)
Sonora	320,990
Zacatecas	42,935
Aguascalientes	6,890
Baja California	5,429
Jalisco	1,980
Coahuila	946
San Luis Potosí	476
Puebla	150
Guanajuato	102
Baja California Sur	78
Otras	25

Fuente: adaptado de SIAP y Sader (2019).

Cuadro 2. Comportamiento de la uva de mesa en Sonora entre 2017 y 2021

Año	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento obtenido (t/ha)	Precio medio rural ($/t)	Valor de la producción (miles de pesos)
2017	18,696.00	17,416.50	310,926.30	35.73	41,845.86	6,100,897.37
2018	19,710.00	18,705.00	319,028.77	34.06	48,090.17	7,641,951.20
2019	19,999.00	19,201.00	350,816.80	36.55	56,332.27	9,578,296.50
2020	20,351.00	19,523.00	320,990.10	33.32	59,677.91	9,296,739.69
2021	16,821.00	16,413.00	287,913.13	52.45	91,531.02	8,637,581.45

Fuente: adaptado de SIAP (2021).

En 2020, Sonora aportó el 92.2% del valor de la producción nacional de uva, por lo que ocupó el primer lugar en ese rubro (SIAP y Sader, 2019). De acuerdo con la Oficina de Información Agropecuaria, Pesquera y Acuícola del Estado de Sonora (OIAPES), los principales municipios en donde se concentra la cosecha de uva son Hermosillo, Caborca, Guaymas, Cajeme, San Luis Río Colorado y Ures (Salazar, 2023). En ese sentido, el rendimiento en la producción de uva de mesa en el estado ha ido en incremento, esto se ha visto reflejado en un ascenso en el valor de la producción (cuadro 2).

Se estima que las organizaciones de la entidad produjeron alrededor de 25 millones de cajas de 8.2 kilogramos cada una en 2022 , lo que representa una derrama económica de más de 400 millones de dólares, así como la generación de divisas y de empleos directos e indirectos. Estos datos evidencian la relevancia del sistema de uva de mesa en el contexto nacional y regional (Agronometrics, 2022). Las variedades de uva de mesa que se cosechan en Sonora son rojas, verdes y negras; algunas de ellas son variedades tradicionales como Perlette, Flame, Red Globe, Sugraone o Superior y Black Seedless. Es de comentar que se han sumado a esta lista variedades que han sido demandadas por el mercado en los últimos tiempos, como Sweet Celebration, Sweet Globe, Summer Royal, entre otras. El cúmulo de variedades es de cuarenta tipos de uva de mesa sin semilla, aproximadamente, las cuales son cosechadas y comercializadas en los meses de mayo, junio y julio (Herrera *et al*., 2022; Maycotte *et al*., 2023a).

Los atributos intangibles del mercado de exportación

En un sistema agroalimentario, los consumidores se preocupan por adquirir productos que les den confianza, que la información en su etiqueta sea veraz, que no se ponga en riesgo su salud y que satisfaga sus requerimientos de calidad (Araya y Araya, 2020). El mercado de la uva de mesa no sólo demanda los atributos que son implícitos o que se encuentran visibles en el producto, sino que también exige aquellos que se encuentran directamente ligados a la organización y sus prácticas; es

decir, los consumidores piden que se dé cumplimiento a los *atributos intangibles de mercado* (Terán *et al*., 2023).

Los atributos intangibles de mercado son aquellos requerimientos que están relacionados con los tres ámbitos del desarrollo sustentable y que algunos actores imponen de forma directa o indirecta a las organizaciones, lo que las ha llevado a introducir cambios significativos en su configuración (Carrillo, 2017).

Es así que ahora los consumidores se encuentran preocupados no sólo por las cualidades tangibles de la uva de mesa, sino por cuestiones sociales que se encuentran relacionadas con el bienestar de los trabajadores; por ejemplo, no contratación de trabajo infantil (Santandreu y Pons, 2013), salud integral y nutricional, seguridad e higiene en el trabajo (Anaya, 2017), bienestar social de las familias (Rojas, 2012) y salarios justos (Mejía y Bom, 2019).

En lo que corresponde a la esfera ambiental, las características intangibles que demandan los consumidores giran en torno al uso eficiente de la energía y el uso de energías alternativas; reducción de emisiones al aire, el suelo y el agua; uso de agroquímicos tóxicos para el medio ambiente y la salud humana, entre otros (Castelo *et al*., 2018; Litskas *et al*., 2017; Wei *et al*., 2018).

En esta línea de atributos intangibles exigidos por el mercado, la calidad persiste como una demanda de los consumidores, cuya decisión de compra está fundamentada en la ética y en aspectos relacionados con su preocupación por el cuidado del medio ambiente y el bienestar de los trabajadores (Bañuelos *et al*., 2019).

En su trabajo de investigación, Hernández y Villaseñor (2014) señalan que, para dirigir a la organización hacia un equilibrio que contemple los tres ámbitos del desarrollo sustentable, es necesario recurrir a mecanismos especializados como las certificaciones de calidad y de responsabilidad social y ambiental. Este equilibrio permite a las organizaciones entrar en sintonía con las necesidades del consumidor, para así cumplir sus expectativas y mejorar su posición en el mercado. Estas certificaciones pueden abarcar características de productos y procesos, incluida la calidad, la seguridad, los impactos sobre el medioambiente, las condiciones laborales de los trabajadores y otras cuestiones sociales (Contreras, 2019).

Las certificaciones: un mecanismo para cumplir con los atributos intangibles de mercado

Hoy en día, las organizaciones como las del sistema de uva de mesa sonorense se ocupan del cumplimiento de las demandas del mercado sobre los atributos intangibles del producto. Ello permite la satisfacción plena de las necesidades y expectativas del cliente, las cuales se basan en los principios que propone el desarrollo sustentable (Papanicolau *et al*., 2022).

Por lo descrito, las compañías exportadoras de este producto cuentan con certificaciones, sellos, distintivos y auditorías que acreditan la atención de los parámetros

establecidos, para poder generar confianza en sus clientes, diferenciarse de sus competidores y obtener utilidades. Para el consumidor, estos estándares corroboran que la uva de mesa cumple con todos los atributos intangibles requeridos (Maycotte *et al*., 2023a; Mora *et al*., 2020).

Por ejemplo, GLOBALG.A.P. es una norma basada en la aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), así como en un conjunto de principios adaptables a las diferentes fases de la producción agrícola. Esta certificación cubre los siguientes aspectos: inocuidad alimentaria; cuidado del medio ambiente; atención a la salud, seguridad y bienestar del trabajador; manejo integral de cultivo y plagas; sistemas de gestión de calidad; análisis de peligros y puntos críticos de control, entre otros (Ganoza, 2014; Antequera, 2017).

Por otro lado, Fair Trade (Comercio Justo en español) es un movimiento global conformado por una diversa red de productores, compradores, distribuidores y organizaciones, cuyo propósito es crear un modelo comercial más justo y equitativo. La norma invita a hacer lo correcto a favor del bienestar de la familia, de los ciudadanos y del planeta en general. El organismo certificador apoya a las empresas responsables, empodera a los agricultores, protege a los trabajadores y cuida el medio ambiente (Fair Trade, 2020).

Otro estándar manejado por las organizaciones del sistema de uva de mesa es PrimusGFS. Su esquema ha sido diseñado con base en Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés). Se enfoca en una serie de requisitos para el manejo de la producción, manipulación, procesamiento y operaciones de almacenaje, situaciones que deben ser consideradas para garantizar la seguridad de los consumidores y la calidad en el producto (PrimusGFS, 2021).

También existe la certificación que promueve el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica), cuyas atribuciones son prevenir la introducción al país de plagas y enfermedades que afecten el sector agroalimentario. De esta manera, regula y fomenta la aplicación y la certificación de los sistemas de reducción de riesgos de contaminación de los alimentos y su calidad agroalimentaria (Senasica, 2021).

Asimismo, México Calidad Suprema (MCS) es un organismo de certificación que apoya el desarrollo y el fortalecimiento de los procesos que corresponden a los productos agroalimentarios. El sello de esta marca oficial garantiza la sanidad, la inocuidad, la sustentabilidad y la calidad de los alimentos mexicanos (Sader, 2016).

Se debe mencionar también al Distintivo Empresa Agrícola Libre de Trabajo Infantil (DEALTI). Este estándar incentiva a las empresas agrícolas a cumplir con las leyes y normas laborales vigentes, establecer una política de cuidado y protección a las infancias, incorporar medidas para la verificación y el aseguramiento respecto a la no contratación de mano de obra infantil, y evidenciar prácticas de responsabilidad social (Amexcid, 2021).

Otro estándar es el Distintivo Empresa Agrícola Responsable (DEAR). Es una herramienta para los trabajadores agrícolas que surge con el propósito de atender las necesidades del sector hortofrutícola en México. Este distintivo se basa en acuerdos y normas nacionales e internacionales que recopilan los requisitos genéricos de las Buenas Prácticas Agrícolas en rubros como bienestar laboral, social, medioambiental, así como calidad e inocuidad, infraestructura y servicios para los trabajadores, todo ello enfocado en el sector hortofrutícola (Conapesca, 2017).

Un modelo de revisión estricto es el que corresponde a SMETA, que es la Auditoría de Comercio Ético para Miembros de Sedex (ACEMSedex), una organización que proporciona un protocolo estándar de auditoría e informes. Pueden existir dos opciones de revisión: a) a partir de dos pilares principales, que incluyen normas laborales, salud y seguridad, por un lado, y factores adicionales por el otro (evaluación ambiental rudimentaria, sistemas de gestión, derecho al trabajo y subcontratación); y b) a partir de cuatro pilares, que cubren los puntos relacionados en el inciso anterior, pero con una evaluación ambiental detallada y ética de negocios (Sedex, 2021).

En cuanto a la norma FSSC 22000 (Food Safety System Certification), su objetivo es cumplir con las obligaciones de certificación de la iniciativa mundial en seguridad alimentaria. Entre los beneficios que ofrece a toda la cadena agroalimentaria destacan: cumplir con los requisitos legales dentro de la industria, mejorar la confianza en los clientes, acrecentar los márgenes de operación, facilitar el comercio internacional y el acceso a nuevos mercados, así como proteger la marca (Peñaloza, 2019).

El modelo CCOF (California Certified Organic Farmers; es decir, Agricultores Orgánicos Certificados o AOC, en español) se encarga de aumentar la cantidad de tierras agrícolas dedicadas a la producción orgánica; hacer crecer el mercado de alimentos y productos orgánicos; influir en políticas, estándares y regulaciones para garantizar que los productores puedan volverse orgánicos y permanecer así; además de procurar la protección de los ecosistemas, eliminar el uso del carbono, eliminar los organismos genéticamente modificados (OGM) y prevenir la contaminación de aire, agua y suelo (CCOF, 2020).

El estándar Orgánico Sagarpa México representa una oportunidad para los productores, ya que encuentran mejores condiciones de venta, se favorece la promoción de tianguis de productos orgánicos y genera confianza y credibilidad en el consumidor. Para su obtención, es necesario implementar las prácticas orgánicas en toda la unidad productiva y establecer un plan orgánico en donde se describan las actividades de cada unidad productora (Sader, 2016).

El estándar CTPAT, que es la Asociación Comercial de Aduanas contra el Terrorismo (ACAT, en español), representa el trabajo que se realiza con la comunidad comercial para fortalecer las cadenas de suministro internacionales y mejorar la seguridad fronteriza de Estados Unidos, a través de una estrecha cooperación con las principales partes interesadas (U.S. Customs and Border Protection, 2023).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, los estándares, las normas, las auditorías, los distintivos y las certificaciones buscan el certero cumplimiento de requisitos relacionados con la resolución de problemas ambientales, laborales y de calidad. Esto propicia que la agricultura, en el ámbito global, evolucione hacia estructuras más eficientes y sustentables que respondan a la creciente preocupación de los consumidores y sus exigencias (Mora *et al*., 2020). En este proceso, la incorporación del principio ético del desarrollo sustentable en sus tres componentes adquiere mayor importancia, así como la implementación del concepto de calidad como parte de sus elementos: ambiental, social y económico (Terán *et al*., 2022).

Metodología

El diseño de la investigación es cualitativo, no experimental y de alcance descriptivo. Asimismo, el tamaño de la muestra se obtuvo por muestreo aleatorio simple para poblaciones finitas (Hernández *et al*., 2014) a través de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{[E^2(N-1)]+[Z^2 \cdot p \cdot q]} \quad (1)$$

Donde:

- n= tamaño de la muestra
- N= tamaño de la población
- Z= parámetro estadístico que depende del nivel de confianza
- E= error de estimación
- p= probabilidad de ser elegido
- q= (1-p) = probabilidad de no ser elegido

Para calcular la muestra se establecieron los siguientes valores: el nivel de confianza es del 90%, el valor de *Z* es 1.645, la población *N* es de 33 organizaciones, el error estimado *E* se estableció en el 7%, la probabilidad de ser elegido *p* es del 97%, la probabilidad de no ser elegido *q* es del 3%. Por lo tanto, el tamaño de muestra *n* es:

$$n = \frac{(1.645)^2\left(33\right)\left(0.97\right)\left(0.03\right)}{\left[(0.07)^2\left(33-1\right)\right]+\left[(1.645)^2\left(0.97\right)\left(0.03\right)\right]} \quad (2)$$

$$n = 10.8090 \approx 11 \quad (3)$$

Se consideró una población de 33 organizaciones pertenecientes a la Asociación Agrícola Local de Productores de Uva de Mesa (AALPUM). La muestra resultante fue de once organizaciones y los sujetos de estudio fueron sus gerentes. La elaboración del

instrumento de recolección de datos consistió en una entrevista semiestructurada conformada por 64 preguntas.

La validez de su contenido se llevó a cabo por parte de un comité de expertos. Se realizó una prueba piloto mediante la aplicación del instrumento a cuatro gerentes de organizaciones exportadoras de productos agrícolas, distintos a la uva de mesa. La etapa de recolección de información se realizó de noviembre de 2021 a abril de 2022.

Las entrevistas fueron procesadas a través del *software* para análisis de datos cualitativos MAXQDA, con el que se realizó lo siguiente: a) codificación de las categorías y subcategorías más representativas encontradas en el texto y b) organización de la información y las matrices de datos con las percepciones de los informantes acerca de cada uno de los factores a evaluar.

El procedimiento general constó de cuatro etapas. La primera consistió en la identificación de las características del mercado de la uva de mesa sonorense a través de dos fuentes, la primera hace referencia a la revista *The Packer* y la segunda corresponde a las entrevistas con los gerentes de las organizaciones exportadoras de uva de mesa sonorense. La segunda etapa comprendió la caracterización de los atributos de mercado y de calidad intangibles del producto en cuestión. En la tercera, se obtuvo el nivel de sustentabilidad organizacional para cada una de las organizaciones exportadoras de dicho producto. Finalmente, la cuarta etapa incluyó la asociación de los atributos de mercado y de calidad intangibles con el nivel de sustentabilidad organizacional.

Para la tercera etapa se siguieron cinco pasos:

1. Se elaboró una tabla cruzada entre las organizaciones y las certificaciones con las que cada una cuenta, y se asignó valor de 1 a aquellas organizaciones que han incorporado alguna certificación, y valor de 0 si no lo han hecho.
2. Se relacionaron los indicadores de las tres dimensiones del índice de sustentabilidad corporativa propuesto por Baumgartner y Ebner (2010), y se asignó valor de 1 si dicho indicador está contenido en los indicadores de la certificación y valor de 0 si no lo está.
3. Se obtuvo el total de puntuaciones de cada certificación según el cumplimiento de los indicadores de sustentabilidad.
4. Las cifras que resultaron del paso anterior se acomodaron en las casillas respectivas a la certificación a la que representan. Se hizo una sumatoria de las proporciones de sustentabilidad y se obtuvo un valor de sustentabilidad organizacional.
5. Con esos datos —valor de sustentabilidad organizacional— se formaron intervalos para clasificar a las organizaciones según los niveles de sustentabilidad organizacional obtenidos.

Para la cuarta etapa (relación de los atributos de mercado y de calidad intangibles con el nivel de sustentabilidad organizacional), se realizó lo siguiente:

1. Las frecuencias de los atributos de mercado y de calidad intangibles, mencionados por los entrevistados en la segunda etapa del procedimiento general, se recodificaron en valores binarios. Se asignó valor de 1 (equivalente a "sí") en los casos en los que el código fue mencionado al menos una vez por el representante de la organización, y valor 0 (equivalente a "no") si el código no fue mencionado. Los datos no cumplen con la prueba de normalidad, por lo que se utilizaron métodos de estadística no paramétrica.
2. Se realizó una tabla cruzada entre los atributos de mercado y de calidad intangibles incorporadas por las organizaciones (según el discurso de los sujetos entrevistados) y el nivel de sustentabilidad organizacional. Para ello, se hizo la sumatoria de los *sí* y los *no* de cada organización según su nivel de sustentabilidad.
3. A través del *software* IBM SPSS Statistics v.29 se realizó la prueba chi-cuadrada. Esta prueba de estadística no paramétrica es de utilidad cuando se busca probar la independencia de dos variables categóricas (Levine *et al*.,2006).

Resultados

Descripción del mercado de la uva de mesa en Sonora

La ventana comercial de la uva de mesa que se produce en Sonora inicia en mayo y se extiende hasta julio, lo cual le permite competir con la uva de mesa californiana, cuya ventana comercial es de julio a diciembre. A la vez, la uva de mesa sonorenses compite con la chilena y la brasileña en mayo, último mes de sus respectivas ventanas comerciales, iniciadas en enero (*The Packer*, 2018).

La uva es la tercera fruta más demandada en el mercado estadounidense para consumirse, principalmente en forma de *snack*, de acuerdo con el estudio Fresh Trends, realizado por *The Packer* para conocer las preferencias de los consumidores. En dicho estudio destacan también las preferencias de compra por variedad, donde sobresalen las uvas verdes como las favoritas, seguidas por las rojas y posteriormente las negras (*The Packer*, 2022).

Las mujeres son las principales compradoras de uva. La población que más la consume es la que se encuentra en un rango de edad de 59 años o más, con un ingreso anual que oscila entre los 50 y 99.9 miles de dólares (*The Packer*, 2022).

Este estudio hace hincapié en la preocupación de los consumidores por el uso de pesticidas y, en general, por todos aquellos aspectos que están relacionados con la

calidad, la inocuidad, la responsabilidad ambiental y la responsabilidad social (*The Packer*, 2018, 2022).

La uva sonorense ha tenido que avanzar en el cumplimiento no sólo de los atributos intrínsecos al producto, sino en aquellos que no son visibles. La incorporación de certificaciones como un medio para que las organizaciones estén en posibilidad de cumplir con los atributos de calidad intangibles que demanda el mercado ha sido del 100%, ya que todas las organizaciones del sistema de uva de mesa cuentan con sellos, distintivos, auditorías o estándares que hacen referencia a las prácticas que las firmas implementan para obtener calidad, inocuidad y sustentabilidad en sus procesos y en el producto.

En el diagrama 1 se muestra cómo el consumidor utiliza los recursos que ofrecen estos estándares (certificaciones, sellos y auditorías) para influir en la organización y en sus colaboradores en niveles gerenciales, con el propósito de que cumplan con los atributos relacionados con las tres dimensiones del desarrollo sustentable y, de esta manera, alcanzar la sustentabilidad organizacional.

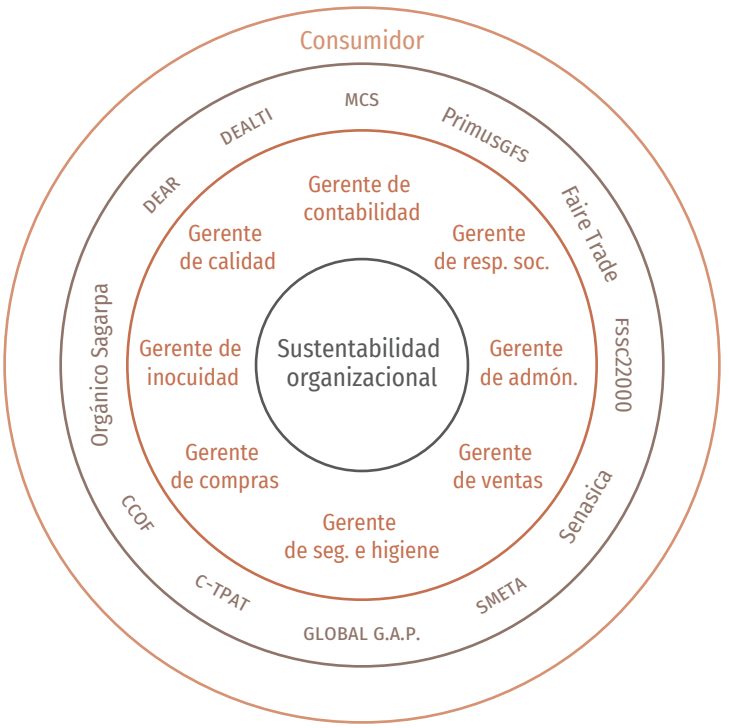


Diagrama 1. Influencia del consumidor a través de las certificaciones para el logro de la sustentabilidad organizacional

Fuente: elaboración propia.

Caracterización de los atributos de mercado y de calidad intangibles de la uva de mesa en Sonora

En este rubro, los entrevistados identificaron y explicaron todo lo relacionado con los aspectos de la sustentabilidad en los que se encontraban más interesados: social (48%), económico (42%) y ambiental (10%). En las tablas 1, 2 y 3 se muestra un resumen sobre los atributos de mercado y de calidad intangibles que están relacionados con los tres grandes pilares del desarrollo sustentable.

Tabla 1. Atributos de mercado y de calidad intangibles en relación con la dimensión social de la sustentabilidad

Atributos de mercado y de calidad intangibles	Indicador	Organizaciones										
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
Condiciones dignas de trabajo	Agua limpia	●	●				●	●				
	Baños	●	●			●	●					
	Regaderas		●									
	Dormitorios	●	●	●			●					●
	Comedor	●	●				●	●				●
	Guardería						●					
	Espacios recreativos/deportivos	●	●					●		●		
Relación con la comunidad	Convenios con universidades	●	●	●	●				●			●
	Becas otorgadas	●					●			●		
	Colaboración	●								●	●	
	Donaciones	●	●						●	●		●
	Apoyo a ONG	●	●							●	●	
Formación de empleados	Capacitaciones y entrenamientos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
No trabajo infantil	No contratación de menores	●	●				●					
Salud y seguridad	Atención médica	●	●	●				●		●		
	Pláticas de salud		●			●		●		●		
	Higiene y seguridad	●	●	●		●		●		●		●
Trato a los empelados	Respeto	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Derechos laborales	●	●	●		●	●	●	●	●		●
	Igualdad de oportunidades	●	●	●	●	●	●			●	●	
	Salario justo		●									

Fuente: elaboración propia con base en datos recopilados de la investigación.

Tabla 2. Atributos de mercado y de calidad intangibles en relación con la dimensión económica de la sustentabilidad

Atributos de mercado y de calidad intangibles	Indicador	Organizaciones										
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
Innovación y tecnología	Procesos innovadores	●	●		●	●	●	●	●	●	●	
	Nuevas tecnologías	●	●				●	●	●	●	●	
	Nuevas variedades de uva	●	●	●			●	●	●		●	
Generación de empleo	Empleados locales	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Empleados foráneos	●	●		●		●	●	●	●	●	
Certificaciones	Cantidad	●	●	●	●			●	●		●	
	Tipo	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●
Colaboración	Colaboración con clientes y proveedores	●	●	●			●	●		●	●	

Fuente: elaboración propia con base en datos recopilados de la investigación.

Tabla 3. Atributos de mercado y de calidad intangibles con relación a la dimensión ambiental de la sustentabilidad

Atributos de mercado y de calidad intangibles	Indicador	Organizaciones										
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
Plan de gestión del agua	Uso eficiente del agua	●									●	
	Sensores de humedad	●	●									
	Sistemas de riego	●	●						●		●	
	Análisis del agua		●									
Plan de gestión del suelo	Nutrientes	●	●		●	●				●	●	●
	Composta	●	●									
	Análisis de la tierra	●	●							●	●	
Manejo de residuos	Medidas de disposición y reciclaje	●	●									
Energías renovables	Tipo de energías alternativas	●	●									

Fuente: elaboración propia con base en datos recopilados de la investigación.

Nivel de sustentabilidad organizacional en el sistema de uva de mesa en Sonora

Se obtuvo el nivel de sustentabilidad organizacional a partir del contraste entre indicadores de las certificaciones que maneja cada organización (cuadro 3) y el índice de sustentabilidad corporativa que proponen Baumgartner y Ebner (2010). Lo anterior arrojó la proporción del cumplimiento de las firmas con los requerimientos de cada

certificación, con base en los atributos que contempla cada uno de los tres grandes componentes del desarrollo sustentable (cuadro 4).

Cuadro 3. Certificaciones de las organizaciones del sistema uva de mesa

Organización	Certificaciones											
	GL	*PR*	*FSSC*	*MCS*	*CCO*	*ORG*	*SM*	*FT*	*DEAL*	*DEAR*	*GRA*	*CT*
1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
6	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1
7	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
8	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Nota: GL= GLOBAL G.A.P. / PR= Primus GFS / FSSC= FSSC 22000 / MCS= México Calidad Suprema / CCO= California Certified Organic Farmers / ORG= Orgánico México / SM= SMETA / FT= Fairtrade / DEAL= Distintivo Empresa Libre de Trabajo Infantil / dear= Distintivo Empresa Agrícola Responsable / GRA= GRASP / CT= C-TPAT.

Nota: 0= No cuenta con la certificación; 1= Sí cuenta con la certificación.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4. Nivel de sustentabilidad organizacional por organización

Organización	Certificaciones												
	GL	*PR*	*FSSC*	*MCS*	*CCO*	*ORG*	*SM*	*FT*	*DEAL*	*DEAR*	*GRA*	*CT*	*V.S.*
1	0.00	0.21	0.23	0.23	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	1.43
2	0.30	0.21	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.09	1.20
3	0.30	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.37	0.00	0.00	1.12
4	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
5	0.00	0.21	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.53
6	0.30	0.21	0.00	0.23	0.24	0.00	0.00	0.44	0.22	0.37	0.00	0.09	2.10
7	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13
8	0.30	0.21	0.00	0.23	0.24	0.19	0.39	0.44	0.22	0.00	0.00	0.09	2.32
9	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.39
10	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69
11	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.09	0.00	0.76

Nota: GL= GLOBAL G.A.P. / PR= Primus GFS / FSSC= FSSC 22000 / MCS= México Calidad Suprema / CCO= California Certified Organic Farmers / ORG= Orgánico México / SM= SMETA / FT= Fairtrade / DEAL= Distintivo Empresa Libre de Trabajo Infantil / DEAR= Distintivo Empresa Agrícola Responsable GRA= GRA / CT= C-TPAT / V.S.= Valor de Sustentabilidad.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 5. Nivel de sustentabilidad organizacional en el sistema uva de mesa

Intervalos	Nivel	Organizaciones
0.2999 - 0.9718	Bajo	4, 5, 9, 10, 11
0.9719 - 1.6438	Medio	1, 2, 3, 7
1.6439 - 2.3158	Alto	6, 8

Fuente: elaboración propia.

Con los datos de la última columna del cuadro 4 —valor de sustentabilidad (v.s.)— se formaron intervalos para la clasificación por niveles de sustentabilidad organizacional (ver cuadro 5).

Se muestra avance en esta transición hacia la sustentabilidad, pues la mayoría de las organizaciones (54.54%) se encuentran en un nivel de sustentabilidad organizacional entre medio y alto. El 45.46% restante está comenzando a implementar prácticas compatibles con el desarrollo sustentable, es decir, atienden los atributos de mercado y de calidad intangibles.

Relación entre atributos y calidad intangibles con la sustentabilidad organizacional en el sistema de uva de mesa en Sonora

Se tomaron las frecuencias de los atributos de mercado y de calidad intangibles mostrados en las tablas 1, 2 y 3 y se recodificaron en valores binarios (cuadro 6). Se elaboró un cuadro cruzado entre dichos atributos con el nivel de sustentabilidad organizacional (cuadro 7). A través del *software* IBM SPSS Statistics v.29, se realizó la prueba chi-cuadrada para obtener los resultados del cuadro 8. Como el valor obtenido de p resultó ser mayor a 0.05, se rechaza la independencia que existe entre las variables "atributos de mercado y de calidad intangibles" y "sustentabilidad organizacional". Por lo tanto, se concluye que existe una dependencia entre dichas variables; es decir, mientras mayor sea la atención otorgada a los atributos de mercado y de calidad intangibles por la organización, mayor será su nivel de sustentabilidad organizacional.

Cuadro 6. Valores recodificados de atributos de mercado y de calidad intangibles

Organización	Dimensión social				Dimensión económica			Dimensión ambiental			
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
4	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
5	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
6	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
7	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
8	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0
9	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0
10	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0
11	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0

Dimensiones: 1, condiciones dignas; 2, relación comunidad; 3, trabajo infantil; 4, salud y seguridad; 5, innovación y tecnología; 6, certificaciones; 7, colaboración; 8, gestión del agua; 9, gestión suelo; 10, manejo de residuos; 11, energías renovables.

Nota: 0= No incorporó los atributos de demanda y calidad intangibles en el discurso; 1= Sí incorporó los atributos de demanda y calidad intangibles en el discurso.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 7. Cruce entre atributos de mercado y de calidad intangibles y nivel de sustentabilidad organizacional

Atributos de mercado y de calidad intangibles	Nivel de sustentabilidad			Total
	Bajo	*Medio*	*Alto*	
Si	26	33	10	69
No	29	11	12	52
Total	55	44	22	121

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 8. Resultados de la prueba de asociación

	Valor de p	Grados de libertad	Significación
Chi-cuadrado de Pearson	9.137	2	0.010

Fuente: elaboración propia.

Discusión

Los resultados de la presente investigación muestran que el cien por ciento de las empresas que participaron en el estudio implementan estrategias de gestión de calidad y de sustentabilidad. Entre éstas destaca la incorporación de certificaciones, lo que ha generado un cambio en la estructura dentro de las organizaciones productoras de uva de mesa. Esto coincide con otros estudios, como el de Maycotte *et al*. (2023b) y Terán *et al*. (2022), quienes muestran que la implementación de certificaciones coadyuva a la conformación de la sustentabilidad organizativa.

Los aspectos en los que los gerentes se encontraron mayormente interesados —social (48%), económico (42%) y ambiental (10%)— concuerdan con lo planteado por Hurtado *et al*. (2017), cuando señalan que en las organizaciones exportadoras de uva de mesa en el estado de Sonora prevalece el interés, primero, por los aspectos sociales de la sustentabilidad y, en menor medida, por los ambientales. Debido a ello, la presente investigación da soporte a dichos hallazgos.

El estudio realizado por Contreras *et al*. (2018) sobre el sistema vid de mesa del estado de Sonora revela que las empresas han buscado obtener una serie de certificaciones y reconocimientos como una forma de cumplir con los atributos de mercado y de calidad intangibles para adaptarse a los requerimientos futuros de sus consumidores. Para medir la sustentabilidad organizacional es crucial considerar los niveles de maduración, tal como lo hicieron Baumgartner y Ebner (2010). En el caso del sistema de uva de mesa en Sonora se muestra una transición considerable hacia la sustentabilidad organizacional, ya que el 54.54% se encuentran entre los niveles medio y alto, y el 45.46% están en proceso de implementación de las estrategias correspondientes.

Lo descrito se corresponde con lo manifestado por Terán *et al*. (2023), quienes estudian los cambios en las organizaciones de uva de mesa en Sonora orientados hacia la sustentabilidad, pero hacen hincapié en que una proporción de dicho sistema aún se encuentra en ciernes.

Según Figueroa y García (2018), la incorporación de la sustentabilidad en la organización se da cuando se integran las dimensiones social, económica y ambiental en los objetivos y en la toma de decisiones de la empresa. De acuerdo con Maycotte (2023), esto se debe a las presiones que ejerce el mercado, lo que hace que su estructura se reconfigure a partir de estos principios para que la empresa obtenga beneficios y logre tanto satisfacer las expectativas de los grupos de interés como cuidar el planeta.

Dicho enfoque se apoya en lo demostrado por Kis (2021) en su investigación, quien asegura que la transición hacia la sustentabilidad organizativa se basa en el cumplimiento de una de las responsabilidades más importantes de la empresa: la aceptación y la incorporación de los principios del desarrollo sustentable en sus procesos y operaciones, con el propósito de aumentar la satisfacción del consumidor y la competitividad organizacional, a través de la consideración de los atributos de mercado y de calidad intangibles.

Conclusiones

El objetivo de la investigación fue analizar los atributos de mercado y de calidad intangibles que son demandados por los consumidores a las productoras y exportadoras de uva de mesa del estado de Sonora, así como su relación con el nivel de sustentabilidad organizacional. Se logró determinar que las certificaciones son un medio para satisfacer dichas demandas intangibles y que esto propicia cambios en la estructura de las empresas de este sistema.

Las organizaciones conocen los temas de sustentabilidad ambiental y social, así como los relacionados con la gestión de calidad, ya que son indispensables para comercializar sus productos de exportación. De la misma manera, las firmas siempre están a la expectativa de los nuevos requerimientos que surgirán por parte del cliente, lo que las hace estar en un proceso de mejora continua para configurarse como organizaciones sustentables y fortalecer su posición en el mercado.

Para futuras investigaciones, se sugiere la preparación de un instrumento adicional que permita recabar información *in situ* en las organizaciones, en este caso del sistema de uva de mesa en Sonora, sobre las prácticas que se están implementando tanto en sus áreas administrativas como en las operativas, y luego compararlas con lo que marcan los estándares mencionados en esta investigación.

Además, es importante considerar un levantamiento de datos con los distribuidores de uva de mesa, pues son quienes mantienen contacto directo entre el cliente final y las exportadoras y, por lo tanto, están mejor informados sobre los requerimientos del mercado y su cumplimiento.

De la misma manera, se propone avanzar en la creación de un indicador de sustentabilidad organizacional que contemple las tres esferas del desarrollo sustentable en su totalidad, así como la gestión de la calidad y la inocuidad, y que logre representar, lo más cercanamente posible, la realidad y particularidad de la situación que mantiene cada una de las organizaciones del sistema mencionado.

Este es un trabajo de aproximación que representa la base para estudios que puedan realizarse a mayor profundidad y que permitan explicar detalladamente la conducta de las organizaciones que están interesadas en asegurar su evolución hacia la sustentabilidad organizativa.

Referencias

Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Amexcid) (2021). *Catálogo de capacidades. Distintivo Empresa Agrícola Libre de Trabajo Infantil. Secretaría del Trabajo y Previsión Social*. Disponible en <https://de.sre.gob.mx/capacidades/objetivos-de-desarrollo-sostenible/educaci%C3%B3n-de-calidad/secretaria-del-trabajo-y-prevision-social/distintivo-empresa-agricola-libre-de-trabajo-infantil-DEALTI> (consulta: 12 de mayo 2023).

Agronometrics (2022). *Agronometrics in Charts: Mexican Table Grape Production Estimate Projects 3% Lower Volume than Last Season, While Exports Remain Stable*. Disponible en <https://www.agronometrics.com/stories/agronometrics-in-charts-mexicos-grape-volumes-hitting-the-mark/?utm_source=User+List&utm_campaign=86c6ba2407-> (consulta: 22 de enero 2023).

Anaya, Ana (2017). "Modelo de salud y seguridad en el trabajo con gestión integral para la sustentabilidad de las organizaciones (SSETGIS)". *Ciencia y Trabajo* 19 (59): 95-104.

Antequera, I. (2017). *Implementation and Certification Process*. *GLOBALG.A.P*. Disponible en <https://www.globalgap.org/export/sites/default/.content/.galleries/Documents_for_Mailings/170704_GG_Implementation.pdf> (consulta: 22 de enero 2023).

Araya-Pizarro, Sebastián Cristóbal, y Camilo Romelio Araya Pizarro (2020). "Importancia de la certificación de calidad en la decisión de compra de productos agroalimentarios artesanales". *Innovar* 30 (77): 53-62.

Bañuelos, Noemí; Jesús Robles, y Angélica Aranda (2019). "Los zarcillos que sostienen la producción de uva de mesa en Sonora. Testimonios orales de los líderes". *Ra Ximhai* 15 (2): 29-48.

Baumgartner, Rupert J., y Daniela Ebner (2010). "Corporate Sustainability Strategies: Sustainability Profiles and Maturity Levels". *Sustainable development* 18 (2): 76-89.

Blanco, Ana B.; Ángel W. Vásquez; Rafael García, y Enrique Melamed (2020). "Estructura organizacional como determinante competitivo en pequeñas y medianas empresas del sector alimentos". *Revista de Ciencias Sociales* 26 (2): 133-145.

California Certified Organic Framers (CCOF) (2020). *Our Mission, Vision & Values*. Disponible en <https://www.ccof.org/page/our-mission-vision-values> (consulta: 23 de junio 2023).

Canossa, Héctor (2021). "Evolución del concepto calidad y aporte al desarrollo regenerativo desde la estrategia empresarial". *Revista Perspectiva Empresarial* 8 (2): 48-64.

Carrillo, Álvaro (2017). "Factores que impulsan y limitan el consumo responsable". *ECA Sinergia* 8 (2): 99-112.

Castelo, Natalia; Bruna de Mendonça; Katharina Marques; Camila Ferreira; Darllety Canto; Miguel Flores; Henrique da Costa; André Galembeck; Tania Montenegro; Thatiana Montenegro; Thayza Montenegro (2018). "Effects of fungal chitosan nanoparticles as eco-friendly edible coatings on the quality of postharvest table grapes". *Postharvest Biology and Technology* 139: 56-66.

Cervantes, Viviana; Raquel Salgado; Pabla Peralta, y Cecilia García (2020). "Formas organizativas modernas en empresas grandes del sector cooperativo colombiano". *Revista de Ciencias Sociales* 26 (4): 145-161.

Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (Conapesca) (2017). "Lanza Sagarpa certificado de responsabilidad social en beneficio de jornaleros agrícolas del país". Disponible en <https://www.gob.mx/conapesca/prensa/lanza-sagarpa-certificado-de-responsabilidad-social-en-beneficio-de-jornaleros-agricolas-del-pais-122524> (consulta: 22 de abril 2023).

Contreras, Ana C.; J. Martín Preciado; Reginaldo Báez; Jesús Robles; Cristina Taddei, y Ricardo Valderrain (2018). "Certificaciones agrícolas como conducta estratégica del sistema vid de mesa sonorense". *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 19 (1): 4-20.

Cuatrecasas, Lluís, y Jesús González (2017). *Gestión integral de la calidad* (5 ed.). Barcelona: Profit Editorial.

Díaz, Alejandro, y Diego Salazar (2021). "La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial. *Podium* (39): 19-36.

Díaz, Angela; Aracely Tamayo; y Carmen Armijos (2018). "Los modelos de gestión en el cumplimiento de los objetivos empresariales. Caso de Estudio: Cia. de Transportes 27 de Mayo S. A.". *Journal of Science and Research* 3 (9): 32-40.

Estrada, Jesús E.; José Luis Cantú; Fernando Torres, y Estefani Barajas (2020). "Factores que influyen en el consumidor para la adquisición de producto sustentables". *Interciencia* 45 (1): 36-41.
Fair Trade (2020). *Fair Trade Standards*. Disponible en <https://www.fairtradecertified.org/business/standards> (consulta: 23 enero 2023).
Figueroa, Aideé, y Consuelo García (2018). "Un modelo para la toma de decisiones sustentables en las organizaciones". *Investigación Administrativa* 48 (122): 0-0.
Ganoza, Melissa (2014). *Buenas Prácticas Agrícolas-GLOBALGAP*. Disponible en <https://datospdf.com/download/buenas-practicas-agricolas-globalgap-objetivos-de-la-sesion-_5ae63323b7d7bcf338f3a111_pdf> (consulta: 21 de febrero 2023).
Guevara, Hilda E.; Luis A. Huarachi, y Glenn A. Lozano (2021). "Gestión del cambio en organizaciones educativas pospandemia". *Revista Venezolana de Gerencia* 26 (93): 178-188.
Hernández, Roberto; Carlos Fernández, y Pilar Baptista (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill.
Hernández, María del Carmen, y Angélica Villaseñor (2014). "La calidad en el sistema agroalimentario globalizado". *Revista Mexicana de Sociología* 76 (4): 557-582.
Hernández, Hugo G.; Ignacio Barrios, y David Martínez (2018). "Gestión de la calidad: elemento clave para el desarrollo de las organizaciones". *Criterio Libre* 16 (28): 179-195.
Herrera, Jesús M.; Juan M. Preciado, y Jesús M. Robles (2022). "Impacto económico de las pérdidas postcosecha en los sistemas agrícolas: el sistema de uva de mesa". *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 23 (1): 2-17.
Hurtado Bringas, Beatriz Alejandra; Jesús Martín Robles Parra; Juan Martín Preciado Rodríguez, y Noemí Bañuelos Flores (2018). "Logística de transporte y desarrollo local en organizaciones exportadoras de uva de mesa sonorense". *Estudios sociales* 28 (51): 1-25.
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2018). *Manual 5. El mercado y la comercialización*. Disponible en <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7088/BVE18040224e.pdf?sequence=1> (consulta: 24 de febrero 2023).
Izquierdo, Aída M.; Danilo Viteri; Lisenia Baque, y Sheylla Zambrano (2020). "Estrategias de *marketing* para la comercialización de productos biodegradables de aseo y limpieza de la empresa Quibisa". *Revista Universidad y Sociedad* 12 (4): 399-406.
Joseph, John (2020). "Organizational Structure, Information, Processing, and Decision-Making: A Retrospective and Road Map for Research". *Academy of Management Annals* 14 (1): 267-302.
Julio Quintana, Patricia del Carmen (2020). "Importancia del modelo de gestión empresarial para las organizaciones modernas". *Revista Enfoques* 4 (16): 272-283.
Kent, Patricia (2020). "Gestión y evaluación de la sustentabilidad organizacional". *Ciencias Administrativas* (15): 87-96.
Kis, Krisztián (2021). "Social Responsibility and Quality: Issues of Competitiveness and Sustainable Development". En *Sustainability and sustainable development*, editado por M. Stefanska, 135-150. Poznan: Pueb Press / Poznan University of Economics and Business.
Levine, David; Timothy Krehbiel, y Mark Berenso (2006). *Estadística para Administración* (4 ed.). Ciudad de México: Pearson Education.
Litskas, Vassilis; Theodoros Irakleous; Nikolaos Tzortzakis, y Menelaos Stavrinides (2017). "Determining the Carbon Footprint of Indigenous and Introduced Grape Varieties Through Life Cycle Assessment Using the Island of Cyprus as a Case Study". *Journal of Cleaner Production* 156: 418-425.
Magallanes, Mayte (2020). "Impacto de la gestión de sustentabilidad empresarial en la cultura organizacional". *NovaRua* 12 (20): 45-56.
Marteau, Silvia. A., y Luis H. Perego (2018). "La organización desde el paradigma holístico". *Ciencias Administrativas* 11: 55-63.
Maycotte, Mayra L. (2023). *Calidad como demanda intangible de mercado para la sustentabilidad de las organizaciones agrícolas en el sistema uva de mesa*. Tesis de Doctorado en Desarrollo Regional. Hermosillo: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C.

Maycotte, Mayra. L.; Jesús Robles; Martín Tiznado; Juan M. Preciado; Julio C. Tafolla, y Karen Montaño (2022). "Calidad como demanda intangible de mercado y organizaciones sustentables". *Revista Academia & Negocios* 8 (1): 111-124.

Maycotte Mayra. L.; Karen Montaño; Jesús Robles, y Lauro Paz (2023a). "Quality and Organizational Innovation: Competitiveness Tools in the Table Grape System". *Mercados y Negocios* 24 (50): 21-50.

Maycotte, Mayra L.; Jesús Robles, y Lauro Paz (2023b). "Sustentabilidad corporativa en las organizaciones productoras de uva de mesa sonorense". *Revista Epistemus* 18 (35).

Mejía, Adriana, y Yomeida Bom (2019). "Responsabilidad Social Empresarial para la apertura de mercados internacionales". *Revista Venezolana de Gerencia* 2: 251-264.

Moncayo, Yolanda P.; Marco V. Salazar, y Víctor G. Avalos (2021). "El estudio de mercado como estrategia para el desarrollo de productos en el sector rural. Caso de estudio Parroquia Bayushig". *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional* 6 (3): 2205-2220.

Mora, Darianny; Arleth Lituma, y Lisbeth González (2020). "Las certificaciones como estrategia para la competitividad de las empresas exportadoras". *INNOVA Research Journal* 5 (2): 113-132.

Paolini, Norma, y Julieta Odriozola (2019). *Diferentes tipos de organizaciones ¿Por qué no todas son iguales? Primera parte*. Buenos Aires: Editorial de la Universidad de La Plata.

Papanicolau, Jorge N.; Sergio A. Jordan; Alfredo A. Ross, y Carlos R. la Torre (2022). "Las preferencias del consumidor y su importancia en la adquisición de productos en el periodo de pandemia en Lima Metropolitana 2021". *Industrial Data* 25 (2): 187-202.

Peñaloza Grecia (2019). *SGS. ¿Qué es la norma FSSC22000?* Disponible en <https://www.sgs.com/es-mx/noticias/2019/11/que-es-la-norma-fssc-22000> (consulta: 11 de mayo 2023).

Perilla, Ricardo, y Mónica González (2021). "La innovación organizacional examinada desde las teorías del diseño, el cambio, la cognición y aprendizaje organizacionales". *Revista Espacios* 42 (2): 84-100.

PrimusGFS (2021). *PrimusGFS v3. Sistema de módulo flexible*. Disponible en <http://primusgfs.com/introduction/> (consulta: 11 de mayo 2023).

Puche, Nercy; Malbelys Velásquez; Yarelm Núñez, y Hellen Rangel (2021). "Sistemas de Gestión de la Calidad: una visión general desde sus inicios hasta la actualidad". *Revista TEKHNÉ* 24 (1): 12-23.

Rojas, Teresa (2012). "Bienestar social de las familias agrícolas migrantes: acciones gubernamentales y de las empresas agroexportadoras". *Iberofórum. Revista de Ciencias Sociales* 7 (14): 35-71.

Salazar, Sofía (2023). *Uva de mesa: Sonora lidera producción en México*. Disponible en <https://noro.mx/agricultura/uva-de-mesa-sonora-se-consolida-como-lider-en-produccion/#:~:text=En%202022%2C%20la%20Oficina%20de,9.7%20mil%20millones%20de%20pesos> (consulta: 6 de mayo 2023).

Santandreu, Cristina, y Carlos Pons (2013). "Propuesta de modelo de gestión de responsabilidad social: Trabajo infantil". *Revista sobre la infancia y la adolescencia* 4: 91-112.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader) (2016). México Calidad Suprema, el sello de los mexicanos. Disponible en <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/mexico-calidad-suprema-el-sello-de-los-mexicanos?idiom=es/> (consulta: 23 abril 2023).

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader) (2016). *Qué es el sello Orgánico Sagarpa México y cómo obtenerlo*. Disponible en <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/certificacion-de-productos-organicos> (consulta: 19 de mayo 2023).

Sedex (2021). *SMETA. Auditoría de Comercio Ético para Miembros de Sedex*. Disponible en <https://www.sedex.com/wp-content/uploads/2021/02/smeta-flyer-SP.pdf> (consulta: 17 de mayo 2023).

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), y Sader (2019). Panorama Agroalimentario 2019. Un campo productivo, inclusivo y sustentable para alimentar a México. Disponible en <https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2019/Atlas-Agroalimentario-2019>.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), y Sader (2021). Panorama Agroalimentario, 2021. Disponible en <https://nube.agricultura.gob.mx/panorama_siap/2021.pdf> (consulta: 24 de mayo 2023).

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica) (2021). *¿Qué hay detrás de una agricultura sana?* Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=YTc2ytPPPLI&list=PL0JEOQ_tCUJhMB0-EQV2ZdJWyNBuVw2lf&index=3&ab_channel=Senasica> (consulta: 18 de mayo 2023).

Shepherd, William G., y Joanna M. Shepherd (2004). *The economics of industrial organization*. Long Grove, Illinois: Waveland Press.

Solís, Dante; Jesús Robles; Martín Preciado, y Beatriz Hurtado (2017). "El papel del mercado en la construcción de organizaciones sustentables". *Estudios sociales* 27 (49): 273-294.

Terán, Karla (2022). *La equidad gerencial, como una demanda intangible de mercado: hacia organizaciones sustentables. El caso de uva de mesa*. Tesis de Doctorado en Desarrollo Regional. Hermosillo: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C.

Terán, Karla; Jesús Robles, y Lauro Paz (2022). "Sustentabilidad en organizaciones agrícolas: el caso del sistema vid de mesa en zonas áridas del Noroeste de México". En *Innovación y Suelos Sanos para el Desarrollo Sustentable*, editado por Fernando Ayala-Niño, Fernando López-Valdez, Gabriela Medina-Pérez, Nayelli Azucena Sigala-Aguilar y Fabián Fernández-Luqueño, 616-621. Saltillo: Cinvestav.

Terán, Karla; Jesús Robles, y Martín Preciado (2023). "Equidad gerencial como una demanda intangible de mercado: hacia organizaciones sustentables. El caso de uva de mesa en Sonora, México". *Revista Mexicana de Agronegocios* 52: 435-447.

The Packer (2018). *Fresh Trends*. Disponible en <https://www.thepacker.com/magazines/fresh-trends-2018> (consulta: 17 de mayo 2023).

The Packer (2022). *Fresh Trends*. Disponible en <http://digitaledition.qwinc.com/publication/?i=74135> (consulta: 17 de mayo 2023).

U.S. Customs and Border Protection (2023). *CTPAT: Customs Trade Partnership Against Terrorism*. Disponible en <https://www.cbp.gov/border-security/ports-entry/cargo-security/CTPAT> (consulta: 17 de mayo 2023).

Wei, Jia; Yan Chen; Atawula Tiemur; Jide Wang, y Bin Wu (2018). "Degradation of Pesticide Residues by Gaseous Chlorine Dioxide on Table Grapes". *Postharvest Biology and Technology* 137: 142-148.

Prácticas de negocio como fundamentos innovadores en el sistema vid de mesa en Sonora

Aarón Lozano-Magdaleno
Juan Martín Preciado Rodríguez
Jesús Lauro Paz Luna

Introducción

En la era de la globalización y de la economía del conocimiento, las organizaciones se encuentran expuestas a altas demandas globales. La innovación se ha vuelto esencial para la competitividad y el éxito comercial, por lo que se ha consolidado como clave para todas las industrias. Al adaptar las exigencias de mercado a nuevas prácticas de negocio y relaciones comerciales externas, la innovación potencia el valor y la productividad. De acuerdo con Tohidi y Jabbari (2012), la innovación se caracteriza por responder eficazmente a los cambios y las demandas de mercado, traduciéndolas en mayor rendimiento y efectividad organizativa. De este modo, las organizaciones deben reconfigurarse de manera adecuada en sus procesos internos para mantenerse vigentes en el mercado. A este proceso se le conoce como innovación organizacional (Xie, Liu y Chen, 2007).

El sistema agrícola de uva de mesa en el estado de Sonora se encuentra en proceso de transformación debido, principalmente, a las nuevas exigencias impuestas por el mercado. Este estado ocupa el primer lugar, a nivel nacional, en la producción de uvas, con el 92.4% del total cosechado en el país (SIAP, 2021). A su vez, el sistema de uva de mesa contribuye al desarrollo regional: su producción, de alrededor de veinte millones de cajas anuales (Solís *et al*., 2017), se traduce en una derrama económica mayor a los 485 millones de dólares (SIAP, 2021). Respecto al comercio exterior, la cosecha se exporta a más de treinta países, de los cuales Estados Unidos es el principal mercado comprador debido a su ventana comercial y proximidad geográfica (Torres, 2013). Este contexto refleja el papel de las cadenas globales de valor agroalimentarias,

en las que determinados actores, como supermercados transnacionales y compradores especializados, imponen criterios de calidad e inocuidad, además de estándares sociales y ambientales, lo que transforma la dinámica productiva y organizacional de los sistemas agrícolas (Ponte, 2009).

En este marco, las organizaciones del sistema vid en Sonora se encuentran inmersas en una estrategia que les permita consolidar su presencia en el mercado de Estados Unidos, por medio del ofrecimiento de un producto de alta calidad, diferenciado y con una propuesta de valor que les permita acceder a consumidores de mayor poder adquisitivo (Sagarpa, 2018). En este sentido, las organizaciones sonorenses de este sistema se exponen a condiciones de demanda altamente cambiantes, las cuales provienen de consumidores especializados y de alto poder adquisitivo, quienes, además de exigir un producto de alta calidad, muestran preocupación por aspectos que van más allá de los atributos intrínsecos, como el sabor, el tamaño de la baya, la textura o el color. De esta manera, las demandas intangibles de mercado, como evidencia Terán *et al*. (2019), tienen que ver con aspectos que no son visibles en el producto final, sino que están relacionadas con la sustentabilidad social, ambiental y económica; es decir, ámbitos del desarrollo sustentable.

En este sentido, las organizaciones productoras de uva de mesa en Sonora atraviesan procesos de transformación para responder a dichas demandas intangibles, como la introducción de nuevos métodos en las prácticas de negocios, de nuevos puestos de trabajo y de relaciones externas, así como la operativización de la innovación organizacional (OECD, 2005). De acuerdo con Alharbi, Jamil, Mahmood y Sharoun (2019), la innovación organizacional contribuye a mejoras tanto en el mercado como en los procesos, así como en otros aspectos que pueden beneficiar a la organización. De este modo, entienden por innovación organizacional la obtención de valor a través de un enfoque centralizado en las demandas de mercado.

La incorporación de nuevos métodos en las prácticas de negocio como un fundamento de innovación organizacional se desarrolla como respuesta a las constantes y vertiginosas demandas intangibles de mercado (Lozano y Robles, 2021), a través de un mercado especializado y de alto poder adquisitivo sensible a los procesos de globalización. Por lo tanto, esta investigación se planteó responder ¿en qué medida las condiciones de demanda intangible de mercado coadyuvan a las organizaciones del sistema vid de mesa en Sonora a crear nuevas prácticas de negocio como fundamento de innovación organizacional orientada hacia la competitividad? El objetivo general, en ese sentido, consiste en identificar los nuevos métodos en las prácticas de negocio que llevan a cabo estas organizaciones productoras en el contexto de innovación organizacional y como respuesta a las demandas intangibles de mercado a las que están expuestas.

Demandas intangibles de mercado

Para establecer la operacionalización y los fundamentos teóricos del concepto de demanda intangible de mercado, es importante, primero, fijar una posición conceptual respecto al mercado. Para Kotler y Amstrong (2003), el mercado es un espectro de compradores con necesidades que buscan ser satisfechas por los vendedores, a través de un intercambio de bienes y servicios. En esta línea, la literatura describe dos componentes clave en la concepción de mercado: la oferta y la demanda (Thompson, 2005). En primera instancia, la demanda la constituyen los consumidores que han transformado una carencia en un deseo, cuentan con recursos económicos para satisfacerlo y voluntad para adquirirlo; de esta forma transforman su deseo en demanda. Por su parte, la oferta la establece el conjunto de vendedores que ponen a disposición un bien, sea un producto o servicio, con la finalidad de satisfacer las exigencias de los compradores a través de un intercambio. La oferta como propuesta de valor es transformada en bienes o servicios, y la demanda se convierte en el conjunto de consumidores que configuran las fuerzas impulsoras del mercado.

Hay que destacar que el concepto de mercado surge a partir del intercambio de bienes y servicios entre compradores y vendedores, con la finalidad de subsanar carencias no atendidas. Estas concepciones no enfatizan en la relevancia y la capacidad de los consumidores para propiciar cambios estructurales en los procesos internos de una organización. Day (2006) señala que las organizaciones se adaptan constantemente en función de las demandas de un grupo al que llama "mercado". Esta perspectiva subraya la importancia de que las organizaciones orienten sus procesos en función de la demanda de estos segmentos especializados de consumo. Por su parte, Lozano y Robles (2021) profundizan en esta idea y destacan que estos grupos de consumidores tienen la capacidad de impulsar modificaciones internas en las organizaciones, condicionar sus procesos y reconfigurar sus estrategias y estructuras para responder de manera competente a las exigencias del mercado.

La literatura muestra que el mercado tiene como objetivo satisfacer las demandas de un grupo de consumidores mediante el intercambio de bienes y servicios, ofrecidos a través de los vendedores. Asimismo, las demandas intangibles de mercado generan cambios dentro de las organizaciones interesadas en fortalecer su posicionamiento competitivo. Por ello, la presente investigación retoma las afirmaciones establecidas por Shepherd y Shepherd (2004), las cuales describen al mercado como un conjunto de compradores y vendedores que intercambian bienes altamente sustituibles entre sí. Dentro de la operacionalización de mercado, dichos autores establecen dos dimensiones: el tipo de producto y la zona geográfica. La primera dimensión hace hincapié en las demandas de mercado que van más allá de las necesidades básicas tradicionales, como garantizar la satisfacción de elementos intangibles no visibles en el producto final. Se destaca el perfil de consumidores especializados y, por lo tanto, una demanda de mercado de naturaleza intangible. La ubicación geográfica

de estos consumidores define al espectro de consumidores en una ubicación física o área donde se encuentran, lo cual permite identificar patrones de comportamiento, preferencias y necesidades. Esta concepción de mercado aporta una base analítica para comprender cómo las demandas de ciertos grupos de consumidores generan cambios estructurales dentro de las organizaciones.

De acuerdo con estos fundamentos, se puede entender que la demanda de mercado se relaciona con los aspectos tangibles del producto final, mientras que la demanda de mercado intangible se relaciona con otros aspectos derivados de los mismos procesos internos de la organización. En sintonía con este enfoque, Terán *et al*. (2019) subrayan cómo la demanda del consumidor va más allá de los atributos implícitos en el producto final; es decir, aunado a ello, exige características intangibles vinculadas con métodos y prácticas organizativas en los ámbitos económico, social y ambiental.

Innovación en las organizaciones

La innovación dentro de una organización se ha convertido en un mecanismo clave del éxito empresarial; ayuda a las organizaciones a adaptarse en tiempos dinámicos, además, genera nuevos procesos y mecanismos que las mantienen rentables. La innovación genera crecimiento organizacional y económico que, a su vez, permite alejarse de la competencia y diferenciarse con cierta ventaja competitiva (Boyles, 2022). De esta manera, se expresa la importancia de la innovación dentro de una organización y, según Tohidi y Jabbari (2012), también responde a las demandas de mercado.

La innovación dentro de las organizaciones fue establecida originalmente por Daft (1978), quien la describió como una actividad relacionada con la estructura organizacional y los procesos administrativos. Más tarde, Damanpour (1996) enfatizó la importancia de la innovación organizacional para introducir nuevas ideas dentro de una organización. En este sentido, la literatura examina primero la innovación organizacional y su distinción de otros tipos de innovación (como la tecnología o el *marketing*) que, si bien es una innovación no técnica, implica un nuevo orden de procesos, estructuras y caracteres.

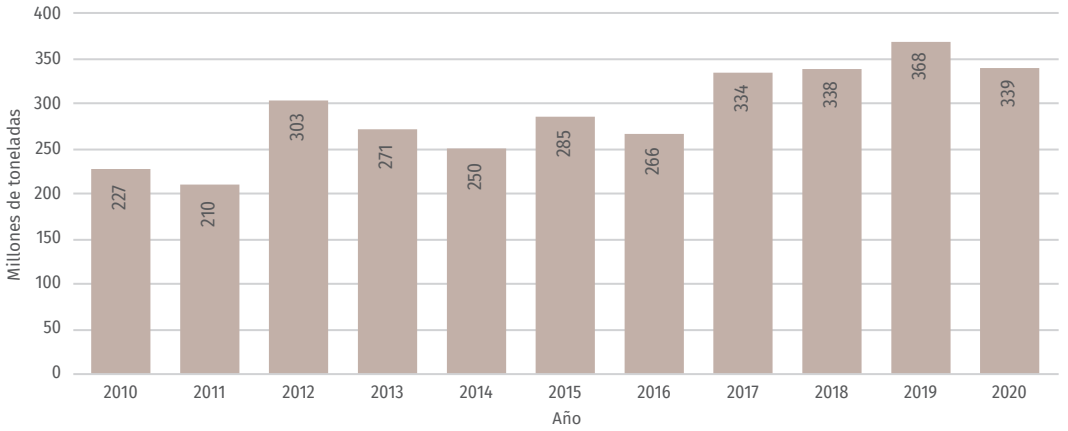
Drucker (2002) propuso una definición más clara de innovación organizacional. La explicó como los cambios en los métodos y las prácticas que conducen al desarrollo de nuevos bienes y servicios que repercuten en el desempeño de la organización. Alharbi *et al*. (2019) han enfatizado, a través de una revisión exhaustiva de la literatura, que la innovación organizacional consiste en la obtención de un nuevo proceso organizativo derivado de la mejora de los mercados, las ideas, los comportamientos y otros aspectos que pueden transformarse en ventajas organizacionales. Remarcan que el objetivo de la innovación organizacional es generar valor comercial mediante el desarrollo de ideas en un mercado centrado en las necesidades del cliente (Drucker, 2002; Alharbi *et al*., 2019).

Esta investigación incorpora los fundamentos de la OECD (2005) sobre innovación organizacional, tanto en la definición conceptual como en la operacionalización, la cual se define a partir de tres amplias dimensiones. En primer lugar, contempla la implementación de nuevos métodos y procesos, tanto en las prácticas de negocio como en los puestos de trabajo y en las relaciones externas (OECD, 2005). De acuerdo con el proceso actual del concepto de innovación organizacional, es necesario distinguir el primer método como una "práctica empresarial" dirigida a mejorar la gestión del conocimiento en la organización, así como los procesos de comunicación y las condiciones para diseñar o rediseñar procesos y estructuras internas de la organización. En segundo lugar, respecto a la dimensión de puestos de trabajo, ésta se centra en las nuevas estructuras organizativas, la necesidad de nuevas habilidades y conocimientos entre los empleados, la creación de nuevos puestos y departamentos, además de una mejor asignación en el proceso de toma de decisiones. La tercera y última dimensión, es decir, las "relaciones externas", se refiere a la combinación de nuevas alianzas estratégicas con iniciativas privadas o públicas para ayudar a mejorar los procesos organizacionales, las relaciones externas con los centros universitarios y los procesos de subcontratación para hacer más eficiente la operación de la organización (OECD, 2005). Es por ello que la operacionalización del concepto de innovación organizacional (OECD, 2005) tiene como objetivo generar cambios en las organizaciones que contribuyan a mejorar la eficiencia y competitividad, con fundamento en las estructuras de demanda establecidas por los consumidores.

A partir de la conceptualización propuesta por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 2005), lo que distingue a la innovación organizacional del resto es la implementación de un nuevo proceso en el entorno organizativo, para así incidir en el cambio organizacional a través de decisiones estratégicas de gestión (OECD, 2005). Cabe señalar que la innovación organizacional impulsa la mejora de los procesos internos para potenciar la propuesta de valor y contribuir a la competitividad de quienes los implementan. De acuerdo con la literatura, la creación de un proceso de innovación organizacional coadyuva a la capacidad de una organización para reaccionar rápidamente como una ventaja competitiva (Alharbi *et al*., 2009), mejorando de esta manera la adaptabilidad organizacional en relación con los cambios del mercado y del entorno.

Pertinencia regional del sistema vid de mesa de Sonora

Sonora cuenta con una amplia trayectoria en la producción de uva. Esta actividad inició en la década de 1960 y tuvo un crecimiento acelerado en los años 1980 debido a una serie de cambios en la producción y la comercialización, derivados de una demanda creciente en el mercado de Estados Unidos (Aranda, 2016). El estado de Sonora representa el 9.2% (180,841 km^2) del territorio del país, cuenta con una diversidad



Gráfica 1. Producción de uva de mesa en Sonora entre 2010 y 2020 (miles de toneladas)

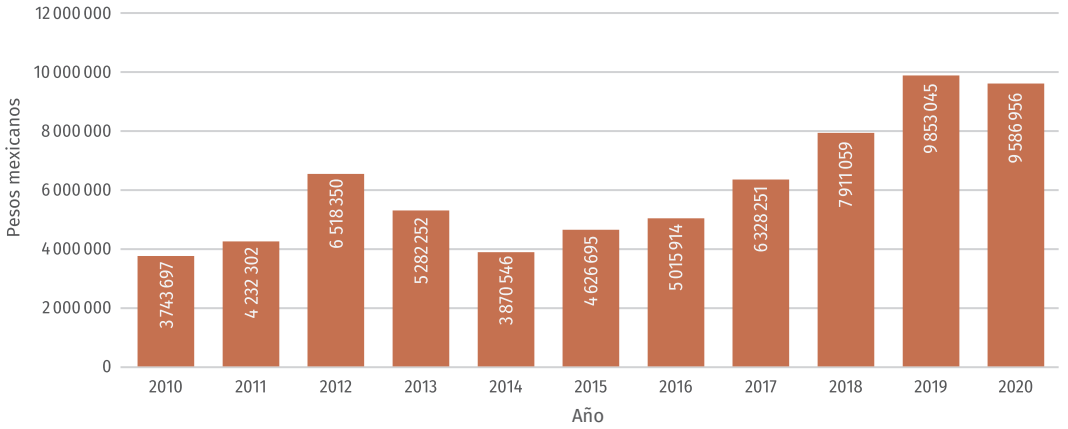
Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2021).

climática que oscila entre el templado y el semiárido, así como una media de temperatura anual de 22.9 grados centígrados, lo que hace idóneo a este territorio para la producción de uva de mesa (SIAP, 2021). La producción agrícola es diversa, si bien se cultiva sandía, papa, trigo en grano, espárragos y uvas, es esta última la de mayor relevancia.

Respecto a la producción de uva de mesa en México, nueve de cada diez toneladas se producen en Sonora, en una superficie sembrada que alcanza las 19,548 hectáreas (Sagarpa, 2018). Le siguen los estados de Zacatecas y Aguascalientes, los cuales cuentan con un valor de producción de 4.9 y 1.0%, respectivamente (SIAP, 2021). De las 380 mil toneladas de uva de mesa que se producen en el país, 350 mil provienen de Sonora, es decir, el 92.2% de la producción nacional, el cual representa un valor económico de 8,550 millones de pesos. Hermosillo, la capital de este estado, genera la mitad de dicho valor (SIAP, 2021). En relación con la producción de este cultivo en Sonora, se han presentado variaciones en los últimos años, con una notoria tendencia de crecimiento. En 2011 se registró un volumen de producción de 210 mil toneladas, mientras que en 2019 la producción aumentó a 368 mil. Este fue el año de mayor producción, como se puede ver en la gráfica 1.

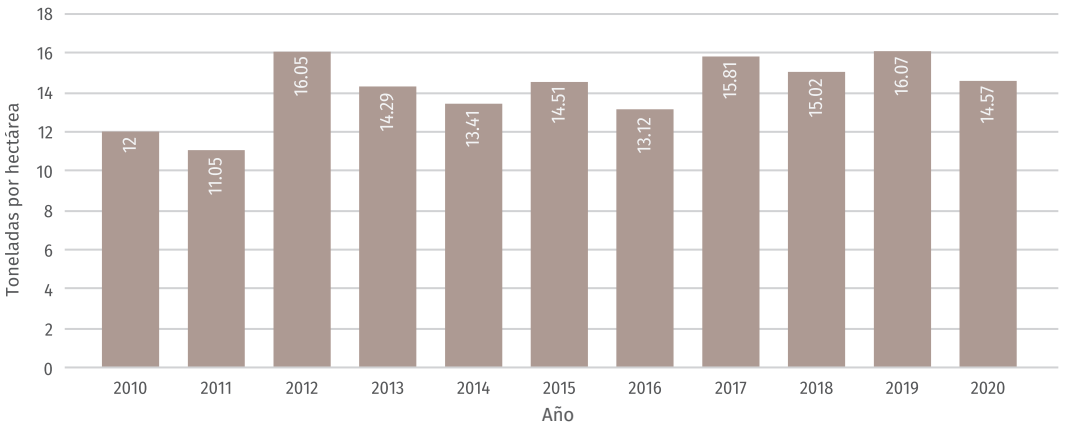
De la misma forma, el valor de la producción se ha incrementado notablemente en los últimos diez años. Este aumento hace que dicho sistema agrícola sea altamente valioso y competitivo para el mercado nacional e internacional. En la gráfica 2 se muestra el historial del valor de producción del sistema vid de mesa en el periodo 2010-2020, donde se aprecia cómo el valor de producción generado en 2010 pasa de 3,743,697 a 9,568,956 pesos en 2020, esto significa el 155.6% (SIAP, 2021).

Este sistema agrícola ha sido ejemplo nacional de productividad, pues ha demostrado una alta competitividad para la producción y una alta calidad en la exportación del fruto, el cual ha penetrado en los mercados más competitivos.



Gráfica 2. Valor de producción del sistema vid de mesa en Sonora 2010-2020 (pesos mexicanos)

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2021).



Gráfica 3. Rendimiento por hectárea del sistema vid en Sonora 2010-2020

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2021).

De esta manera, el sistema vid de mesa en Sonora se ha consolidado como un producto de calidad excepcional. En este contexto, el rendimiento de la producción obtenido en el periodo 2010-2020 se muestra estable en la línea de tiempo, pasando de un rendimiento de 12 toneladas por hectárea en 2010 a 14.57 en 2020. Como se muestra en la gráfica 3, 2019 fue el año más representativo en términos de productividad.

En este sentido, Sonora produce más de 20 millones de cajas de 8.2 kilogramos de uva de mesa cada año (AALPUM, 2022), mismas que se venden a países como Estados Unidos, Canadá, Japón, Singapur, Filipinas, El Salvador, Australia, Corea del Sur, entre otros. Esto significa un ingreso aproximado de 485.5 millones de dólares en divisas (Sagarpa, 2018). Estados Unidos representa al cliente comercial más importante para

dicho sistema, pues el 82% de las exportaciones se destinan a ese país (Bañuelos *et al*., 2019). Las principales variedades que se producen son Perlette, Flame, Red Globe, Sugrone, Black Seedless; éstas generan poco más de 4,200 jornales al año (Aranda, 2016). Por ello, este estado se ha convertido en un actor clave en el sistema vid en México y en el mundo, con un gran posicionamiento en la economía regional, nacional e internacional.

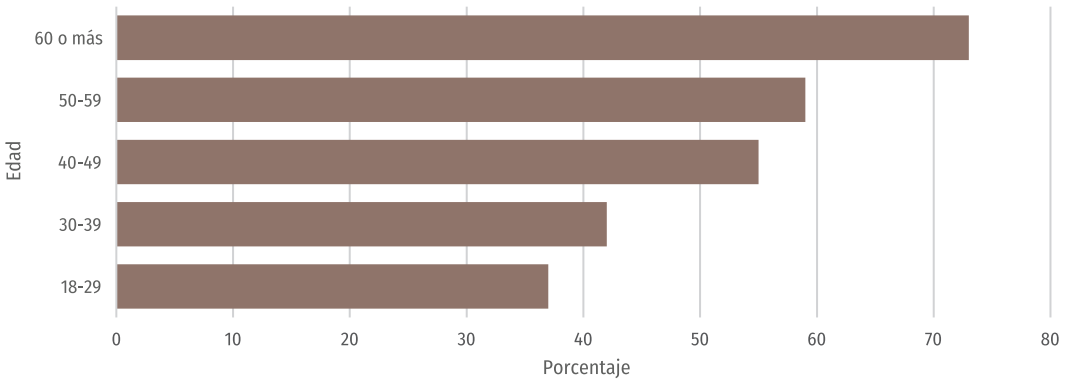
Caracterización del consumidor del sistema vid en Sonora

El sistema vid de mesa en el estado de Sonora exporta alrededor de veinte millones de cajas, de 8.2 kilogramos cada una, a alrededor de veinte países del mundo; como se indicó previamente, Estados Unidos es el principal cliente comercial. De acuerdo con datos del *Atlas Agroalimentario* (SIAP, 2021), dicho país representa el 75% del destino comercial de la uva de mesa sonorense, debido tanto a la proximidad geográfica como a la ventana comercial del sistema vid (SIAP, 2018). Por ello, el consumidor estadounidense es valioso para las organizaciones productoras de este cultivo.

La uva de mesa es uno de los frutos más consumidos en Estados Unidos: cuenta con una preferencia del 55% de la población (*The Packer*, 2022). De acuerdo con *The Packer*, la probabilidad de compra basada en el género es relevante al momento de la comercialización. Es decir, las mujeres presentan una probabilidad de compra aproximada del 61%, frente al 46% de los hombres. Los consumidores que buscan una alternativa de postre saludable encuentran en la uva una de sus principales opciones. Otros datos relevantes que definen el perfil de los consumidores de uvas refieren que cerca del 85% la ingieren como refrigerio, mientras que el 33% la come como postre; también es popular consumirla como guarniciones o aperitivos; por otro lado, las uvas verdes sin semillas son las favoritas del mercado estadounidense, en tanto que las variedades rojas sin semillas ocupan el segundo lugar de preferencia(*The Packer*, 2022).

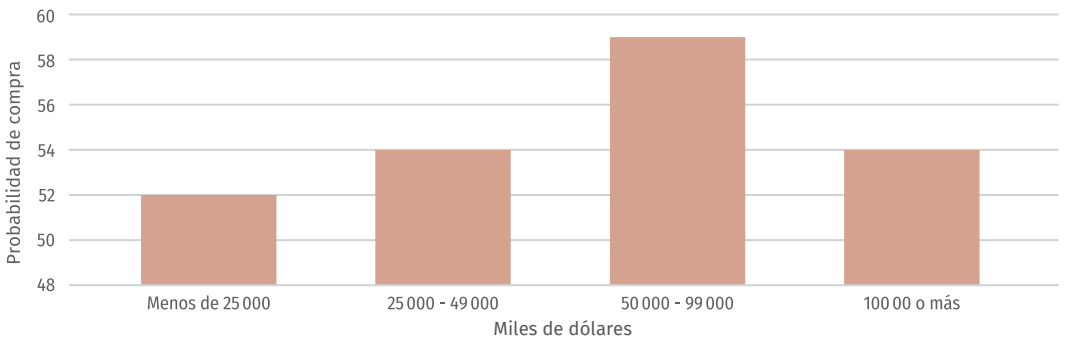
Otro factor significativo es la edad: los consumidores mayores de 60 años presentan el 73% de probabilidad de compra para consumir uvas de mesa, le sigue el grupo de entre 50 y 58 años con el 59%; mientras que los consumidores de entre 18 y 29 años manifiestan el 37% de probabilidad (*The Packer*, 2022). Como se puede apreciar, el consumo de uvas frescas es mayor entre los grupos de mayor edad (gráfica 4).

Por otro lado, el nivel socioeconómico también influye en la decisión de compra de los consumidores de uva fresca. De acuerdo con *The Packer* (2020), las familias que ganan menos de 25,000 dólares anuales tienen una probabilidad de compra del 52%. Las que tienen ingresos entre 25,000 y 49,000 dólares anuales tienen una probabilidad de compra mayor con el 54%. Las familias con ingresos que van de los 50,000 a los 99,000 dólares, por su parte, muestran una probabilidad del 59%. Por ello, las



Gráfica 4. Probabilidad de compra del sistema vid de mesa en Sonora por edades

Fuente: *The Packer* (2022).

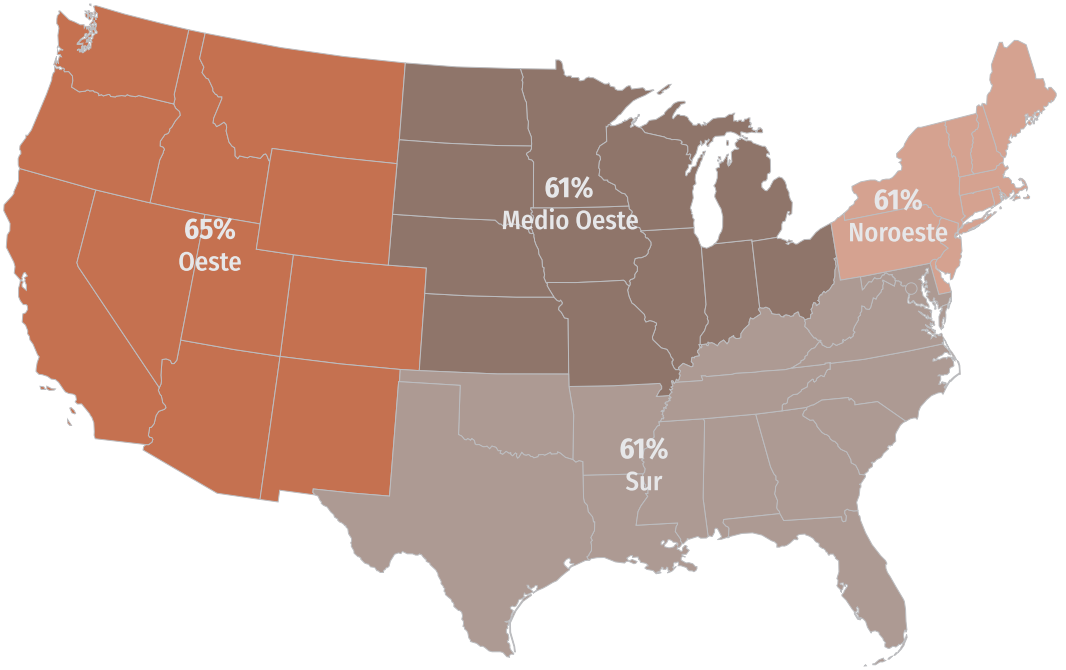


Gráfica 5. Probabilidad de compra según ingreso anual por hogar de Estados Unidos (miles de dólares)

Fuente: *The Packer* (2020).

organizaciones productoras de uva de mesa toman en cuenta el nivel de ingresos al decidir su comercialización (gráfica 5).

La ubicación geográfica del consumidor de uva es otro factor que suele ser considerado por las organizaciones agrícolas. Los estados de California, Nevada, Arizona, Nuevo México, Utah y Colorado destacan con una preferencia de compra superior al resto del país: el 65% (ver mapa 1). Dichos estados conforman la región más importante para las organizaciones productoras de uva de mesa en el estado de Sonora (*The Packer*, 2020).



Mapa 1. Probabilidad de compra por región

Fuente: *The Packer* (2020).

Metodología

El procedimiento metodológico parte de las dimensiones "tipo de producto" y "zona geográfica" propuestas por Shepherd y Shepherd (2004). Con esta base, se diseñó el instrumento para la captura de datos cualitativos y la guía de entrevistas, la cual se compuso de 19 reactivos. En segunda instancia, se evaluó el nivel de innovación organizacional mediante la selección de 14 reactivos, tomando como referencia las dimensiones propuestas por la OECD (2005): prácticas de negocio, organización de los puestos de trabajo y relaciones externas.

Para definir qué organizaciones serían entrevistadas, se consultó el directorio de la Asociación Agrícola Local de Productoras de Uva de Mesa (AALPUM), la cual agrupa al 98% del padrón de productores con 41 organizaciones. Se seleccionó una muestra con el 95% de confianza y con el 8.5% de error de estimación permisible. El tamaño de la muestra calculado se obtuvo a través de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2pq}{e^2(N-1) + Z^2pq}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra
N= tamaño de la población
Z= nivel de confiabilidad deseado
E= error de estimación
p= probabilidad de ser elegido
q= probabilidad de no ser elegido

Es decir:

$$\frac{1.96^2(41)(0.97)(0.03)}{\left[0.085^2(41-1)\right]+\left[1.96^2(0.97)(0.03)\right]}$$

$$n = 11.45$$

Se entrevistó a once gerentes de las organizaciones productoras de uva de mesa en Sonora afiliadas a la AALPUM, mediante los criterios de elección descritos en la tabla 1.

Tabla 1. Datos atributivos de las organizaciones del sistema vid en Sonora

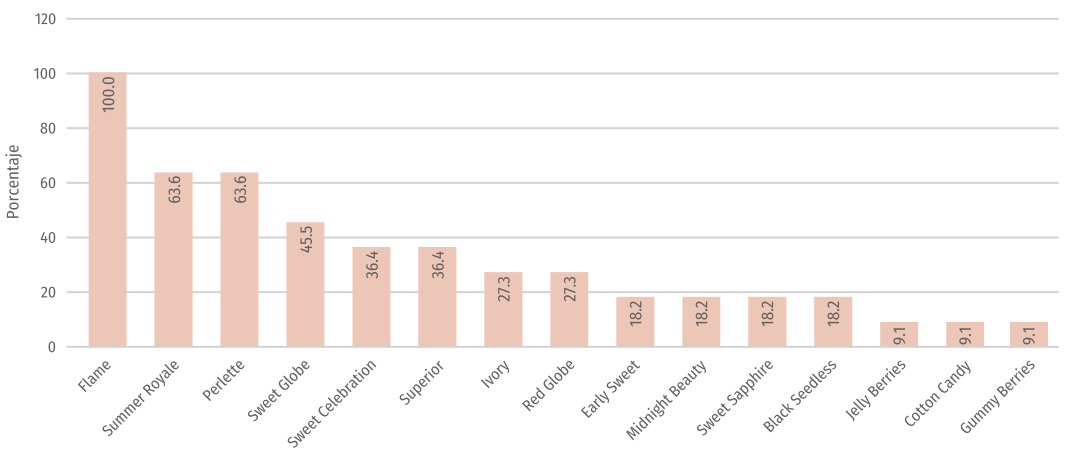
Organización	Género	Puesto	Edad (años)	Último nivel de estudios	Antigüedad en el puesto (años)	Tipo de organización
O1	Hombre	Director	61	Licenciatura	6	Producción
O2	Mujer	Directora	36	Licenciatura	11	Producción
O3	Hombre	Director	61	Maestría	30	Producción, distribución y comercialización
O4	Hombre	Director	50	Licenciatura	24	Producción
O5	Mujer	Directora	50	Licenciatura	1	Producción
O6	Hombre	Director	58	Licenciatura	21	Producción y comercialización
O7	Hombre	Director	45	Preparatoria	5	Producción
O8	Hombre	Director	30	Licenciatura	15	Producción y comercialización
O9	Hombre	Director	47	Licenciatura	10	Producción
O10	Hombre	Director	62	Maestría	22	Producción
O11	Hombre	Director	50	Licenciatura	26	Producción

Fuente: elaboración propia.

Nuevas estructuras de demanda en el sistema vid de mesa de Sonora

Las organizaciones del sistema vid de mesa de Sonora se encuentran expuestas a condiciones dinámicas de demanda derivadas de segmentos de consumidores especializados, como se demuestra en la revista *The Packer* (2020). La producción sonorense de este fruto va dirigida, principalmente, al mercado de Estados Unidos, en especial la región este, compuesta por los estados de California, Nevada, Arizona y Nuevo México (SIAP, 2021). Debido a su alto poder adquisitivo, los consumidores de dicho mercado se muestran dispuestos a pagar por un producto de calidad; por ello, exigen bayas grandes, color uniforme, textura crujiente, dulzor, entre otros aspectos. En este sentido, las organizaciones productoras de uva de mesa en la región de estudio han incluido nuevas variedades en su catálogo de producción, con la finalidad de satisfacer tales exigencias, como se presenta en la gráfica 6.

La variedad Flame, perteneciente a la categoría de uvas rojas, es la más popular: el cien por ciento de las organizaciones entrevistadas la producen. Esta variedad se caracteriza por ser aromática, contar con un adecuado nivel de almacenamiento y ser una de las variedades más antiguas que se producen en la región. No obstante, se destacan otras variedades novedosas e innovadoras que han sido incorporadas al catálogo de producción de las organizaciones del sistema vid en esta región, como son la Summer Royale, Sweet Celebration, Ivory, Early Sweet, Jelly Berries y Cotton Candy. Estas variedades ofrecen otras características, como bayas más grandes, colores uniformes, texturas crujientes y alto nivel de grados Brix, que indica el dulzor del fruto. Con ello, se cumple con una de las exigencias de calidad que han sido destacadas por los consumidores.

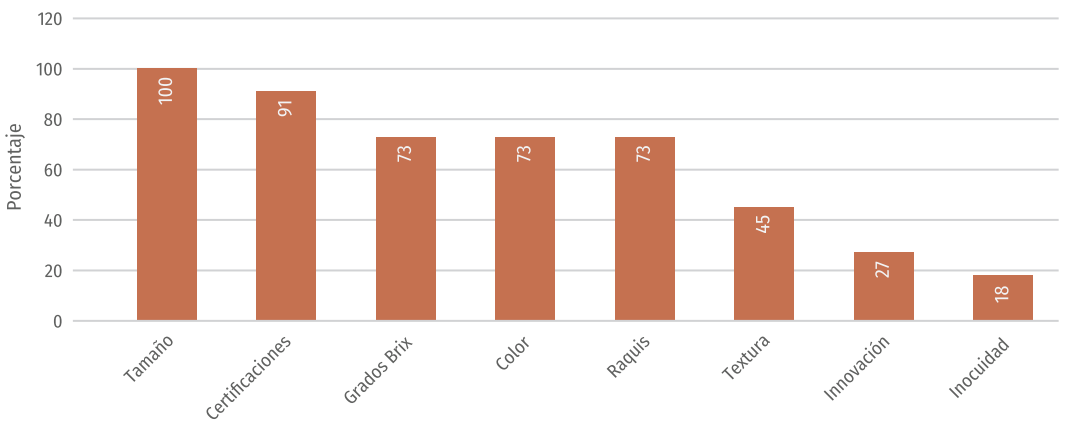


Gráfica 6. Variedades más producidas por las organizaciones del sistema vid de mesa en Sonora

Fuente: elaboración propia.

Es de recalcar que el 91.09% de las organizaciones ha incorporado a su catálogo de producción nuevas variedades como respuesta a las exigencias de mercado, lo cual es una muestra de la importancia del mercado para efectuar cambios en las organizaciones productoras de uva de mesa en la región. Esto coincide con lo reportado tanto por Robles y Garza (2011) como por Solís *et al*. (2017), quienes afirman que dichas condiciones de demanda han generado que las organizaciones del sistema vid del estado de Sonora se reconfiguren para atenderlas adecuadamente. Su dinamismo les ha permitido adecuarse a los constantes cambios que presenta el mercado y así evitar un desfase entre la demanda de mercado y la capacidad de la organización para satisfacerla. En este sentido, las organizaciones han incorporado aspectos de la fruta que no tienen injerencia directa con sus características físicas, como son el tamaño, el color o la textura, sino que van más allá, es decir, aspectos intangibles no visibles en el producto final que, a la vez, se relacionan con dimensiones sociales, económicas y ambientales, como es posible identificar en la gráfica 7.

Hoy en día, las organizaciones se encuentran expuestas a condiciones de demanda de aspectos intangibles, esto es, que no están relacionados con los aspectos físicos del fruto. El 90.09% de las organizaciones manifiestan estar atentas a dichos aspectos. En este sentido, Terán *et al*. (2019) expresan que las exigencias de los consumidores, denominadas "demandas de mercado", van más allá de los atributos implícitos para la toma de decisiones de consumo, pues exigen que el producto cumpla con atributos intangibles ligados directamente a las prácticas organizativas, propias de los ámbitos sociales, económicos y ambientales. A la vez, estructuras recientes de demanda, como la innovación y la inocuidad, han coadyuvado a que las organizaciones adopten nuevos procesos de producción y comercialización.



Gráfica 7. Principales exigencias de mercado en el sistema vid de Sonora (porcentaje)

Fuente: elaboración propia.

Innovación organizacional en el sistema vid de mesa en Sonora

Para responder de manera adecuada a las nuevas estructuras de demanda impuestas por los consumidores, las organizaciones del sistema vid deben crear nuevos métodos en sus prácticas de negocio, diseñar nuevos puestos de trabajo y mejorar las relaciones externas con otras organizaciones. En síntesis, deben implementar una innovación organizacional que les permita responder de manera eficiente a las demandas intangibles de mercado. Como señalan Ospina y Riveros (2015), la innovación en las organizaciones, a partir de las orientaciones de mercado, es un catalizador para generar valor y formular ventajas competitivas sostenibles con el tiempo. En este sentido, las organizaciones han realizado cambios en su estructura organizativa mediante la creación de nuevos departamentos y el desarrollo de nuevas habilidades laborales. Asimismo, han fortalecido sus relaciones externas a través de la colaboración y la subcontratación. Estos cambios corresponden a las dimensiones de organización de los puestos de trabajo y relaciones externas descritas por la OECD (2005). La tabla 2 presenta los cambios identificados en las organizaciones estudiadas.

Se puede evidenciar, asimismo, que el 91% de las organizaciones del sistema vid han realizado cambios en su organigrama en los últimos doce meses. Esto refleja el dinamismo al que están expuestas. Otro punto por destacar es que el 55% de las organizaciones ha implementado nuevos departamentos en su estructura organizativa y el 82% ha requerido de nuevas habilidades en la fuerza de trabajo. Estas acciones se encuentran alineadas con nuevos procesos, funciones y conocimientos, a partir de un enfoque delineado y centralizado en las necesidades específicas de los consumidores caracterizados.

Respecto a las relaciones externas de la innovación organizacional (OECD, 2005), el 73% de las organizaciones realiza colaboraciones estratégicas con la iniciativa privada

Tabla 2. Nuevas estructuras en el lugar de trabajo y en las relaciones externas

Organización	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11
Cambios en el organigrama	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nuevos departamentos	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0
Nuevas habilidades en puestos	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Especialización de puestos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Colaboración con instituciones públicas y privadas	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
Subcontratación	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Nuevos métodos en las prácticas de negocios

Organización	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11
Capacitaciones al personal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Digitalización de procesos	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
Software especializado	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
Prácticas agrícolas	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
Prácticas de procesamiento	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0
Prácticas de comercialización	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

e instituciones educativas como parte de la responsabilidad social y la transmisión de información. Aunado a ello, cabe enfatizar en que el 55% de estas organizaciones llevan a cabo procesos de subcontratación en periodos específicos durante la producción y la cosecha, con la finalidad de alcanzar mayor eficiencia en los procesos y reducir los costos operativos.

De esta manera, destaca que un número significativo de organizaciones implementan cierta innovación organizacional, a través de algún cambio en los puestos de trabajo y en las relaciones externas, como un elemento clave para su supervivencia y crecimiento idóneo en pleno siglo XXI.

Asimismo, las organizaciones han instaurado nuevos métodos en sus prácticas de negocio como fundamentos innovadores en diferentes procesos organizacionales. Ello les ha dotado de flexibilidad para adaptarse a los cambios y responder a las estructuras de demanda de manera eficaz. Además, la implementación de nuevas prácticas en la producción, el procesamiento y la comercialización, así como en la transmisión de información a través de la digitalización y de mejores canales de comunicación, son evidencias de innovación en las prácticas de negocio, como se puede apreciar en la tabla 3.

Se puede apreciar una mejora en las actividades y los procesos internos para fortalecer su competitividad y prosperidad comercial. El 73% de las organizaciones del sistema introducen cierta innovación organizacional a través tanto de la incorporación de nuevos procesos en sus prácticas de negocio, específicamente agrícola, como del uso de plataformas digitales. En este sentido, el 64% realiza procesos de digitalización en cada una de sus áreas, con el objetivo de generar bases de datos para su análisis y posterior uso en la toma de decisiones. El 45% ha diseñado *software* para estas acciones. En relación con prácticas para la mejora continua, el cien por ciento de las organizaciones efectúa capacitaciones al personal en áreas como certificaciones, inocuidad, digitalización, inteligencia artificial y dirección.

Conclusiones

El sistema vid de mesa en Sonora es un sistema agrícola relevante para el crecimiento económico y el desarrollo regional del estado. Asimismo, a nivel nacional, desempeña un papel muy importante para el mercado de Estados Unidos, el cual es el principal cliente comercial debido a su cercanía geográfica.

Este sistema afronta nuevas estructuras de demanda provenientes de los segmentos de consumidores especializados que plantean exigencias de carácter intangible no visibles, las cuales van más allá de las características intrínsecas establecidas dentro del producto final. Estas demandas de mercado exigen a las organizaciones implementar nuevos métodos en sus prácticas de negocios en el marco de la innovación organizacional. Desde esta óptica, las organizaciones del sistema vid en Sonora han desarrollado innovación organizacional mediante la incorporación de nuevas prácticas en sus departamentos y puestos de trabajo, como la digitalización de los procesos, el uso de *software* especializado, nuevas tecnologías en la producción y procesamiento, así como capacitaciones para proveer de nuevas habilidades a la fuerza de trabajo.

De este modo, los resultados del presente estudio coinciden con lo señalado en la literatura especializada en este tema, donde la innovación organizacional, a través de ciertas prácticas de negocio, coadyuva en la búsqueda de una mayor eficiencia y oferta de valor agregado a los demandantes, lo cual permite a las organizaciones productoras avanzar hacia la competitividad y la prosperidad comercial, detonando así el desarrollo regional.

El caso del sistema vid de mesa en Sonora refleja transformaciones más amplias que han sido analizadas por diversos autores desde la sociología rural y los estudios agrarios críticos. Friedland (2004) ya advertía que los sistemas agroalimentarios contemporáneos están cada vez más determinados por cadenas de valor globales, donde los estándares y las certificaciones son instrumentos de control y de diferenciación de mercado. Bonanno (1994), por su parte, profundiza en que la globalización agroalimentaria no sólo reconfigura los flujos comerciales, sino que también redefine las relaciones laborales y organizacionales, exigiendo a las regiones productoras adaptarse a nuevas lógicas de competitividad. En el contexto español, Pedreño *et al*. (2015) destacan cómo la incorporación de tecnologías, estándares de calidad y esquemas de responsabilidad social genera territorios agrícolas más dinámicos, pero con fuertes desafíos en términos de gobernanza y cohesión social; un panorama que guarda paralelismos claros con el sector agrícola de exportación en Sonora. Estas perspectivas subrayan que las estrategias de innovación organizacional y de adopción de certificaciones no son sólo mecanismos técnicos, sino también respuestas políticas y sociales a un mercado global cada vez más exigente.

Referencias

Asociación Agrícola Local de Productores de Uva de Mesa de México (AALPUM) (2022). AALPUM historia. Disponible en <https://www.mexicotablegrapes.com/aboutus> (consulta: mayo 25 de 2024).

Alharbi, Ibrahim; Rossilah Jamil; Nik Mahmood, y Awuluddin Shaharoun (2019). "Innovación organizacional: artículo de revisión". *Scientific Research Publishing* 7 (1): 1196-1206.

Aranda, Angela (2016). *Liderazgo y organizaciones sustentables en el sistema vid de mesa sonorense*. Tesis de maestría en Desarrollo Regional. Hermosillo, Sonora: Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo, A. C.

Bañuelos, Noemi; Jesús Robles, y Angela Aranda (2019). "Los zarcillos que sostienen la producción de uva de mesa en Sonora. Testimonios orales de los líderes". *Revista Ra Ximhai* 15 (2): 29-42.

Bonanno, Alessandro (editor) (1994). *From Columbus to ConAgra: The Globalization of Agriculture and Food*. Lawrence, Kansas State: University Press of Kansas.

Boyles, Michael (2022). "Innovación en los negocios: qué es y por qué es importante". *Harvard Business School*, 8 de marzo. Disponible en <https://online.hbs.edu/blog/post/importance-of-innovation-in-business> (consulta: 15 de mayo de 2023).

Daft, Richard (1978). "A Dual-Core Model of Organizational Innovation". *Academy of Management Journal* 21 (2): 193-210.

Damanpour, Fariborz (1996). "Organizational Complexity and Innovation: Developing and Testing Multiple Contingency Models". *Management Science* 42 (5): 693-716.

Day, George S. (2006). "Aligning the Organization with the Market". *MIT Sloan Management Review*, 1 de octubre. Disponible en <https://sloanreview.mit.edu/article/aligning-the-organization-with-the-market/> (consulta: 23 de agosto de 2023).

Drucker, Peter F. (2002). "The discipline of innovation". *Harvard Business Review* 80 (8): 95-102.

Friedland, William H. (2004). "Agrifood Globalization and Commodity Systems". *Journal of Sociology of Agriculture and Food* 12 (1): 5-16.

Kotler, Philip, y Gary Armstrong (2003). *Fundamentos de* marketing. Ciudad de México: McgrawHill.

Lozano Magdaleno, Jesús Aarón, y Jesús Martín Robles Parra (2021). "Innovación organizacional como demanda de mercado y su influencia en la adopción de comercio electrónico". Ponencia presentada en CUICIID 2022, Congreso Universitario Internacional sobre Comunicación, Innovación, Investigación y Docencia. Hermosillo, 5-7 de octubre.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2005). *Oslo Manual. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*. París: OECD.

Ospina Infante, Rafael, y Jenny Riveros Castañera (2015). "Orientación al mercado e innovación en las empresas del sector servicios en la ciudad de Villavicencio". *Sotavento* (25): 34-47.

Pedreño, Andrés; Carlos de Castro; Elena Gadea, y Natalia Moraes (2015). "Sustainability, Resilience and Agency in Intensive Agricultural Enclaves". *AGER Revista de estudios sobre despoblación y desarrollo rural* (18): 139-160.

Ponte, Stefano (2009). "Governing Through Quality: Conventions and Supply Relations in the Value Chain for South African Wine". *Sociologia Ruralis* 49 (3): 236-257.

Robles, Jesús, y Cristina Garza (2011). "Nuevas condicionantes en las organizaciones de los sistemas alimentarios: el caso del sistema vid de mesa de Sonora". En *Bienestar y desarrollo en el siglo XXI*, coordinado por Luis Huesca Reynoso, Mario Camberos Castro y Cuauhtémoc Calderón Villarreal, 285-298. Hermosillo: Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo, A. C / Plaza y Valdés.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) (2018). *Planeación agrícola nacional 2017-2030*. Ciudad de México: Gobierno Federal.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2021). *Atlas agroalimentario*. Ciudad de México: Gob. Federal.
Shepherd, William (2004). *The economics of industrial organization*. Michigan: Editorial Prentice-Hall.
Solís, Dante; Jesús Robles, Martín Preciado, y Beatriz Hurtado (2017). "El papel del mercado en la construcción de organizaciones sustentables". *Estudios Sociales* 27: 274-294.
Terán, Karla; Jesús Robles; Martín Preciado, y Diana López (2019). "Equidad gerencial, como una demanda intangible de mercado: hacia organizaciones sustentables". *Entre ciencia e ingeniería* 13: 86-89.
The Packer (2020). "Tendencias en frutas y verduras 2022". Disponible en: <https://www.thepacker.com/magazines/fresh-trends-2020> (consulta: 12 de agosto de 2023).
The Packer (2022). "Fresh Trends 2022". Disponible en <https://www.thepacker.com/magazines/2022-fresh-trends-magazine>.
Thompson, Ivan (2005). "La segmentación del mercado". *Promonegocios.net* 5: 25-35.
Tohidi, Hamid, y Mohammad Jabbari (2012). "La innovación como clave del éxito para las organizaciones". *Procedia technology* 1: 560-564.
Torres Álvarez, Alain de Jesús (2013). *Análisis de rentabilidad y distribución de la uva de mesa de Hermosillo, Sonora, en Estados Unidos y la Unión Europea*. Tesis de maestría en Ciencias, especialidad en Economía. Texcoco: Colegio de Postgraduados.
Xie, Hongming; Changyong Liu, y Chunhui Chen (2007). "Relationships Among Market Orientation, Learning Orientation, Organizational Innovation and Organizational Performance: An Empirical Study in the Pearl River Delta Region of China". *Frontiers of business research in China* 1 (2): 222-253.

Conclusiones generales

Juan Luis Hernández Pérez
Jorge Inés León Balderrama

Este libro muestra que la innovación agroalimentaria en México se sitúa en el centro de un debate crucial: ¿debe seguir orientada por la lógica corporativa de la globalización o puede convertirse en un motor de soberanía alimentaria y justicia social? A partir de marcos conceptuales críticos y estudios de caso en distintas regiones del país, la obra evidencia que el modelo tecnoproductivista dominante ha generado exclusión, dependencia y vulnerabilidad, pese a los avances en competitividad.

Frente a ello, emergen propuestas de innovación incluyente y agroecológica que rescatan los saberes locales, fortalecen la organización comunitaria y buscan articular la competitividad con la sustentabilidad y la soberanía alimentaria. Las experiencias documentadas demuestran que, aunque los retos son significativos, existen rutas para construir sistemas de innovación agroalimentaria más justos, participativos y resilientes, capaces de responder tanto a las exigencias de los mercados como a las necesidades de los pueblos.

Los principales hallazgos de los capítulos que integran esta obra permiten constatar que algunos conceptos constituyen el hilo conductor, en particular las nociones de innovación y soberanía alimentaria, discutidas y definidas a lo largo del libro. Se propone articular estos dos ejes mediante un diálogo que, en apariencia, puede resultar contradictorio, ya que la innovación suele asociarse al modelo convencional, mientras que la soberanía alimentaria surge como una alternativa impulsada desde abajo frente a dicho modelo hegemónico.

En los capítulos de la primera parte se pone de relieve el intenso proceso de innovación que, desde finales del siglo XX y lo que va del XXI, ha transformado la productividad y la globalización de la economía de manera desigual entre países y al interior de ellos, conformando el sistema internacional. Este proceso es controlado e impulsado por grandes empresas transnacionales mediante un sistema corporativo que atiende, en primer lugar, sus propios intereses y, de manera secundaria, los de las economías en desarrollo. La pérdida de soberanía alimentaria en México se explica,

además de los problemas estructurales, por el limitado proceso de innovación en el campo que produce para el consumo nacional, en contraste con el sector exportador, orientado al mercado externo.

En los capítulos que integran la obra se destaca que la innovación debe tener un carácter inclusivo y un mayor contenido nacional, dado que la mayoría de los procesos actuales se basan en la transferencia tecnológica proveniente de otros países. Asimismo, se subraya que la innovación no puede limitarse a la transferencia de tecnología, pues ello excluye la innovación social y agroecológica, factores igualmente decisivos para el desarrollo agrícola, donde incluso los campesinos aportan saberes tradicionales.

En el segundo apartado, con el propósito de comprender mejor los cambios ocurridos en el sector primario nacional en relación con la innovación, algunos trabajos presentan estudios de caso en los estados de Sonora, Querétaro, Tlaxcala y Tabasco, entre otros. Sus autores reflexionaron sobre los elementos clave para incrementar la productividad y la competitividad de las actividades agroexportadoras en cada entidad, así como los requisitos para generar espacios de mayor integración comercial. Esto adquiere especial relevancia en el contexto actual, donde dicha estrategia agroexportadora fue refrendada por el gobierno mexicano en la renegociación del TLCAN, hoy T-MEC.

Para profundizar en la etapa contemporánea de este proceso de innovación, tanto a nivel mundial como nacional, los autores adoptamos un enfoque alternativo respecto al convencional, vinculado con la "innovación inclusiva". Este enfoque analiza la innovación en el marco reciente de la globalización y de sus dimensiones económicas, sociales y medioambientales. En México, además, la innovación se relaciona con los intentos de contrarrestar las limitaciones de su versión más tradicional.

El sector agroalimentario se ha consolidado como decisivo y estratégico tanto a nivel macro —en la economía política mundial— como micro —en el sostenimiento de la vida cotidiana en los contextos locales—. En un escenario marcado por crisis y desequilibrios derivados de la globalización agroalimentaria, resulta urgente repensar el sistema agroalimentario hegemónico y las respuestas que emergen desde los territorios. La relevancia de este libro radica, por un lado, en su capacidad para examinar críticamente dichos desequilibrios, problematizando la noción tradicional de innovación asumida bajo el paradigma de la globalización neoliberal. Por otro lado, la obra muestra los ajustes que distintos sectores productivos están llevando a cabo en México.

En este sentido, el libro aporta a la investigación científica en diversos aspectos. En primer lugar, ofrece marcos de análisis y herramientas teórico-metodológicas útiles para continuar desarrollando este campo de estudio, además de análisis empíricos de casos que resultan imprescindibles para articular la teoría con el análisis aplicado. En segundo lugar, combina visiones críticas sobre las lógicas del paradigma tecnoproductivo y experiencias vinculadas con la soberanía alimentaria, junto con

análisis orientados a las adaptaciones y apropiaciones que tienen lugar dentro del modelo agroindustrial exportador.

Si bien los estudios sobre la modernización y globalización agroalimentaria, así como los relativos al paradigma de la soberanía alimentaria, cuentan con una amplia trayectoria en México, en América Latina y a nivel internacional, una aportación original de esta obra consiste en retomar las nociones de innovación y competitividad —tradicionalmente inscritas en el modelo desarrollista y productivista hegemónico— para revisarlas desde la perspectiva de la innovación inclusiva y la soberanía alimentaria.

Como conclusión general, se plantea la necesidad de impulsar un proceso de innovación inclusiva transformadora, en el que el foco no se limite a las empresas con fines de lucro, sino que se nutra de las necesidades y prácticas de los agricultores mexicanos —tanto privados como del sector social—, considerando las condiciones medioambientales y promoviendo la interacción con otros actores importantes: Estado, academia y centros de investigación, organizaciones y movimientos sociales, cooperativas, trabajadores agrícolas, estudiantes y población en general. Además, es indispensable que este esfuerzo genere autonomía tecnológica, desarrolle soluciones propias para reducir la dependencia externa, fortalezca el contenido nacional de la tecnología y la investigación agrícolas, y discuta sus alcances con argumentos científicos multidisciplinarios. Todo ello debe acompañarse de un sistema de financiamiento rural más democrático.

Por otra parte, es necesario considerar que los trabajos aquí reunidos, además de contener investigación teórica, son producto de procesos de investigación empírica desarrollados tanto por profesores-investigadores como por estudiantes de posgrado. La obra es, por ello, resultado de un esfuerzo colectivo, pues, como se explicó en la introducción, cada manuscrito es fruto del seminario institucional organizado por el Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), inscrito en el marco de un convenio de colaboración académica con el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). En el futuro, es probable que se incorporen nuevas experiencias internacionales —de éxito o fracaso— en otros espacios de análisis, lo que fortalecería la argumentación sobre la pertinencia global de la innovación incluyente.

Esperamos que este libro haya sido de interés para sus lectores y les resulte útil para impulsar el desarrollo de futuros estudios e investigaciones sobre la innovación y su relación con los sistemas agroalimentarios y la soberanía alimentaria en México. Si bien persisten tensiones y desafíos en torno al tema, existe un horizonte de posibilidad para construir sistemas de innovación agroalimentaria incluyentes, donde la competitividad no se contraponga, sino que se armonice con la justicia social y el derecho a la alimentación.

Semblanzas

Ariadna Isabel Barrera Rodríguez es profesora investigadora de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh). Es doctora en Problemas Económico-Agroindustriales por el Centro Académico y de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM-UACh). Investiga temas de redes de valor agroalimentarias, organización económica rural, desarrollo agrícola y valorización de alimentos tradicionales. Es integrante del SNII, nivel I, y recibió el Premio Arturo Fregoso Urbina al Mérito Académico por su labor en la formación de posgrado.

Beatriz Olivia Camarena Gómez es profesora investigadora titular C del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). Es doctora por la Universidad de Salamanca en Medio Ambiente Natural y Humano en las Ciencias Sociales. Investiga sobre gestión ambiental del desarrollo, educación y comunicación ambiental y riesgos por exposición infantil a agrotóxicos. Es integrante del SNII, nivel I, y titular de la Coordinación de Programas Académicos del CIAD; además obtuvo la mención *cum laude* por su tesis doctoral.

José Crisóforo Carrazco Escalante es profesor investigador de la Unidad Regional Norte de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Es doctor en Ciencias, con especialidad en Desarrollo Regional, por el CIAD. Investiga lo referente a absorción del conocimiento, innovación y competitividad en empresas acuícolas. Es integrante del SNII, nivel I, y autor de "Capacidad de absorción y competitividad en el cultivo de camarón en el municipio de Ahome, Sinaloa".

Eliza Dexter Cohen es profesora de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es licenciada en Ciencia y Sociedad por la Universidad Brown y posgraduada en Ciencias Políticas y Sociales en la UNAM. Investiga temas relacionados con sistemas

agroalimentarios, agricultura protegida, transferencia tecnológica, acceso a alimentos y seguridad alimentaria. Es coautora del estudio "The impact of financial incentives on SNAP transactions at mobile produce markets".

Anastacio Espejel García es profesor investigador del Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo. Es doctor en Problemas Económico-Agroindustriales por el CIESTAAM-UACh. Investiga sobre valorización, análisis sensorial, preferencias del consumidor y alimentos tradicionales. Es integrante del SNII, nivel II, y coautor de "Atributos de valorización y significados de compra en consumidores de mezcal del estado de Puebla".

Leslie García Montijo es doctora en Ciencias con especialidad en Desarrollo Regional por el CIAD y ha colaborado académicamente con la Universidad de Sonora. Sus líneas de investigación abarcan innovación, capacidad de absorción del conocimiento y vinculación universidad-empresa. Es coautora del artículo "Academy–industry linking capabilities as a determinant of innovation", publicado en *International Journal of Innovation Science*.

María Cristina Garza Lagler es profesora investigadora titular A de la Coordinación de Desarrollo Regional del CIAD. Es economista por la Universidad de Sonora, maestra en Economía y Gestión de la Innovación por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Xochimilco) y doctora en Ciencias por el CIAD. Investiga lo referente a sistemas agroalimentarios, cadenas productivas, mercados, innovación y sustentabilidad. Es coautora de "Definición del mercado de trigo cristalino en el valle del Yaqui, México".

Rebeca de Gortari Rabiela es investigadora titular C del Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM. Es socióloga por la UNAM y doctora en historia por la Escuela de Altos Estudios en Ciencias Sociales de París. Estudia temas de sociología de la ciencia y la innovación, transferencia tecnológica, redes y regiones. Es integrante del SNII, nivel II, y autora de "De la Revolución Verde a la agricultura sustentable en México".

Daniela Heredia Hernándezes es doctora en Desarrollo Regional por el CIAD, maestra en Innovación Agroalimentaria Sustentable e ingeniera industrial. Cuenta con experiencia en agroecología y acompañamiento técnico a productores en Sinaloa, a través de los programas Sembrando Vida y Producción para el Bienestar. Es coautora del artículo "Resistencia a la transición agroecológica en México", publicado en *Región y Sociedad*.

Juan Luis Hernández Pérez es investigador asociado C de tiempo completo del Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM. Es doctor en Ciencias Políticas y Sociales por la UNAM. Investiga sobre características del sistema agrícola mexicano en el

contexto de la globalización, innovación agrícola, paradigmas tecnológico-agrícolas y desarrollo rural. Es integrante del SNII, nivel I, y recibió el Premio Nacional de Economía Agrícola "Ernest Feder".

María del Carmen Hernández Moreno es profesora investigadora titular C de la Coordinación de Desarrollo Regional del CIAD. Es doctora en Ciencias Sociales por la Universidad Autónoma de Sinaloa. Investiga sistemas agroalimentarios, innovación rural incluyente, agroecología y soberanía alimentaria. Es integrante del SNII, nivel II, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y responsable del Laboratorio de Innovación Rural del CIAD.

Claudia Marcela Jerez Morales es profesora de las facultades de Contaduría y Administración y de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM. Es doctora en Ciencias de la Administración, así como maestra y licenciada en Administración, también por la UNAM. Investiga temas de agroindustria, economía social, emprendimiento y transferencia tecnológica en agricultura protegida. Desde 2001 es consultora y ha impulsado empresas sociales, agrícolas y alimentarias.

Jorge Inés León Balderrama es profesor investigador titular C del CIAD. Fue coordinador de Desarrollo Regional (2016-2023). Es doctor en Ciencias Sociales por la Universidad Autónoma de Sinaloa y maestro en Ciencias Sociales por el Colegio de Sonora. Estudia CTI, desarrollo territorial y gestión de la innovación en el agro. Es miembro del SNII, nivel I, y coordinó el libro *Redes regionales de conocimiento e innovación. El caso del sector primario en el estado de Sonora*.

Doris Arianna Leyva Trinidad es profesora investigadora asociada C de la Coordinación de Desarrollo Regional del CIAD. Es doctora en Agroecosistemas Tropicales por el Colegio de Postgraduados, campus Veracruz. Investiga transición agroecológica, soberanía alimentaria, agrobiodiversidad, agroecosistemas y etnobiología. Es integrante del SNII, nivel I, y dirige un proyecto sobre la conservación del germoplasma ante el cambio climático.

Jesús Aarón Lozano-Magdaleno es profesor investigador de tiempo completo del Departamento de Contabilidad de la Universidad de Sonora. Es doctor en Desarrollo Regional por el CIAD. Investiga temas como innovación organizacional, sustentabilidad, comercio electrónico, inteligencia artificial y comportamiento del consumidor. Es autor del capítulo "Innovación organizacional y revolución de la inteligencia artificial".

Laura Elena Martínez Salvador es investigadora titular A del Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM. Doctora en Economía por la UNAM, además de maestra en Economía y licenciada en Administración por la UAM. Estudia lo referente a sistemas

agroalimentarios localizados, gobernanza territorial y economía de la innovación. Pertenece al SNII, nivel I, y ha recibido en dos ocasiones el Premio de Investigación Dr. Ernest Feder, además de la Medalla al Mérito Universitario.

Yolanda Cristina Massieu Trigo es profesora titular C de tiempo completo de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Es doctora en economía, con especialidad en economía agrícola, por la UNAM y maestra en sociología rural por la Universidad Autónoma Chapingo. Investiga sobre desarrollo rural, sistemas agroalimentarios, biotecnología agrícola, bioseguridad, biodiversidad y ecología política. Es integrante del SNII, nivel II.

Mayra Lucía Maycotte-de la Peña es doctora en Desarrollo Regional por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). Investiga sobre desarrollo local y regional; sustentabilidad; calidad, innovación organizacional y responsabilidad social empresarial. Es candidata del SNII y autora de "Sustentabilidad corporativa en las organizaciones productoras de uva de mesa sonorense".

Jesús Lauro Paz Luna es editor de la revista *Estudios Sociale*s del CIAD. Es maestro en literatura hispánica por la Universidad de Arizona y licenciado en Letras Hispánicas por la Universidad de Sonora. Sus líneas de trabajo abarcan la edición académica, la literatura, la sustentabilidad y la innovación organizacional en sistemas agrícolas. Es coautor de "Certificaciones, mercado y sustentabilidad. El sistema sonorense de uva de mesa".

Juan Martín Preciado Rodríguez es profesor investigador del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Sonora. Es doctor en Ingeniería, con especialidad en computación, por la Universidad Autónoma de Baja California. Investiga extracción de conocimiento, análisis de datos, simulación de sistemas, manufactura y mejora de procesos. Es integrante del SNII, nivel I, y director de diversas tesis de licenciatura y de posgrado.

Adán Guillermo Ramírez García es profesor investigador del Centro Regional Universitario del Noroeste de la Universidad Autónoma Chapingo. Es doctor en Geografía por la UNAM. Investiga geografía rural, agroecología, innovación para el desarrollo rural, recursos naturales y desarrollo comunitario. Es integrante del SNII, nivel II, y coautor de "Economía indígena tradicional en las comunidades Mayo-Yoremes del norte de Sinaloa, México".

Jesús Martín Robles-Parra es profesor investigador del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). Es doctor en Dirección de Organizaciones por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Investiga sistemas agroalimentarios,

sustentabilidad, agroecología, competitividad, responsabilidad social empresarial y mercados agroalimentarios. Es integrante del SNII, nivel I, y docente del posgrado en Desarrollo Regional del CIAD.

Julio César Tafolla Arellano es profesor investigador titular C de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Es doctor en Fisiología y Biología Molecular de Plantas por el CIAD. Investiga fisiología y biología molecular vegetal, biotecnología, transcriptómica y cutícula de plantas. Es integrante del SNII, nivel I, y fundador responsable del Laboratorio de Biotecnología y Biología Molecular de la UAAAN.

Karla Terán-Samaniego es investigadora asociada del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), doctora en Desarrollo Regional por el mismo Centro y maestra en Sustentabilidad por la Universidad de Sonora. Investiga responsabilidad social empresarial, desarrollo sustentable, innovación social y sistemas agroalimentarios. Es autora de "Innovación social y no discriminación en las organizaciones del sistema de vid en Sonora".

Ciriaco Jesús Manuel Valenzuela Romero es director de Proyectos del Consejo Sonorense Regulador del Bacanora. Es doctor en Desarrollo Regional por el CIAD y maestro en Gestión Organizacional por el Instituto Tecnológico de Sonora. Investiga cambio organizacional, sustentabilidad de los sistemas agrícolas y gestión del conocimiento. Es coautor del artículo "Índice de cohesión organizacional: propuesta para evaluar la guía corporativa".



Innovación para la competitividad y la soberanía alimentaria en México

Visiones, experiencias y propuestas

¿Cómo puede la innovación fortalecer la competitividad del sector agroalimentario e impulsar la soberanía alimentaria? Esta pregunta articula la reflexión que da origen a esta obra colectiva, en la que especialistas de distintas instituciones analizan —desde una mirada crítica, interdisciplinaria y comprometida con los desafíos del México contemporáneo— el papel de la innovación no sólo como factor para generar ventajas competitivas, sino también como instrumento para impulsar sistemas agroalimentarios más soberanos, resilientes, incluyentes y sostenibles.

La obra ofrece una diversidad de reflexiones sobre la Agricultura 4.0, la digitalización, la transferencia de conocimiento, la agricultura de precisión, las Denominaciones de Origen (DO) y los sistemas agroalimentarios localizados, la agroecología, las capacidades de absorción tecnológica, el cambio organizacional, las prácticas de negocio y la gobernanza de los procesos de innovación. Se trata de un título que aporta evidencias y propuestas —como la *innovación inclusiva*— para comprender las oportunidades y los desafíos del sistema agroalimentario mexicano.

www.iis.unam.mx

