



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS
NATURALES

EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD EN LA TRANSICIÓN HACIA LA AGRICULTURA TRADICIONAL EN UNIDADES PRODUCTIVAS DE PEQUEÑA ESCALA DE AGUACATE HASS

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS
NATURALES**

Presenta:

NORBERTO CABALLERO IBAÑEZ

Bajo la supervisión de:

DRA. LETICIA MYRIAM SAGARNAGA VILLEGAS



Chapingo, Estado de México, agosto de 2026

**EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD EN LA TRANSICIÓN HACIA LA
AGRICULTURA TRADICIONAL EN UNIDADES PRODUCTIVAS DE
PEQUEÑA ESCALA DE AGUACATE HASS.**

Tesis realizada por Norberto Caballero Ibañez, dirigida y aprobada por el Comité Asesor indicado, aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS
NATURALES**

Director:



Dra. Leticia Myriam Sagarnaga Villegas

Codirector:



Dra. Guadalupe Genoveva Elizalde López

Asesor:



Dr. José María Salas González

CONTENIDO

ABREVIATURAS UTILIZADAS	vi
DEDICATORIAS	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
DATOS BIOGRÁFICOS	ix
RESUMEN GENERAL	x
ABSTRACT	xi
1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 Antecedentes de la investigación	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Justificación	4
1.3.1 Objetivos de investigación	6
1.3.2 Hipótesis de investigación	6
1.4 Estructura del documento	7
2 CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	9
2.1 Agricultura convencional	9
2.1.1 Problemáticas ambientales	11
2.1.2 Problemáticas sociales	15
2.1.3 Problemáticas económicas	18
2.2 Agricultura tradicional	24
2.2.1 Beneficios ambientales	26
2.2.2 Beneficios sociales	32
2.2.3 Beneficios económicos	37
2.3 Literatura citada	42
3 CAPÍTULO III. TRANSICIÓN HACIA AGRICULTURA TRADICIONAL EN PRODUCTORES INDÍGENAS DE AGUACATE	51
3.1 Resumen	51

3.2	Abstract	52
3.3	Introducción	53
3.4	Metodología	55
3.4.1	Procesamiento de datos	58
3.5	Resultados y discusión	59
3.5.1	Proceso de producción	60
3.5.2	Análisis económico	62
3.5.3	Beneficios de la transición	67
3.6	Conclusiones	68
3.7	Literatura citada	69
4	CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES GENERALES	72
	LITERATURA CITADA GENERAL	74
	ANEXOS	76

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Lista de figuras

Figura 1. Hogares sustentados por sistemas agroalimentarios de pequeña escala	1
Figura 2. Trampa de los procesos de intensificación agrícola	15
Figura 3. Trampa de irrentabilidad en unidades las pequeñas unidades de producción	40
Figura 4. Comparación de los gastos de operación por kilogramo de aguacate entre el MACA y el MATA, en la producción de aguacate en Xonotla, Puebla, 2025.....	65

Lista de cuadros

Cuadro 1. Costos de producción, ingreso neto y ganancia neta por kilogramo en la producción de aguacate en Xonotla, Puebla, 2025.....	63
---	----

Lista de anexos

Anexo 1. Costos de producción por hectárea en modelo agrícola convencional para el ciclo 2025.....	76
Anexo 2. Costos de producción por hectárea en modelo agrícola tradicional para el ciclo 2025.....	77

ABREVIATURAS UTILIZADAS

CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
COFECE	Comisión Federal de Competencia Económica
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
EPRS	European Parliamentary Research Service
FAO	Food and Agriculture Organization
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
HAMZ	H. Ayuntamiento del Municipio de Zacatlán
INDS	Instituto Nacional de Desarrollo Social
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
MACA	Modelo de Agricultura Convencional en Aguacate
MATA	Modelo de Agricultura Tradicional en Aguacate
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
S.C. de R.L. de C.V.	Sociedad Cooperativa de Responsabilidad Limitada de Capital Variable
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
UNEP	United Nations Environment Programme
UTP	Unidad Típica de Producción

DEDICATORIAS

A Dios

Por todas las bendiciones que me ha dado y por nunca dejarme solo, aún en los momentos y en las pruebas más difíciles; por orientar mis pasos y guiar mi camino.

A mi familia

A mi padre, por su cariño, esfuerzo y constante apoyo; por enseñarme el valor de la disciplina, la perseverancia y la constancia, virtudes que me orientan día con día.

A mi madre, por su cariño y sus sabios consejos, por enseñarme el valor de la fe, la nobleza y la generosidad, valores que me guían.

A mis hermanos, por su compañía, su apoyo incondicional y por creer siempre en mí.

A mis amigos

Quienes me han acompañado en este proceso, haciendo cada paso más ligero.

AGRADECIMIENTOS

A mi *alma mater*, la Universidad Autónoma Chapingo, y a la División de Ciencias Económico Administrativas (DICEA), por brindarme la oportunidad de formarme como profesionista durante la licenciatura y la maestría.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por el apoyo financiero durante el desarrollo de la presente investigación.

A la Dra. Leticia Myriam Sagarnaga Villegas, por su apoyo constante, su paciencia y, especialmente, por su contribución fundamental al desarrollo de esta investigación, la cual no habría sido posible sin su orientación.

A la Dra. Guadalupe Genoveva Elizalde López, por su valiosa ayuda, sus sugerencias y su permanente disposición, que contribuyeron de manera significativa al desarrollo de este trabajo.

Al Dr. José María Salas González por las sugerencias y observaciones que contribuyeron a mejorar esta investigación.

DATOS BIOGRÁFICOS



Norberto Caballero Ibañez nació en el Estado de México el 26 de junio de 1998. En 2016 ingresó a la Licenciatura en Administración y Negocios de la División de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma Chapingo, donde obtuvo el grado por mérito académico.

De 2021 a 2024 se desempeñó como gerente administrativo en la empresa Agro productos Alfa, S.A de C.V, ejecutando funciones de gestión contable, administración del capital humano y coordinación logística.

En 2024 ingresó al programa de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales de la División de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma Chapingo. Durante sus estudios desarrolló una investigación de grado orientada al análisis de la agricultura tradicional como alternativa a la agricultura convencional en la comunidad indígena de Xonotla, ubicada en el municipio de Zacatlán, Puebla. Los resultados de esta investigación fueron presentados en el II Congreso Internacional de Costos de Producción en el Sector Rural y en el Coloquio de Investigación y Posgrado FIC 2026-1.

RESUMEN GENERAL

EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD EN LA TRANSICIÓN HACIA LA AGRICULTURA TRADICIONAL EN UNIDADES PRODUCTIVAS DE PEQUEÑA ESCALA DE AGUACATE HASS¹

Las unidades de producción agrícola de pequeña escala enfrentan problemáticas derivadas del uso de insumos de origen industrial y de prácticas agrícolas convencionales, factores que repercuten negativamente en su rentabilidad y sostenibilidad. En este contexto, la transición hacia la agricultura tradicional se perfila como una alternativa para disminuir o revertir estos efectos. La presente investigación tuvo como objetivo analizar el impacto de las dimensiones económica y socioambiental de la transición de la agricultura convencional a la tradicional, centrándose en la producción de aguacate Hass, en la comunidad de Xonotla, Puebla. Se caracterizaron el sistema productivo y las prácticas de manejo implementadas por la Cooperativa Macehual Ahuacatl S.C de R.L. de C.V., mediante la aplicación de encuestas, implementación de panel de productores, y documentación de alternativas para la elaboración de bioinsumos de origen local. Los resultados obtenidos permitieron demostrar que esta transición posibilita un incremento en la rentabilidad y la viabilidad financiera de la actividad, ocasionando una reducción de 39 % de los gastos operativos, garantizando su sostenibilidad en el corto plazo, consolidando su viabilidad en el mediano y su paulatina permanencia a largo plazo. Así mismo, se proyecta una disminución y mitigación de los impactos ambientales y las problemáticas sociales vinculadas al uso de insumos y prácticas convencionales. Este estudio proporciona información valiosa para orientar la transición de modelos agrícolas dependientes de agroquímicos hacia sistemas basados en insumos y prácticas tradicionales, siendo aplicable en unidades de producción de características similares.

Palabras clave: agricultura convencional, pequeños productores, rentabilidad, sostenibilidad, viabilidad.

¹ Tesis de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, Universidad Autónoma Chapingo

Autor: Norberto Caballero Ibañez

Director de tesis: Dra. Leticia Myriam Sagarnaga Villegas

ABSTRACT

ASSESSMENT OF PROFITABILITY IN THE TRANSITION TO TRADITIONAL AGRICULTURE IN SMALL-SCALE HASS AVOCADO FARMS¹

Small-scale agricultural production units face challenges stemming from the use of industrial inputs and conventional agricultural practices, factors that negatively impact their profitability and sustainability. In this context, the transition to traditional agriculture is emerges as an alternative to mitigate or reverse these effects. The objective of this study was to analyze the economic and socio-environmental impacts of the transition from conventional to traditional agriculture, focusing on Hass avocado production in the community of Xonotla, Puebla. A characterization of the production system and the management practices implemented by the Macehual Ahuacatl S.C. de R.L. de C.V. Cooperative was developed through the administration of surveys, the establishment of a producer panel, and the documentation of alternatives for the production of locally sourced bio-inputs. The results demonstrated that this transition enables an increase in the profitability and financial viability of the operation, reflecting a 39% reduction in operating expenses, ensuring its sustainability in the short term, consolidating its viability in the medium term, and ensuring its gradual long-term permanence. Likewise, a reduction and mitigation of the environmental impacts and social issues associated with the use of conventional inputs and practices are projected. This study provides valuable information to guide the transition from agrochemical-dependent agricultural models to systems based on traditional inputs and practices, and is applicable to production units with similar characteristics.

Keywords: conventional agriculture, small-scale farmers, profitability, sustainability, viability.

¹ Thesis by Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, Universidad Autónoma Chapingo

Author: Norberto Caballero Ibañez

Thesis Advisor: Dra. Leticia Myriam Sagarnaga Villegas

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Antecedentes de la investigación

Aproximadamente 84% de las unidades de producción agrícola a nivel mundial operan en superficies iguales o inferiores a dos hectáreas. Estas unidades enfrentan desafíos ambientales, sociales y económicos, derivados de la adopción de modelos agrícolas convencionales, que comprometen la sostenibilidad a largo plazo de sus labores productivas (Lowder *et al.*, 2025). Se estima que 3.83 millones de hogares dependen de sistemas agroalimentarios sustentados en la agricultura de pequeña escala como principal medio de subsistencia (Davis *et al.*, 2023).

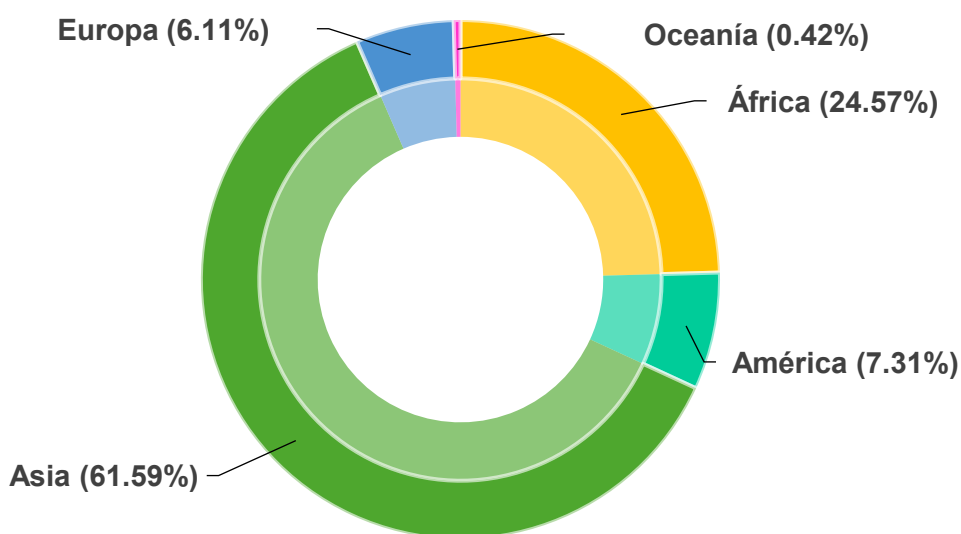


Figura 1. Hogares sustentados por sistemas agroalimentarios de pequeña escala
Fuente: elaboración propia a partir de datos de (Davis *et al.*, 2023).

En México, durante 2022 se reportaron 4.6 millones de unidades de producción; de las cuales, 56% corresponde a unidades de pequeña escala de hasta dos hectáreas (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2022).

Estas unidades produjeron alimentos mediante la aplicación de conocimientos y practicas tradicionales, durante aproximadamente 10,000 años, hasta la segunda mitad del siglo XX, cuando la agricultura se orientó a un nuevo modelo productivo basado en el uso intensivo de la tierra. Este cambio de paradigma respondió a la aparición de un periodo de transformación agrícola conocido como “Revolución Verde”, que consistió en la adopción de tecnologías para el incremento de la productividad agrícola como pesticidas, fertilizantes y variedades de semillas híbridas (Gliessman, 2014).

En México, la Revolución verde se instauró formalmente en 1943 mediante un convenio entre la Secretaría de Agricultura y Fomento y la Fundación Rockefeller, orientado al fitomejoramiento de cultivos básicos, particularmente maíz y trigo. Este acuerdo marcó el inicio de la transición hacia sistemas agrícolas convencionales, cuya adopción se extendió a diferentes regiones y cultivos del país (Herrera, 2013).

En las décadas siguientes, su adopción se abrió paso paulatinamente por la República Mexicana, particularmente en comunidades agrícolas rurales e indígenas caracterizadas por una elevada vulnerabilidad socioeconómica, lo que desplazó progresivamente las prácticas agrícolas tradicionales para dar paso a modelos productivos basados en el uso de agroquímicos (Bernardino *et al.*, 2017).

Estos sistemas productivos desencadenaron diversas problemáticas ambientales, sociales y económicas, cuyos efectos recayeron principalmente en pequeños productores de escasos recursos. En materia ambiental, destacaron la contaminación edáfica e hídrica, el incremento en la resistencia a plaguicidas y la pérdida de biodiversidad. Paralelamente, en el ámbito social, se identificaron riesgos a la salud de la población asociados a la contaminación de alimentos y la exposición directa o indirecta a agentes tóxicos. Desde la perspectiva económica, estos impactos dieron lugar a una marcada dependencia de insumos sintéticos, una reducción de la productividad agrícola derivada de la degradación del suelo

y un patrón de crecimiento económico polarizado que desfavorecía la producción a pequeña escala (De Gortari, 2020).

Lo anterior desencadenó corrientes de oposición a los cambios inducidos por la Revolución Verde en la agricultura mexicana, encabezadas por productores de pequeña escala, ambientalistas e investigadores. Dichas corrientes impulsaron la revalorización de los sistemas de producción tradicionales e indígenas, relegados por este periodo de transformación (Gliessman, 2014).

Esta revalorización promovió una nueva concepción de la agricultura tradicional, al reconocerla como un sistema de producción sostenible. Diversos estudios evidenciaron que esos sistemas eran capaces de mantener un equilibrio entre la productividad agrícola y la conservación del medio ambiente, mediante una menor dependencia de insumos externos y la producción local de bioinsumos (Bustamante *et al.*, 2017).

En este contexto, la agricultura tradicional comenzó a perfilarse como una alternativa al modelo convencional, consolidado ya como el sistema de producción agrícola predominante a diferentes escalas productivas del país, tras la Revolución Verde.

1.2 Planteamiento del problema

El modelo convencional agrícola instaurado en México, a partir de la Revolución Verde, ha generado una alta dependencia al uso de insumos de origen industrial. Actualmente, 67.4% de las unidades de producción agrícola utiliza fertilizantes químicos, 59 % emplea herbicidas sintéticos y 45.7 % utiliza insecticidas (INEGI, 2020).

Si bien, el uso de fertilizantes inorgánicos promueve el crecimiento y la productividad de los cultivos debido a la rápida disponibilidad de sus nutrientes, y los pesticidas químicos han mostrado ser una herramienta efectiva para el control de plaga (Fagúndez *et al.*, 2025; Zepeda, 2018), su implementación ha generado efectos adversos en la agricultura. Dichos efectos impactan

particularmente a las unidades de producción de pequeña escala y a los productores indígenas (Gliessman, 2014).

Entre las principales problemáticas destacan, en el ámbito económico, los elevados costos en adquisición de insumos químicos, situación que afecta al 88% de las unidades de producción. En el ámbito ambiental, 30% de estas unidades reporta pérdida de fertilidad del suelo, problemática asociada al uso intensivo de agroquímicos. A ello se suma que 40.02% de los productores reporta bajos precios de venta de sus cosechas (INEGI, 2023).

Estas problemáticas ambientales, sociales y económicas afectan a las unidades de producción de pequeña escala, comprometiendo su sostenibilidad en el tiempo. Esta situación cobra particular relevancia si se considera el perfil de los productores mexicanos; 72.8 % se encuentra en un rango de edad mayor de 45 años; 55.1 % carece de instrucción formal o solo ha cursado educación primaria; y 46.6% del total es de ascendencia indígena (INEGI, 2023).

Ante estos desafíos, se reconoce el papel de la agricultura tradicional como una alternativa para mitigar los impactos derivados de la agricultura convencional (Chávez y Armas, 2024). Por ello, resulta fundamental abordar esta transición desde los beneficios concretos que supone el cambio hacia un modelo productivo basado en la elaboración local de insumos y la implementación de prácticas tradicionales.

Con base en lo anterior, se propone el análisis de los efectos de la transición de la agricultura convencional a la tradicional desde sus dimensiones ambiental, social, y particularmente económica, pues en esta última radica la viabilidad del modelo.

1.3 Justificación

La producción del cultivo de aguacate Hass ha mostrado un crecimiento constante durante la última década, con una tasa media anual de crecimiento de 7.7 %. Este incremento no solo se ha traducido en la expansión de la superficie

sembrada en las principales entidades productoras, sino también en la extensión del cultivo hacia otros estados de la República, entre los que destaca Puebla, que actualmente ocupa en el sexto lugar en producción nacional (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2024), y el tercero en número de unidades agrícolas dedicadas a este cultivo (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), 2024).

La producción agrícola de esta entidad federativa se caracteriza por una acentuada dependencia de los insumos de origen sintético, derivada de la adopción de las prácticas impulsadas por la Revolución Verde desde la década de 1980 (H. Ayuntamiento del Municipio de Zacatlán (HAMZ), 2010). En el estado de Puebla, 67.4% de las unidades de producción agrícola emplea fertilizantes sintéticos, mientras que 59 % recurre a herbicidas y 45.7 % a plaguicidas (INEGI, 2019).

De manera paralela, entre las principales problemáticas reportadas en las unidades de producción agrícola de esta entidad federativa, destacan los altos costos de adquisición de insumos sintéticos como fertilizantes y plaguicidas, con una participación de 79.1 % en los costos totales, así como secuelas asociadas al uso de agroquímicos, como la pérdida de fertilidad del suelo, con un 27.9 % (INEGI, 2019).

Lo anterior adquiere particular relevancia al considerar el caso de Xonotla, una localidad indígena dedicada al cultivo de aguacate en el municipio de Zacatlán, Puebla; cuya actividad agrícola se desenvuelve bajo un modelo de producción convencional. Esto ocurre en un contexto caracterizado por el desarrollo de labores de campo en unidades de producción menores a dos hectáreas, marcadas por un acceso limitado a la tecnología, una reducción continua del precio de venta de la producción y un mercado laboral limitado (HAMZ, 2010).

En consecuencia, se propone evaluar la agricultura tradicional como una alternativa al modelo de producción convencional, especialmente para la Cooperativa Macehual Ahuacatl S.C de R.L. de C.V., ubicada en la comunidad

de Xonotla, Puebla. A través de la implementación de paneles de productores se pretende identificar el impacto sobre la rentabilidad y la viabilidad financiera asociados a la transición de un modelo dependiente de insumos sintéticos hacia uno basado en la elaboración local de bioinsumos y basado en prácticas agrícolas tradicionales

1.3.1 Objetivos de investigación

General

Evaluar la transición de la agricultura convencional a la tradicional en la producción de aguacate Hass en Xonotla, Puebla, evaluando los efectos de sus dimensiones económicas y socioambientales sobre la rentabilidad y sostenibilidad del sistema productivo.

Particulares

- Caracterizar el sistema de producción y las prácticas agrícolas del modelo empleado por la Cooperativa Macehual Ahuacatl S.C de R.L. de C.V. para el cultivo de aguacate Hass.
- Determinar la estructura costos de producción e ingresos de los modelos de producción convencional y tradicional en la cooperativa.
- Analizar el impacto económico sobre la rentabilidad y la viabilidad financiera derivado de la transición del modelo convencional al modelo agrícola tradicional.

1.3.2 Hipótesis de investigación

El modelo agrícola convencional implementado por la Cooperativa Macehual Ahuacatl S.C. de R.L. de C.V. para la producción de aguacate Hass tiene alta dependencia de insumos sintéticos externos, lo que condiciona su actividad

productiva y su permanencia ante el incremento en los precios de dichos insumos.

El modelo agrícola tradicional reduce significativamente los costos de producción respecto al modelo convencional mediante el uso de bioinsumos de elaboración local, lo que compensa eventuales variaciones en el rendimiento y genera un mayor margen de utilidad para los productores.

La transición del modelo convencional al modelo agrícola tradicional incrementa la rentabilidad y consolidará la viabilidad financiera de la actividad productiva de los miembros de la cooperativa.

1.4 Estructura del documento

La tesis se compone de cuatro capítulos, articulados de manera secuencial:

El capítulo uno corresponde a la introducción general. En él se contextualiza el problema de investigación a partir de sus antecedentes, se presentan los objetivos particulares y generales de la investigación; se formula la hipótesis y se expone la justificación del estudio.

El segundo capítulo presenta el marco teórico de la investigación. Se divide en dos apartados principales: el primero aborda el modelo de producción convencional, sus antecedentes históricos y las problemáticas ambientales, sociales y económicas que lo caracterizan. El segundo examina la agricultura tradicional, su contexto histórico y los beneficios que aporta su implementación.

El tercer capítulo presenta los resultados del trabajo de campo. En este capítulo se presenta el artículo científico “Transición hacia agricultura tradicional en productores indígenas de aguacate”, enviado en 2026 a la revista Geografía agrícola para su revisión y publicación. Este estudio realiza un análisis comparativo de la estructura de costos e ingresos entre la agricultura convencional y la tradicional mediante paneles de productores, tomando como caso de análisis a la Cooperativa Macehual Ahuacatl S.C de R.L. de C.V., ubicada

en la comunidad de Xonotla, Puebla. A partir de dicho análisis, se evalúa la rentabilidad y la viabilidad financiera de la transición del modelo convencional al tradicional.

El último capítulo presenta las conclusiones generales de la investigación.

2 CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

Marco teórico y conceptual

Se presentan las consideraciones teóricas y conceptuales que respaldan el análisis de la investigación. Estas incluyen la agricultura convencional y la agricultura tradicional, así como su impacto en los ámbitos ambiental, social y económico. Estos elementos influyen en la productividad y la rentabilidad de las actividades agrícolas, particularmente en productores en condiciones de vulnerabilidad social y económica, como los productores de pequeña escala y los productores indígenas.

2.1 Agricultura convencional

La agricultura convencional es un modelo de producción agrícola adoptado desde la década de 1950 en los países de Latinoamérica a través de instituciones financieras internacionales y fortalecido mediante diferentes políticas agrarias estatales, como un modelo de “alta eficiencia” (Madrid, 2024). Este modelo agrícola surgió como respuesta a los cambios en la agricultura ocurridos en México entre las décadas de 1940 y 1970, conocidos como la “Revolución verde”, un fenómeno caracterizado por la adopción de variedades mejoradas de cultivos, la implementación del monocultivo, el uso intensivo de agua para riego; así como, la adopción de avances científicos e industriales orientados al desarrollo y producción de fertilizantes y plaguicidas químicos, con el propósito de incrementar la productividad agrícola (Huerta *et al.*, 2018).

Al introducir variedades mejoradas, implementar sistemas de riego e incluir el uso de plaguicidas y fertilizantes industriales en los cultivos básicos, el desarrollo de programas de mejora genética y la producción de insumos agrícolas, la agricultura convencional se consolidó como un modelo productivo capaz de aumentar la productividad del sector agrícola (Huerta *et al.*, 2018).

El término “agricultura convencional” comenzó a emplearse para distinguir el modelo agrícola predominante hasta la década de 1970 de los sistemas productivos alternativos, que surgieron como respuesta a las problemáticas ambientales y sociales provocadas por la intensificación agrícola, impulsada por la Revolución Verde (Assis y Romeiro, 2002).

La agricultura convencional se caracteriza por la aplicación de sistemas productivos basados en el uso de insumos externos, tales como fertilizantes, plaguicidas y combustibles fósiles, utilizados con el propósito de incrementar los rendimientos de los cultivos y elevar los niveles de producción; con ello es posible atender demandas de diferentes escalas (Marcial *et al.*, 2024).

De acuerdo con Arce (2020), la agricultura convencional puede definirse como un modelo basado en el uso intensivo de insumos externos de origen industrial, en el que la producción agrícola depende, de manera parcial o total, de la aplicación de sustancias químicas sintéticas. Este sistema se caracteriza por un alto nivel de industrialización y una limitada consideración de los ciclos naturales. En consecuencia, la dependencia de insumos de origen sintético y su uso indiscriminado puede generar riesgos potenciales para el medio ambiente (Sérgio *et al.*, 2014) .

Problemáticas

A pesar de los beneficios atribuidos a la agricultura convencional, este modelo productivo también ha generado diversas problemáticas de carácter social, ambiental y económico. Dichos efectos pueden comprometer la sostenibilidad de la actividad agrícola y limitar la permanencia de la actividad, especialmente de agricultores en condiciones de mayor vulnerabilidad, como los productores de pequeña escala y productores de origen indígena. Estos actores son progresivamente más dependientes del uso de agroquímicos y plaguicidas para alcanzar niveles de producción que les permita insertarse en los mercados agrícolas (Sánchez y Betanzos, 2006). Adicionalmente son más susceptibles a los efectos del cambio climático, a los riesgos para la salud ocasionados por la

manipulación de agroquímicos, a la volatilidad de precios de los insumos agrícolas y a la disminución de la rentabilidad de unidades de producción.

2.1.1 Problemáticas ambientales

Las problemáticas ambientales representan una de las principales críticas al modelo de agricultura convencional. La dependencia de fertilizantes, plaguicidas y otros insumos sintéticos ha generado impactos significativos sobre el suelo, el agua, el aire y la biodiversidad, además de contribuir al desarrollo de resistencia en plagas y al aumento a las emisiones de gases de efecto invernadero (Tscharntke *et al.*, 2012).

Este aspecto adquiere especial relevancia debido a que, durante las últimas décadas, el uso de plaguicidas y fertilizantes químicos en México ha aumentado de manera significativa, situando al país entre los principales consumidores de insumos sintéticos para la producción agrícola a nivel mundial y ocupando el undécimo lugar en consumo (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2025).

2.1.1.1 Contaminación del suelo

En la agricultura, el uso de agroquímicos genera diversas afectaciones en los agroecosistemas donde se emplea. Entre los principales efectos en el suelo, se encuentra el deterioro de su estructura, la aceleración de los procesos erosivos, la reducción de la fertilidad y el incremento de la salinización, condiciones que comprometen tanto su funcionalidad ecológica como su productividad agrícola (Jing *et al.*, 2025). En este sentido Nava *et al.* (2011) señalan que, aunque el uso de fertilizantes aporta micronutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, su aplicación contribuye a la acumulación de metales pesados tóxicos en la cadena de producción, generando riesgos potenciales para los agroecosistemas y la cadena alimentaria.

Loyde *et al.* (2022), sostienen que, con la aplicación de fertilizantes y el uso de pesticidas, se introducen en el suelo pequeñas cantidades de compuestos

tóxicos cuya acumulación puede generar efectos adversos sobre el ambiente, al modificar sus propiedades químicas, particularmente el pH, favorecer procesos de degradación y alterar las comunidades de organismos que desempeñan funciones esenciales para el mantenimiento de la fertilidad y el equilibrio de los ecosistemas del suelo.

Yasir *et al.* (2025), sostienen que posterior a su aplicación al suelo y al cultivo, los insumos de origen sintético experimentan procesos de degradación y transformación, cuyos residuos generan efectos sobre el suelo. Los subproductos provocados por la degradación de los plaguicidas alteran las comunidades microbianas, interfieren con el ciclo de nutrientes y afectan la descomposición de la materia orgánica. Estas modificaciones repercuten negativamente en la estructura, la capacidad de retención de agua y la fertilidad del suelo, comprometiendo su salud y el funcionamiento adecuado del ecosistema.

La degradación del suelo constituye una problemática relevante en México, donde se estima que aproximadamente 44.9% de los suelos agrícolas presentan evidencias de deterioro. De este porcentaje, 17.8% tiene afectaciones por degradación química, originadas por la aplicación de insumos de fertilizantes (Loyde *et al.*, 2022). En este contexto, el uso de fertilizantes químicos nitrogenados en la agricultura mexicana ha sido señalada como una de las prácticas responsables de estos procesos de deterioro.

2.1.1.2 Contaminación del agua

Además de los efectos negativos sobre el suelo, vinculados principalmente al uso intensivo de insumos de origen industrial, se suma la contaminación de los recursos hídricos. En este contexto, la agricultura convencional ha sido señalada como una de las principales actividades humanas responsables de este tipo de contaminación (Rojas *et al.*, 2019).

El uso intensivo de fertilizantes y plaguicidas en los sistemas agrícolas convencionales se encuentra directamente relacionado con prácticas de manejo

inadecuadas o con la aplicación excesiva de insumos. Diversos estudios han evidenciado que la expansión e intensificación de la actividad agrícola se asocia con un incremento en el uso de fertilizantes y, en consecuencia, con el aumento de las concentraciones de nitratos en los cuerpos de agua.

La contaminación del agua asociada al uso de fertilizantes puede originarse tanto por fuentes puntuales como difusas. No obstante, en la actividad agrícola predomina la contaminación de tipo difuso, la cual ocurre cuando los compuestos nitrogenados presentes en fertilizantes son transportados desde el suelo hacia cuerpos de agua superficiales y subterráneos mediante procesos de lixiviación. Este mecanismo de transporte difuso convierte a agricultura en una de las principales fuentes de contaminación por nutrientes en los recursos hídricos (Eugercios *et al.*, 2017).

De forma similar, el uso de plaguicidas sigue una tendencia comparable, dado que su uso intensivo está asociado con prácticas de manejo inadecuadas, como la selección incorrecta de insumos, el almacenamiento deficiente y el mal manejo de residuos y desechos (Mateo y Burke, 2017). El empleo de plaguicidas se encuentra directamente relacionado con la contaminación del agua, principalmente por procesos de escorrentía. En este proceso, aunque el suelo retiene gran parte de los compuestos sintéticos por su alta afinidad, los cuerpos de agua superficiales, así como los subterráneos, son susceptibles a su contaminación (Syafrudin *et al.*, 2021).

De acuerdo con Ahmed y Hayes (2025), el rápido incremento en uso de fertilizantes agrícolas ha contribuido a la degradación de la calidad del agua en cuencas agrícolas, donde las concentraciones de nitrato han superado los 10 mg/L, excediendo el valor de concentración de 2.5 mg/L establecido por la Organización Mundial de la Salud para el agua potable.

En México se ha documentado la presencia de numerosos residuos de plaguicidas en aguas superficiales y subterráneas asociadas a zonas agrícolas. De acuerdo con el Diagnóstico sobre la Contaminación por Plaguicidas en Agua

Superficial, Agua Subterránea y Suelo, elaborado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, se detectaron 58 compuestos sintéticos en aguas superficiales y 24 en aguas subterráneas en 23 de las 32 entidades federativas, lo que evidencia la amplia dispersión de estos contaminantes en los recursos hídricos a nivel nacional (Martínez y Gavilán, 2019).

2.1.1.3 Pérdida de biodiversidad

Sumado a las problemáticas ambientales generadas principalmente por el uso intensivo de insumos industriales en la agricultura convencional, se añade la pérdida de biodiversidad como un impacto significativo de este modelo productivo.

El uso intensivo de agroquímicos, como plaguicidas, puede generar efectos negativos sobre diversos servicios ecosistémicos, particularmente aquellos relacionados con la polinización, la funcionalidad del suelo y el control de plagas. Estos impactos pueden alterar el equilibrio ecológico de los agroecosistemas y provocar reducciones significativas en las poblaciones de organismos clave para el mantenimiento de dichos servicios (United Nations Environment Programme (UNEP), 2021).

Este aspecto adquiere especial relevancia considerando que, en un periodo relativamente corto, el uso de plaguicidas sintéticos creció sustancialmente. En particular, entre 1992 y 2016, su implementación en México aumentó en un 97.7%, lo que evidencia una tendencia hacia la intensificación del uso de insumos sintéticos en los sistemas agrícolas (Food and Agriculture Organization (FAO), 2018).

Además, el uso de plaguicidas y fertilizantes, suele asociarse con la reducción de la cobertura vegetal superficial, situación que contribuye a la disminución de materia orgánica en el suelo. Este proceso se traduce en una reducción de la abundancia y diversidad de la fauna edáfica (Jing *et al.*, 2025).

Basar la producción en insumos sintéticos, evidencia una aparente incongruencia en los procesos de intensificación agrícola, ya que, si bien, favorece incrementos en el rendimiento a corto plazo, dichos beneficios se obtienen a costa de la pérdida de polinizadores y depredadores naturales de plagas, lo que debilita la estabilidad de los cultivos, lo que a su vez incrementa la dependencia de insumos industriales para el control fitosanitario, reforzando un círculo vicioso que compromete la sostenibilidad de la actividad productiva a largo plazo (Jing *et al.*, 2025).



Figura 2. Trampa de los procesos de intensificación agrícola

Fuente: elaboración propia a partir de datos de (Jing *et al.*, 2025).

2.1.2 Problemáticas sociales

Sumado a los impactos ambientales, la implementación de modelos agrícolas basados en el uso de insumos externos también ha generado diversas problemáticas de carácter social, que afectan principalmente a los pequeños productores y a las comunidades indígenas. Entre las principales se encuentran, los riesgos a la salud de los productores, asociados a la exposición de productos de origen industrial y la migración.

2.1.2.1 Efectos sobre la salud humana

Los plaguicidas se asocian con el desarrollo de diversas enfermedades y afecciones en la salud humana. Dichos efectos pueden variar en función del tipo

de compuesto, el tiempo y la frecuencia de exposición, así como la dosis involucrada. La entrada de estos productos al organismo humano puede ocurrir por diferentes vías, principalmente a través exposición con la piel, inhalación, contacto ocular e incluso la gestión oral. El uso de equipo de protección personal, como guantes y mascarillas, reduce esta exposición; sin embargo, su adopción es limitada entre pequeños productores debido a restricciones económicas (Dhankhar y Kumar, 2023).

Productores expuestos a insumos químicos en la agricultura, pueden presentar diversas afecciones agudas, entre las que destacan: irritación ocular, enrojecimiento e irritación dérmica, visión borrosa, dificultades respiratorias. Mientras que la exposición crónica y prolongada, ha sido relacionada con un mayor riesgo de desarrollo de enfermedades crónicas, incluyendo distintos tipos de cáncer (Dhankhar y Kumar, 2023).

Los efectos sobre la salud no se restringen a las personas con exposición ocupacional directa a los plaguicidas, pues también pueden afectar a la población en general. Esta exposición indirecta ocurre principalmente a través del consumo de alimentos con residuos de plaguicidas, mediante el consumo de agua proveniente de cuerpos de agua superficiales y subterráneos contaminados por agroquímicos o por la acumulación en el medio ambiente. Dichos riesgos pueden manifestarse en diferentes lapsos de tiempo, a corto plazo con dolores de cabeza, náuseas, mareos e irritación dérmica y ocular; y a largo plazo mediante el desarrollo de enfermedades crónicas como cáncer, asma y diabetes (Shekhar *et al.*, 2024).

En este contexto, la FAO (2022), señala que la exposición a insumos agrícolas, particularmente a los plaguicidas, representa una problemática que afecta especialmente a los pueblos indígenas. La exposición a estos productos puede ocasionar efectos severos sobre la salud, como la esterilidad, leucemia y un incremento en la incidencia de distintos tipos de cáncer tanto en niños como adultos. La situación es particularmente preocupante en las comunidades indígenas, donde la exposición a plaguicidas provoca una mayor mortalidad

infantil por intoxicación, así como un aumento en afectaciones a la salud materna y malformaciones congénitas.

Diversos territorios indígenas a nivel global presentan una alta exposición a agroquímicos, con efectos adversos en salud reproductiva y con posibles riesgos intergeneracionales originados por la exposición continua a estos compuestos (International Indian Treaty Council (IITC), 2023).

2.1.2.2 Migración

La migración es una de principales consecuencias en la agricultura convencional, consecuencia de la disminución de rentabilidad en la actividad y como resultado del incremento en los costos de producción. En este contexto, la migración se convierte en una estrategia de adaptación y subsistencia utilizada por los productores indígenas para enfrentar las limitaciones económicas y productivas que afectan la viabilidad de sus unidades de producción (Juárez, 2015).

La baja rentabilidad, producto de los altos costos de producción, en conjunto con condiciones de alta marginación y pobreza, limita la continuidad y sostenibilidad de sus actividades productivas e incentiva la migración hacia otros territorios en búsqueda de mejores oportunidades de ingreso y subsistencia. Este fenómeno se observa particularmente en sectores vulnerables, como las personas de mayor edad y aquellos productores con menor superficie agrícola, quienes tienen mayores limitaciones para sostener la actividad productiva y, por tanto, son más propensos a recurrir a la migración interna, interregional o internacional (Juárez, 2015).

Este fenómeno tiene implicaciones directas en la seguridad alimentaria y la salud de las comunidades de origen, al reducir la disponibilidad de mano de obra, debilitar los sistemas locales de producción de alimentos y afectar la continuidad de las actividades productivas. Estas consecuencias recaen principalmente sobre sectores en situación de vulnerabilidad, quienes enfrentan condiciones de desigualdad económica y pobreza (Skinner *et al.*, 2016).

Los productores indígenas se dedican a otras actividades alternativas o migran hacia zonas urbanas u otros países, en busca de oportunidades laborales que les permitan mejorar su calidad de vida (FAO, 2021).

Aproximadamente 43% de los trabajadores agrícolas mexicanos perciben ingresos inferiores al salario mínimo legal. Ante esta situación, una proporción importante de trabajadores y pequeños productores, enfrenta limitaciones para sostener la actividad agrícola como principal fuente de ingresos, por lo que recurren al abandono temporal o permanente de sus tierras de cultivo y a la migración hacia actividades agrícolas vinculadas con mercados de exportación, principalmente en regiones del norte del país y en el extranjero. Entre las principales entidades de origen de esta población se encuentran Michoacán, Jalisco, Estado de México, Puebla, Veracruz y Chiapas (Instituto Nacional de Desarrollo Social (INDS), 2020).

Los desafíos que origina el fenómeno de la migración van más allá del aspecto económico, ya que también afectan la continuidad de las prácticas agrícolas y del conocimiento tradicional dentro de las comunidades indígenas. A medida que las generaciones más jóvenes emigran, se debilita la transmisión intergeneracional de saberes agrícolas y de prácticas productivas tradicionales (Lugo *et al.*, 2024).

2.1.3 Problemáticas económicas

La expansión de modelos productivos intensivos genera múltiples desafíos para productores agrícolas con pequeñas extensiones de tierra, productores con bajo nivel tecnológico y comunidades indígenas que practican la agricultura convencional. Entre las principales afectaciones se encuentran el aumento de los costos de producción, la limitada capacidad de influir en los precios de venta y la reducción de la rentabilidad de sus actividades productivas.

2.1.3.1 Encarecimiento de insumos productivos

Los productores de pequeña escala, quienes componen un pilar fundamental para la seguridad alimentaria en diversos países en desarrollo, se ven

particularmente afectados por la inestabilidad en el precio de agroquímicos, así como los efectos derivados de la inflación (FAO, 2023). Los insumos de origen industrial, tales como fertilizantes, plaguicidas, herbicidas y combustibles, son especialmente sensibles a los efectos de la inflación, de modo que su aumento de precio repercute negativamente en los costos de los sistemas de producción agrícola (Caicedo, 2023).

Problemáticas de carácter global y geopolítico, como la interrupción del transporte y del comercio de insumos utilizados en la agricultura intensiva durante 2020 a raíz de la pandemia por COVID-19, así como la intervención militar de Rusia, uno de los principales países exportadores de fertilizantes a nivel mundial, han provocado incrementos en los precios de los insumos inorgánicos. En particular, estos incrementos tuvieron impactos significativos en el sector agrícola, específicamente en los sistemas productivos de pequeña escala o de baja tecnificación, los cuales presentan una mayor vulnerabilidad ante las fluctuaciones del precio de estos insumos (Amankwah *et al.*, 2024).

En este contexto, los agricultores de pequeña escala que practican modelos de producción intensivo, como la agricultura convencional, requieren implementar estrategias para afrontar el incremento en costos de producción. Entre las principales se encuentran la reducción en el uso de insumos agrícolas, el aplazamiento de inversiones mediante el retraso de los ciclos productivos y, en casos severos, el abandono temporal o definitivo de la actividad agrícola (Swinnen y Kuijpers, 2020).

Autores como Amankwah *et al.* (2024) señalan que, productores en condición de vulnerabilidad pueden recurrir a estrategias más extremas para sostener sus actividades productivas, tales como: la contratación de préstamos, la venta de activos propios para financiar la compra de insumos o la reducción de las superficies de cultivo; decisiones que pueden incrementar su vulnerabilidad ante futuros shocks económicos. La disminución de la superficie cultivada se encuentra estrechamente relacionada con una reducción de los ingresos agrícolas (Ozaki *et al.*, 2026).

El incremento en los costos de agroquímicos puede limitar el acceso de los pequeños productores a estos, obligándolos a reducir las dosis de aplicación o a prescindir de algunos de ellos, como consecuencia, pueden producirse disminuciones en la productividad y en la calidad de sus cosechas. En contraste, los productores de mediana y alta escala, que cuentan con acceso a tecnologías productivas como riego, fertilización controlada y manejo sintético de plagas, tienden a mantener su productividad sin alteración de sus actividades productivas frente al aumento en los precios de los insumos (Caicedo, 2023).

Esta situación adquiere especial relevancia en el caso de los productores indígenas, para quienes los agroquímicos, particularmente fertilizantes y plaguicidas, constituyen el principal componente de los costos de producción. Por lo que para ellos el gasto asociado a dichos insumos puede superar 70% de los costos totales, lo que evidencia no solo una alta dependencia en el uso de insumos externos, sino también una significativa exposición a la volatilidad de sus precios (Vásquez *et al.*, 2021).

2.1.3.2 Limitaciones en la transferencia de costos al precio final

Los productores indígenas enfrentan un acceso limitado a los mercados para la comercialización de sus productos debido a los escasos de vínculos comerciales, la insuficiencia de canales de comercialización y el limitado acceso a información. Como resultado, suelen tener un control limitado sobre el precio de venta debido a su reducido poder de negociación. Así que, con frecuencia comercializan su producción a través de intermediarios, quienes retienen una parte significativa de sus ganancias (FAO, 2021). En México, una porción significativa de los productores agrícolas comercializa sus productos a través de intermediarios, ya sea por su especialización en la cadena de distribución o debido a que los productores carecen de infraestructura, transporte o conocimientos suficientes sobre los procesos de comercialización (Chavarín, 2019).

La presencia de intermediarios en los sistemas de comercialización agrícola es un factor que limita la capacidad de los pequeños productores para trasladar el

incremento en los costos de los insumos al precio de venta. En la mayoría de los casos, son los intermediarios quienes determinan el precio de compra, sin considerar el aumento en los costos reales de producción, reduciendo los márgenes de ganancia de los productores (Caicedo, 2023).

Aun en los escenarios donde el intermediario actúa como tomador de precios y los pequeños productores conservan cierta capacidad de negociación en la venta, este sigue influyendo en los distintos eslabones de la cadena del producto, generando efectos negativos directos sobre los productores. Así mismo, cuando el intermediario posee el poder de mercado para fijar el precio de compra, dichos impactos negativos se intensifican aún más (Chavarín, 2019).

De acuerdo con la Comisión Federal de Competencia Económica (COFECE) (2016), la asimetría en el poder de negociación entre los productores e intermediarios tiende a intensificarse en la medida en que estos últimos poseen mayor tamaño o concentración de mercado. Esta situación se agrava cuando los productores operan en una escala productiva pequeña, carecen de organización colectiva o disponen de información limitada sobre los precios y otras variables del mercado frente a los intermediarios.

A esta problemática se suma el riesgo a las fluctuaciones del mercado y la imposición de estándares de calidad que, en muchos casos, no son compatibles con sus sistemas de producción de pequeña escala y bajo nivel de tecnificación. En este sentido, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2022) destaca que los pequeños productores presentan una elevada vulnerabilidad ante el incremento en los costos de los insumos sintéticos, debido principalmente a su limitada capacidad de negociación en los mercados de comercialización, así como a las restricciones en el acceso a financiamiento y seguros agrícolas.

2.1.3.3 Rentabilidad

La rentabilidad de la actividad agrícola depende de la interacción de factores económicos, productivos y ambientales, entre los que destacan las fluctuaciones en el precio de los productos agrícolas, las variaciones en las condiciones climáticas y la capacidad de gestión de los costos de producción (Casanova *et al.*, 2023).

El incremento en los precios de los insumos agrícolas de origen industrial, como fertilizantes y plaguicidas, originado por factores globales y dinámicas de los mercados internacionales, constituye uno de los principales desafíos para la agricultura de pequeña escala. En particular, los pequeños productores enfrentan mayores limitaciones para reducir sus costos unitarios debido a su menor escala productiva, limitada capacidad de negociación, restricciones en el acceso a tecnologías productivas y mayor sensibilidad ante las variaciones en los precios de los insumos, factores que reducen su capacidad para mejorar márgenes de ganancia. En contraste, los productores de mayor escala poseen mayores posibilidades de amortiguar estos efectos mediante economías de escala, las cuales les permiten distribuir costos, negociar mejores condiciones de compra de insumos y acceder a mercados más favorables (Suárez *et al.*, 2025).

En el sector agrícola, los costos de producción constituyen un factor determinante de la rentabilidad. No obstante, su magnitud y efectos varían en función de diversos factores, entre los que destacan el tipo de cultivo, la escala de la unidad productiva y la capacidad de los productores para acceder e incorporar tecnologías que permitan mejorar la eficiencia productiva (Suárez *et al.*, 2025).

En la agricultura convencional, los costos de producción por hectárea en unidades de producción de pequeña escala tienden a ser mayores debido a su alta dependencia de insumos externos de origen industrial, lo que reduce los márgenes de ganancia de los pequeños productores. Schwentesius *et al.* (2021) señalan que este modelo productivo registra gastos operativos aproximadamente un 50% más elevados en comparación con sistemas basados en insumos

generados localmente, además de presentar una relación beneficio-costos 106% menor.

Sankar y Kumar (2022) señalan que los pequeños productores que emplean insumos inorgánicos en sus labores incurrir en costos de producción más elevados en comparación con modelos productivos que descartan el uso de estos insumos, como la agricultura orgánica.

Esta tendencia también se observa en unidades de producción de mediana escala, donde los sistemas agrícolas basados en el uso de insumos sintéticos presentan costos directos hasta 332% superiores en comparación con unidades productivas que emplean insumos de elaboración local y origen natural. Como resultado, la eficiencia económica de las unidades que practican agricultura convencional es 59% menor respecto a estos últimos sistemas alternativos, debido a la mayor dependencia de insumos externos y al incremento de los costos asociados a su adquisición (Feledyn Szewczyk y Kopiński, 2024).

Existen alternativas orientadas a incrementar la rentabilidad agrícola sin reducir los niveles de producción, la superficie cultivada o la intensidad de uso de insumos. Entre estas, la incorporación de tecnologías avanzadas, la mecanización mediante maquinaria de última generación y la implementación de sistemas de monitoreo representan estrategias con alto potencial para mejorar la eficiencia productiva. Sin embargo, el acceso a estas herramientas permanece limitado principalmente a productores de gran escala. En contraste, los pequeños productores y aquellos en condición de vulnerabilidad enfrentan restricciones económicas que dificulta su acceso a estas tecnologías, limitando su competitividad en un mercado donde la mecanización y la automatización se han convertido en factores determinantes para incrementar la rentabilidad (Suárez *et al.*, 2025).

No obstante, las limitaciones en el acceso a tecnologías avanzadas no excluyen la existencia de alternativas productivas capaces de mejorar la sostenibilidad y rentabilidad de las unidades de pequeña escala. Entre estas alternativas se

encuentran modelos productivos basados en una menor dependencia de insumos externos, mediante el uso de insumos de origen natural elaborados localmente, así como la implementación de prácticas productivas basadas en el conocimiento acumulado de los propios agricultores, particularmente de productores indígenas. Además de representar opciones económicamente más accesibles, estos modelos pueden contribuir a reducir los impactos ambientales asociados al uso intensivo de insumos de origen industrial (Marcial *et al.*, 2024)

Dentro de este conjunto de alternativas, destaca la agricultura tradicional como un modelo productivo caracterizado por el uso reducido de insumos y energía externa, el manejo basado en una comprensión profunda del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad, así como el aprovechamiento del conocimiento generado a través de la experiencia acumulada de los productores para el desarrollo de prácticas productivas adaptadas a las condiciones locales y la elaboración de insumos mediante recursos locales (Marcial *et al.*, 2024).

2.2 Agricultura tradicional

Los sistemas agrícolas tradicionales fueron desarrollados, conservados y practicados por comunidades locales y pueblos indígenas durante milenios, construyendo estrategias de producción basadas en el conocimiento acumulado y la adaptación al entorno. Estos sistemas representan alternativas viables, seguras y diversificadas frente a diversas problemáticas asociadas con los modelos agrícolas intensivos o modernos, como la contaminación del suelo y del agua derivada del uso excesivo de agroquímicos, así como la dependencia excesiva de insumos externos para sostener la producción agrícola (Sangha *et al.*, 2026).

De acuerdo con (FAO, 2009) la agricultura tradicional puede definirse como “aquellas prácticas agropecuarias indígenas, consecuencia de la evolución conjunta de los sistemas sociales y medioambientales autóctonos, que muestran un nivel alto de sentido ecológico expresado a través del uso intensivo de los

conocimientos y recursos naturales autóctonos, que incluyen la gestión de la agrobiodiversidad mediante sistemas agropecuarios diversificados”.

Este modelo se caracteriza por promover el reciclaje y aprovechamiento de los nutrientes dentro del sistema agrícola. Asimismo, aprovecha las interacciones ecológicas presentes en los agroecosistemas para regular las poblaciones de plagas evitando el uso de pesticidas químicos. De esta manera, favorece un uso más eficiente de los recursos disponibles, priorizando el aprovechamiento de recursos locales y disminuyendo la necesidad de insumos externos (Chávez y Armas, 2024).

Las prácticas asociadas a la agricultura tradicional están condicionadas por las características del territorio, los grupos sociales que las desarrollan y la disponibilidad de los recursos necesarios para su implementación. Sin embargo; estas prácticas comparten objetivos orientados al mantenimiento de la diversidad biológica, el reciclaje de nutrientes, así como la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales (Martínez, 2008).

Los sistemas agrícolas tradicionales desempeñan un papel fundamental en la seguridad alimentaria, al proporcionar alimentos a aproximadamente dos mil millones de personas anualmente. Además, estos contribuyen a la conservación de medios de vida locales y la preservación de conocimientos prácticos y expresiones culturales vinculadas al manejo del territorio (FAO, 2015a).

Su origen se remonta al proceso de transición de los grupos humanos nómadas hacia formas de vida sedentarias, particularmente durante la domesticación y cultivo de especies vegetales, lo que permitió el desarrollo de prácticas agrícolas adaptadas a las condiciones ambientales locales. Durante miles de años, este sistema mantuvo una estrecha relación con los ciclos naturales mediante el aprovechamiento de la biodiversidad y el manejo de los recursos disponibles. Sin embargo; con la implementación de la Revolución Verde, muchas de estas prácticas fueron sustituidas por modelos agrícolas intensivos basados en el uso de variedades mejoradas, fertilizantes sintéticos y plaguicidas, los cuales, aunque

incrementaron la productividad, también contribuyeron al desarrollo de problemáticas ambientales, sociales y económicas (Andrade C *et al.*, 2024).

La agricultura tradicional a pequeña escala representa un ejemplo de sistemas agrícolas sostenibles, caracterizados por la implementación de estrategias de manejo adaptadas a las condiciones del suelo, el agua y la biodiversidad local. Estas prácticas se fundamentan en complejos sistemas de conocimiento tradicional (Altieri y Nicholls, 2017).

De acuerdo con Hernández (1988), en México, la agricultura se practica principalmente en unidades de producción de pequeña escala, en la que prevalece el trabajo familiar y la escasa tecnificación y donde su producción se destinada al comercio y al autoconsumo.

2.2.1 Beneficios ambientales

Las prácticas agrícolas tradicionales contribuyen la sostenibilidad de los agroecosistemas, particularmente en contextos donde existen condiciones ambientales adversas como la presencia recurrente de heladas, las pendientes pronunciadas, la escasez de agua y, la fragilidad de los suelos (Madrid, 2024).

Estas prácticas incluyen la elaboración de insumos para el manejo de plagas y enfermedades a partir de plantas locales y materiales de origen natural y, la preparación del terreno mediante el uso de herramientas de bajo impacto ecológico como yunta y azadón (Madrid, 2024).

2.2.1.1 Manejo regenerativo del suelo

Una característica fundamental de la agricultura tradicional es la incorporación de materia orgánica en los terrenos de cultivo, esto favorece la mejora de las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Su implementación incrementa la retención de humedad del suelo, favorece su resistencia ante periodos de sequía al mismo tiempo que; mejora la infiltración, refuerza su estructura contra la erosión hídrica y eólica y estimula las poblaciones

microbianas, esenciales para el crecimiento de los cultivos (Nicholls y Altieri, 2019).

La adopción de estas prácticas regenerativas favorece el aumento de diversas comunidades microbianas y de organismos como lombrices y artrópodos, cuya actividad resulta esencial para el reciclaje de nutrientes y la generación de agregados estables en el suelo (Herrera, 2023).

Con la incorporación continua de residuos de cosecha, junto con el uso de cultivos de cobertura y bioinsumos, se aumenta el contenido de materia orgánica del suelo y se incrementa la capacidad de almacenamiento de agua. Según el tipo de suelo, un incremento del 1% de materia orgánica puede aumentar el agua disponible en el suelo hasta 1.5 litros por metro cuadrado (Magdoff y Van Es, 2000).

Prácticas tradicionales como el mantenimiento de la cubierta vegetal sobre el suelo después del barbecho; reducen la evaporación y permiten aumentar 4% la conservación del agua en el suelo, lo que equivale aproximadamente a 8 milímetros de lámina de agua (Nicholls y Altieri, 2019). (Mwenga *et al.*, (2025), reportan que la incorporación de materia orgánica, resulta benéfica para el suelo, ya que incrementa su contenido de humus, controla la obstrucción de nutrientes y estabiliza naturalmente su PH.

2.2.1.2 Uso de insumos de origen natural para la fertilización

Prácticas tradicionales, como la fertilización mediante insumos de origen orgánico reduce la dependencia de fertilizantes industriales, al ofrecer a los agricultores de subsistencia y pequeños productores una alternativa accesible frente al uso de insumos químicos convencionales. La aplicación de fertilizantes orgánicos, como compost, estiércol y otros materiales de origen natural, ha demostrado favorecer la disponibilidad de nutrientes en el suelo y mejorar el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos (Nkolisa *et al.*, 2025). También facilitan las actividades de laboreo, favorecen la porosidad e incrementan la

aireación y mejoran tanto la infiltración como la capacidad de retención de agua (Ramírez *et al.*, 2015).

En suma; constituyen una alternativa para complementar las necesidades nutricionales de las plantas mediante el aporte nutricional de insumos naturales de origen animal, vegetal o mineral (Carranza *et al.*, 2021).

La elaboración e implementación de insumos son resultado de la sabiduría y la experimentación de los agricultores a lo largo del tiempo. Representan una alternativa de gran importancia debido a que su elaboración requiere insumos de fácil acceso y procedimientos sencillos que pueden realizarse localmente. Su aplicación se ha extendido en diversos países la región de América Latina y el Caribe (FAO, 2010).

2.2.1.3 Uso de insumos de origen natural para el control fitosanitario

Otra práctica empelada en la agricultura tradicional es el uso de bioinsumos para el manejo fitosanitario, los cuales representan una alternativa al empleo de plaguicidas de origen industrial, debido a su capacidad para proteger los cultivos del ataque de plagas y enfermedades, además de favorecer el aporte de nutrientes (FAO, 2010).

Para el control de hongos se emplean biofungicidas, elaborados a partir de minerales y/o compuestos de vegetales, cuyas propiedades eliminan e inhiben el crecimiento de hongos y mohos responsables de enfermedades en las plantas. Estos bioinsumos se aplican principalmente mediante técnicas de aspersión y rociado. Su uso puede realizarse tanto de manera preventiva como correctiva (FAO, 2010).

Para el control de plagas en este sistema agrícola, se emplean alternativas de origen orgánico, como bioinsecticidas, que consisten en preparados elaborados a partir de sustancias naturales provenientes de plantas, frutas y minerales. Estos insumos presentan propiedades que permiten regular, controlar y eliminar las poblaciones de insectos considerados plaga en los cultivos. Entre sus principales

ventajas destacan su bajo riesgo para la salud humana, sus reducidos costos de elaboración, su rápida degradación en el ambiente y su menor riesgo para insectos benéficos que participan en la regulación natural de plagas y enfermedades (FAO, 2010).

2.2.1.4 Adaptación y mitigación de efectos de cambio climático

El cambio climático es una amenaza significativa para la agricultura al alterar la temperatura y precipitación. En consecuencia, la producción agrícola y la seguridad alimentaria tanto a nivel mundial como local se comprometen. Pese a que los efectos del cambio climático varían de una región a otra, estudios prevén que sus efectos y alcance afecten principalmente a países en desarrollo (Altieri y Nicholls, 2017). Los pequeños productores y los agricultores en situación de vulnerabilidad son particularmente susceptibles a los efectos de este fenómeno, debido a su posición geográfica, a sus escasos ingresos, a la dependencia de la agricultura como fuente de estos y a su limitado acceso a fuentes de subsistencia alternativas (Rosenzweig y Hillel, 2008).

Ante ello las prácticas agrícolas tradicionales son una alternativa viable a los efectos del cambio climático. Los pequeños productores que las adoptan demuestran su capacidad de adaptación a este fenómeno mediante el empleo de variedades locales tolerantes a las sequías, la captación de agua, los cultivos mixtos y técnicas de conservación del suelo (Altieri y Koohafkan, 2008). Prácticas de manejo de la agricultura tradicional, como la aplicación de fertilizantes orgánicos, el uso de cultivos intercalados y de cobertura, favorecen el secuestro de carbono del suelo en los sistemas agrícolas y constituyen una importante alternativa de mitigación (Altieri y Nicholls, 2017).

Las prácticas agrícolas tradicionales, sustentadas en conocimientos tradicionales transmitidos de generación en generación, representan estrategias de adaptación capaces de responder a los desafíos ambientales actuales, mediante el manejo sostenible de los recursos naturales y la resiliencia de las comunidades para adaptarse al cambio climático (Andrade C *et al.*, 2024).

Al basarse en métodos agrícolas indígenas, este sistema agrícola establece una estrecha relación con la tierra, el patrimonio cultural y el conocimiento local. De este modo, la agricultura tradicional se presenta como una alternativa capaz de hacer frente a los efectos del cambio climático por su enfoque centrado en la sostenibilidad, la resiliencia, la biodiversidad y el equilibrio ecológico (Mwenga *et al.*, 2025).

2.2.1.5 Reducción del impacto contaminante en el agua

Los sistemas agrícolas tradicionales desarrollados y empleados por comunidades locales e indígenas a lo largo de miles de años, ofrecen alternativas sostenibles y seguras para mitigar problemáticas ambientales originadas por el uso de insumos sintéticos, particularmente la contaminación y el uso intensivo los recursos hídricos (Sangha *et al.*, 2026).

La fertilización orgánica del suelo contribuye a mitigar la contaminación del agua, al reducir la lixiviación de nitratos hacia los mantos acuíferos subterráneos entre un 75% y un 99%, debido a la mineralización gradual realizada por los microorganismos presentes en su biomasa (González *et al.*, 2021).

Por otra parte, los cultivos intercalados constituyen una alternativa para favorecer la infiltración del agua a los mantos freáticos, al incrementar la diversidad radicular mediante la implementación de cobertura vegetal continua que regula el balance hídrico del suelo (Li *et al.*, 2025).

La incorporación de materia orgánica mejora la estructura del suelo y, con ello, reduce los procesos de escorrentía y lixiviación. Su efectividad, sin embargo, depende de la composición, la dosis de aplicación y el manejo del insumo. En particular, la incorporación de estiércoles, reduce la pérdida de nutrientes y sedimentos, además de mejorar la infiltración y retención del agua (Canning, 2026).

En este sentido, An *et al.* (2026), destaca que, en superficies de cultivo con pendientes pronunciadas, la sustitución de fertilizantes sintéticos por orgánicos

reduce la lixiviación y aumenta el grado de oxidación del suelo, reduciendo significativamente el riesgo de contaminación hídrica en unidades de producción con estas características.

Autores como Česonienė *et al.* (2023), señalan que las concentraciones de nitrógeno total (N), nitratos (NO₃-N), amonio (NH₄-N), fósforo total (P) y ortofosfatos (PO₄-P) en cuerpos de agua superficiales y subterráneas son significativamente menores en manejos agrícolas con manejo de insumos orgánicos que en aquellos que emplean fertilizantes de origen industrial.

2.2.1.6 Preservación de la biodiversidad

La biodiversidad constituye la base de los servicios ecosistémicos que mantienen la sostenibilidad de la agricultura, existe una estrecha relación entre ellas. Las labores productivas de la agricultura de pequeña escala, basadas en el uso de agroquímicos, enfrentan problemáticas de pérdida de biodiversidad. En este contexto, la integración de prácticas agrícolas tradicionales e indígenas, adaptadas a su propio contexto, representa una alternativa para el diseño de sistemas alimentarios ambientalmente sostenibles (Bisht *et al.*, 2020).

La biodiversidad proporciona servicios ecosistémicos que trascienden la producción de alimentos o la generación de ingresos: el reciclaje de nutrientes, la regulación del microclima y la hidrología local, todo ello contribuye a la desintoxicación del ecosistema frente a productos químicos dañinos utilizados en el manejo de plagas (Altieri, 1999).

Las prácticas de manejo tradicionales influyen positivamente en las comunidades de artrópodos, organismos esenciales en el mantenimiento del equilibrio ecológico en las unidades de producción agrícola; mejoran las interacciones beneficiosas, mitigan la presencia de plagas y reducen o eliminan la necesidad de control químico de plagas. Estos organismos proporcionan servicios ecosistémicos como la polinización; participan en el ciclo de nutrientes y mantienen la salud del suelo (Benrey *et al.*, 2024).

Las prácticas agrícolas tradicionales, sustentadas en el conocimiento indígena, desempeñan un papel fundamental en la gestión de la biodiversidad agrícola a escala local. Este manejo comprende tanto a especies domesticas como silvestres, y se extiende tanto al interior de las unidades de producción agrícola como a su alrededor (Bisht *et al.*, 2020).

Además de sustituir la aplicación de insumos de origen sintético por alternativas orgánicas, el manejo agrícola tradicional incluye la conservación de la vegetación cercana a las superficies de cultivo. Esta medida es crucial, al actuar como un mecanismo de preservación de la flora local y como refugio de depredadores naturales de las plagas (Altieri, 1999).

2.2.2 Beneficios sociales

2.2.2.1 Preservación del conocimiento tradicional

El conocimiento tradicional, es el conjunto de saberes y practicas construidos a partir de la experiencia empírica acumulada a lo largo del tiempo, que se perpetua a través de la transmisión de generación en generación y, se encuentra estrechamente vinculado con la cultura, el entorno, los recursos y biodiversidad donde se desarrolla (Benítez *et al.*, 2024).

Desarrollado a partir de la observación y la experimentación de los pueblos indígenas, este conocimiento suele derivar en una agricultura basada en el desarrollo local y la autosuficiencia alimentaria, dos pilares fundamentales de la agricultura tradicional. Las prácticas desarrolladas a partir de estos saberes responden a limitaciones biológicas particulares de su entorno (Altieri, 2004).

De acuerdo con Sangha *et al.* (2026), la agricultura tradicional, sustentada en los saberes ancestrales, sostiene en gran medida la subsistencia de comunidades indígenas. Al constituir sistemas diversos, holísticos, dinámicos y complejos, esta práctica permite garantizar la producción de alimentos y al mismo tiempo reducir o eliminar el uso de insumos externos.

La práctica y transmisión del conocimiento tradicional, así como el intercambio de conocimientos y recursos, fortalece la cohesión social, la preservación de la identidad cultural y continuidad intergeneracional del conocimiento en las comunidades indígenas. A su vez, dichas prácticas integran dimensiones ecológicas, sociales y económicas directamente relacionadas con la alimentación (Sangha *et al.*, 2026).

El conocimiento tradicional es constituido a través de largos horizontes de tiempo, mediante procesos de ensayo, error, selección y aprendizaje cultural. Este conocimiento se sustenta en tres categorías: la geográfica, la física y la biológica (Martínez, 2013).

Aunque el conocimiento tradicional indígena ha sido estigmatizado y calificado como obsoleto, provocando su pérdida parcial; dichos saberes han orientado el desarrollo de sistemas de producción agrícolas modernos, basados en la gestión sostenible de recursos (Butler, 2014).

En este contexto, Sánchez *et al.* (2015), señala que las prácticas campesinas derivadas de saberes tradicionales, anteriormente consideradas como rudimentarias, actualmente son revaloradas y reconocidas como estrategias para la conservación de los recursos naturales. Estas prácticas se orientan principalmente en técnicas de preservación del suelo, la retención de humedad y la elaboración de insumos destinados a la fertilización orgánica y al manejo de plagas y enfermedades.

Andrade C *et al.* (2024), señalan que las prácticas agrícolas tradicionales facilitan la adaptación a los efectos del cambio climático y presentan, al mismo tiempo, una huella ambiental menor que la de los modelos productivos convencionales, contribuyendo a la sostenibilidad de la actividad agrícola a largo plazo.

Las mujeres indígenas desempeñan un papel esencial en la transmisión de estos saberes ancestrales y participan activamente en la agricultura a nivel familiar. Son ellas quienes, además, aseguran la continuidad intergeneracional de estos

conocimientos a través de canales tanto verbales como escritos (Sangha *et al.*, 2026).

2.2.2.2 Mitigación de riesgos para la salud

La agricultura tradicional, basada en el uso de insumos de origen orgánico, reporta beneficios para la salud y la seguridad alimentaria, atribuibles a la ausencia de compuestos sintéticos en las actividades agrícolas (Nkolisa *et al.*, 2025).

Las prácticas agrícolas tradicionales, basadas el uso de insumos orgánicos para la fertilización, permiten la producción de alimentos con un alto contenido nutricional, caracterizado por una mayor concentración de compuestos bioactivos y una baja concentración de metales pesados y residuos tóxicos. De este modo, el empleo de estos insumos no solo garantiza una producción agrícola inocua o beneficiosa para el ser humano, sino también reduce los efectos negativos sobre la salud (Bhattacharya *et al.*, 2024).

En la producción agrícola a pequeña escala, el uso de insumos orgánicos para la fertilización reduce los riesgos para la salud asociados a la exposición directa durante la aplicación, manipulación y almacenamiento, frente a los riesgos que conlleva la exposición a insumos a origen industrial (Petitpierre *et al.*, 2026).

De igual manera, el empleo de insumos orgánicos en la elaboración bioinsumos para el control fitosanitario permite mitigar los riesgos para la salud de los productores y los consumidores. La presencia de residuos tóxicos es menor en las unidades de producción y en los productos agrícolas provenientes de sistemas agrícolas que priorizan la reducción de insumos externos, como la agricultura tradicional, que en aquellos generados bajo sistemas convencionales (Benbrook *et al.*, 2021).

Por lo tanto, estos bioinsumos se consideran idóneos para la producción de alimentos por su baja toxicidad para los seres humanos, ya que son fácilmente biodegradables y generan menos residuos en su aplicación. Por consiguiente, su

empleo no solo disminuye el riesgo para productores y consumidores, sino también para la población en general (Dao *et al.*, 2021).

2.2.2.3 Seguridad alimentaria

La agricultura tradicional ha evolucionado a la par de las sociedades humanas dentro de diferentes ecosistemas, consolidándose como un pilar de la seguridad alimentaria de las comunidades (Butler, 2014).

Los sistemas alimentarios basados en el conocimiento tradicional han prevalecido durante siglos gracias a su sostenibilidad y resiliencia. Generan una diversidad de alimentaria extensa con un impacto mínimo sobre los ecosistemas locales, mediante el uso eficiente de los recursos naturales, la escasa generación de residuos y el reciclaje de nutrientes. En consecuencia, estos sistemas no solo impulsan la seguridad alimentaria comunitaria, sino que también restauran y conservan la biodiversidad (FAO, 2021).

Los sistemas agrícolas tradicionales, basados en el conocimiento indígena, contribuyen a la seguridad alimentaria mediante la producción de alimentos de alto valor nutritivo y la gestión sostenible de los recursos naturales, lo que permite adaptar la producción agrícola a los desafíos contemporáneos (Andrade C *et al.*, 2024).

El valor de las practicas tradicionales radica en su capacidad para impulsar sistemas alimentarios sostenibles y saludables (Bisht *et al.*, 2020). De acuerdo con Pimbert (2009), estos sistemas alimentarios locales inician en el entorno doméstico y se extienden hacia a los ámbitos comunitario, municipal y regional. Su alcance no se limita a la producción de alimentos, sino también a su procesamiento, distribución, acceso, reciclaje y manejo de desechos.

La agricultura tradicional no solo contribuye a la seguridad alimentaria, sino también fortalece la soberanía alimentaria al priorizar las economías y mercados locales, promoviendo la agricultura campesina y la agricultura familiar (Bisht *et al.*, 2020).

2.2.2.4 Fortalecimiento de la cohesión social

La agricultura tradicional se sostiene en el capital cultural y se articula mediante formas de trabajo colectivo basadas en la reciprocidad, ejecutadas individual o grupalmente. Estas actividades, empleadas principalmente en comunidades campesinas, abarcan labores de siembra, cosecha, conservación de suelo, labores culturales y otras labores agrícolas (Butler, 2014).

En este sistema agrícola, los productores mantienen una relación colectiva con el territorio y gestionan sus recursos mediante la responsabilidad conjunta. Dicha responsabilidad no solo constituye la base de su poder y organización social, sino también de su dinámica económica (Denicourt, 2014).

Esta relación de gestión colectiva busca el empoderamiento de las comunidades locales mediante la gobernanza de recursos que abarcan desde la tierra y el agua para la producción agrícola hasta el capital técnico. Esta cooperación prioriza a las comunidades locales por encima del control institucional y las tendencias y requerimientos del mercado (Núñez *et al.*, 2023).

La cooperación comunitaria resulta fundamental no solo para la integración de los saberes ancestrales de los pequeños productores y la consolidación de su identidad basada en el arraigo territorial, sino también para el aseguramiento de sus medios de subsistencia (Butler, 2014).

En el contexto de la cooperación comunitaria, la participación de la mujer adquiere un papel fundamental, particularmente en comunidades indígenas que practican la agricultura tradicional. Ellas asumen un papel fundamental en la transmisión de conocimientos, la nutrición familiar, la selección de semillas y el desarrollo de labores agrícolas. Su participación en estas prácticas refuerza la cooperación familiar y asegura la continuidad intergeneracional de las labores productiva (Sangha *et al.*, 2026).

2.2.3 Beneficios económicos

La agricultura tradicional promueve el desarrollo de economías comunales basadas en el trabajo colectivo, la autoorganización y la gestión conjunta de la tierra y los recursos. En las comunidades indígenas, este sistema fomenta, además, el desarrollo de circuitos económicos cortos, orientados prioritariamente en la autosuficiencia alimentaria, y de forma secundaria, en la comercialización de excedentes para la generación de ingresos (FAO, 2021).

2.2.3.1 Reducción en los costos de insumos

De acuerdo con Chávez y Armas (2024), la agricultura tradicional se presenta como una alternativa para mitigar la vulnerabilidad de los pequeños productores ante las fluctuaciones en el precio de los insumos, al remplazar el uso de agroquímicos por opciones elaboradas localmente.

La implementación de prácticas agrícolas tradicionales, como el reemplazo de fertilizantes sintéticos por bioinsumos elaborados localmente, ofrece una alternativa para disminuir los gastos de operación de los pequeños agricultores, quienes frecuentemente enfrentan dificultades para costear la compra de insumos sintéticos para la nutrición del suelo (Nkolisa *et al.*, 2025).

Caicedo (2023), respalda esta afirmación, señalando que los pequeños productores que emplean la agricultura tradicional son menos vulnerables a la volatilidad de los precios de insumos externos, como fertilizantes y plaguicidas industriales.

De este modo, estos productores mitigan el impacto de los incrementos sostenidos en el precio de los insumos externos; así como, la vulnerabilidad en los precios de mercado, gracias a la reducción o sustitución total de estos. Permitiéndoles disminuir su vulnerabilidad frente al poder de negociación de los intermediarios (Caicedo, 2023).

La adopción de estas prácticas agrícolas favorece la resiliencia económica, especialmente de los hogares agrícolas indígenas, al incrementar sus ingresos y permitirles hacer frente a dificultades provocadas por periodos de inestabilidad económica (Nkolisa *et al.*, 2025).

2.2.3.2 Optimización de la rentabilidad

Los sistemas de producción agrícola basados en la sustitución de insumos sintéticos por insumos de elaboración local presentan una mayor rentabilidad y menores gastos operativos por hectárea, incluso cuando la producción se comercializa al mismo precio que la producción en sistemas convencionales (Schwentesi *et al.*, 2021).

La agricultura basada en prácticas y conocimientos tradicionales permite mejorar las condiciones económicas de los agricultores. Este sistema agrícola facilita a los pequeños productores, particularmente en zonas marginadas, el incremento de su rentabilidad, dado que, aquellos modelos que utilizan insumos de origen orgánico reducen sus costos operativos entre un 10% y un 50% en comparación con sistemas convencionales (FAO, 2015).

Autores como Schwentesius *et al.* (2021), demuestran en un estudio comparativo sobre el cultivo de aguacate en el estado de Michoacán, en unidades de producción de una hectárea, que la relación beneficio costo en sistemas de producción agrícola basados en el uso de insumos de elaboración local asciende a \$7.59 por cada peso invertido, mientras que en sistemas convencionales dicha relación es de solo \$3.68 por cada peso invertido.

Estudios realizados en otras regiones del mundo respaldan esta afirmación; por ejemplo, un estudio comparativo sobre la rentabilidad de sistemas de producción basados en insumos orgánicos frente a aquellos que emplean insumos industriales, realizado en Odisha, India, señala que la relación beneficio costo es un 39% superior en las unidades de producción agrícola que utilizan bioinsumos locales, en comparación con las que los adquieren externamente. El excedente

obtenido de este incremento en la rentabilidad puede reinvertirse en la compra de insumos orgánicos adicionales para el incremento de los volúmenes de producción (Sankar y Kumar, 2022).

Incrementar la rentabilidad de las unidades producción con estas características resulta particularmente relevante para garantizar su sostenibilidad económica en el largo plazo, dado que, aproximadamente 72% de los productores agrícolas a nivel mundial que cultivan en superficies menores a dos hectáreas pertenecen a sectores socialmente vulnerables (Lowder *et al.*, 2025).

La prevalencia y sostenibilidad de estas unidades resultan cruciales para la seguridad alimentaria y las economías locales. Al respecto, se estima que 84% de las pequeñas explotaciones agrícolas provee ingresos y acceso alimentario a los sectores más vulnerables de la población mundial. De hecho, aproximadamente un 11% de estas unidades de producción genera 35% de los alimentos producidos a nivel mundial (Lowder *et al.*, 2025).

La rentabilidad agrícola también tiene una relación directa con las aspiraciones migratorias, particularmente entre la población más joven. La carencia de rentabilidad en el sector desencadena un círculo vicioso: la inviabilidad económica propicia la migración de la fuerza laboral, lo que reduce de la mano de obra disponible y, en consecuencia, compromete la sostenibilidad del cultivo. El incremento de la rentabilidad revierte esta dinámica, contribuyendo a la mitigación del fenómeno de migratorio (Eche y Vivas, 2022).

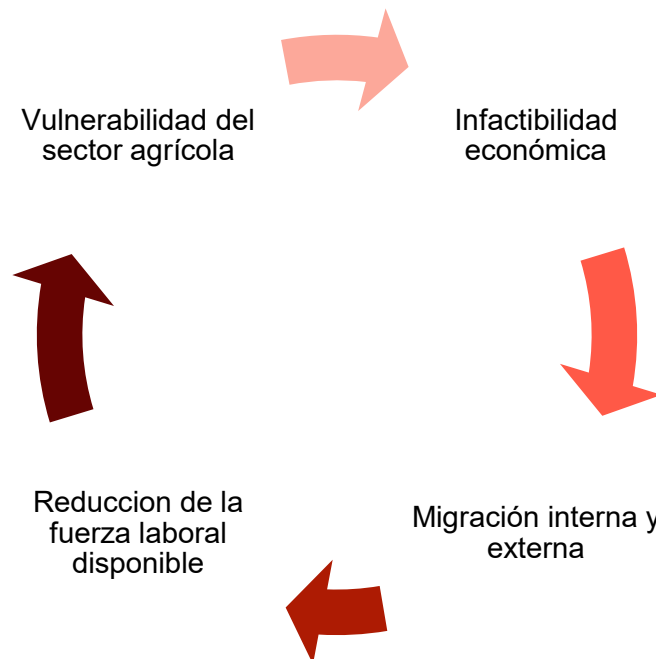


Figura 3. Trampa de irrentabilidad en unidades las pequeñas unidades de producción
Fuente: elaboración propia a partir de datos de (Eche y Vivas, 2022).

2.2.3.3 Uso de mano de obra familiar y comunitaria para reducir costos

La mano de obra representa uno de los principales gastos de operación en las unidades de producción agrícola, especialmente en aquellas de pequeña escala, influyendo directamente en la rentabilidad de los pequeños productores. Estos productores se encuentran en una significativa desventaja frente a las unidades agrícolas más extensas, que recurren al uso de tecnologías para reducir la dependencia de mano de obra, profundizando la brecha de competitividad (Suárez *et al.*, 2025).

De acuerdo con Sánchez *et al.* (2015), las practicas tradicionales, como el empleo de la mano de obra familiar y comunitaria, les permiten a los pequeños productores, especialmente a aquellos que se encuentran en condiciones económicas desfavorables, prescindir de la contratación de fuerza de trabajo externa, reduciendo significativamente sus costos productivos.

Esta práctica de trabajo colectivo no remunerado se sustenta en la reciprocidad entre sus integrantes, quienes brindan apoyo en las labores, ya sea de manera

individual o comunitaria, particularmente en prácticas como labranza, siembra, deshierbe y cosecha (Butler, 2014).

Las unidades productivas de pequeña escala se caracterizan por el uso intensivo de mano de obra familiar, particularmente en el manejo de cultivos perenes, debido a sus elevados requerimientos de trabajo. En este contexto, la eficiencia técnica del trabajo familiar resulta superior a la del trabajo contratado en superficies agrícolas de mayor tamaño. Esta superioridad les otorga a los pequeños productores una ventaja competitiva tanto técnica como económica (Ayaz y Mughal, 2024).

La mano de obra cooperativa no remunerada es un componente central en las pequeñas unidades de producción, ya que, además de orientarse a la maximización del ingreso familiar y la permanencia de la actividad productiva, también se centra en objetivos sociales como la continuación de tradiciones familiares y el reconocimiento comunitario (García *et al.*, 2025).

2.2.3.4 Fortalecimiento de la economía local

La agricultura tradicional contribuye al fortalecimiento económico de las comunidades donde se practica. Este desarrollo se traduce en la generación de empleo, tanto directo como indirecto, y en la comercialización interna de productos agrícolas, impulsando el desarrollo económico en zonas remotas. La magnitud de sus efectos, sin embargo, varía en función de la región (Rossi *et al.*, 2017).

Este modelo fomenta el desarrollo de mercados de proximidad, acortando los canales de producción y consumo de bienes agrícolas. Estas redes se articulan en la producción campesina local, consolidándose como una alternativa viable frente a los sistemas sustentados en cadenas de suministro externas (Altieri y Toledo, 2011).

Esta cercanía geográfica no solo reduce las pérdidas en el volumen de venta, sino también permite disminuir los costos de transporte de los productos

agrícolas. Al reducir la brecha de distancia y tiempo, se minimiza el uso de insumos energéticos asociados al transporte de mercancías a largas distancias, reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero (Mendonça, 2025).

Dichas prácticas proporcionan a las comunidades una mayor autonomía económica, a la par que incrementan su rentabilidad y resiliencia. Bajo este enfoque, la actividad agrícola tradicional favorece la incorporación de esquemas de economía solidaria y comercio justo, lo que, a su vez, promueve una interacción más directa entre el productor y el consumidor (Mendonça, 2025).

Así mismo, estas prácticas permiten que los pequeños productores obtengan ingresos más estables al prescindir de intermediarios, lo que les posibilita retener una mayor porción del precio final de venta. Al mismo tiempo, facilitan el acceso a consumidores locales de menores ingresos a alimentos más saludables y asequibles (European Parliamentary Research Service (EPRS), 2016).

2.3 Literatura citada

- Ahmed, M., y Hayes, M. (2025). Waste to resource: A review of nitrate and phosphate removal from agricultural runoff using recycled byproducts. *Journal of Agriculture and Food Research*, 24, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102371>
- Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, (74), 19–31. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00028-6)
- Altieri, M. A. (2004). Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(1), 35–42. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0035:LEATFI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0035:LEATFI]2.0.CO;2)
- Altieri, M. A., y Koohafkan, P. (2008). *Enduring Farms: Climate Change, Smallholders and Traditional Farming Communities* (6th ed.). Third World Network.
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2017). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*, (140), 33–45. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1395-3>
- Altieri, M. A., y Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: Rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, (38), 587–612. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>

- Amankwah, A., Ambel, A., Gourlay, S., Kilic, T., Markhof, Y., y Wollburg, P. (2024). Fertilizer Price Shocks in Smallholder Agriculture: Cross-Country Evidence from High-Frequency Phone Surveys in Sub-Saharan Africa. *Policy Research Working Paper*, (10842), 1–50. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-10842>
- An, L., He, S., Song, X., Zheng, Z., Li, T., y Han, L. (2026). Long-term fertilization regimes mitigate dissolved organic matter leaching and alter its chemodiversity in agricultural soil leachate. *Water Research*, (297), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2026.125762>
- Andrade C, M. R., Ramírez S, C., y Cadena C, L. F. (2024). Las Prácticas Agrícolas Tradicionales Para Enfrentar Retos Medioambientales: una Revisión Sistemática de la Literatura Publicada Entre 2020 y 2024. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 932–954. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13474
- Arce, Q. S. E. (2020). Análisis comparativo de precios y costos de producción de hortalizas cultivadas de manera orgánica y convencional. *Agronomía Costarricense*, (44)(2), 81–108. <https://doi.org/10.15517/rac.v44i2.43091>
- Assis, R. L. De, y Romeiro, R. A. (2002). Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 6, 67–80. <https://doi.org/10.5380/dma.v6i0.22129>
- Ayaz, M., y Mughal, M. (2024). Farm Size and Productivity-The Role of Family Labor. *Economic Development and Cultural Change*, (72). <https://doi.org/10.1086/721837>
- Benbrook, C., Kegley, S., y Baker, B. (2021). Organic farming lessens reliance on pesticides and promotes public health by lowering dietary risks. *Agronomy*, (11), 1–36. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071266>
- Benítez, G. E., Jaramillo, V. J. L., Vargas, L. S., y Bustamante, G. A. (2024). Mezcal artesanal en Puebla: actores y saberes locales. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, (21), 1–18. <https://doi.org/10.22231/asyd.v21i3.1605>
- Benrey, B., Bustos, S. C., y Grof, T. P. (2024). The mesoamerican milpa system: Traditional practices, sustainability, biodiversity, and pest control. *Biological Control*, (198). <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2024.105637>
- Bhattacharya, D., Tripathy, S., Swain, D. K., y Mitra, A. (2024). Can organic farming improve the soil properties, food quality and human health? *Food and Humanity*, (3), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100398>
- Bisht, I. S., Rana, J. C., Yadav, R., y Ahlawat, S. P. (2020). Mainstreaming Agricultural Biodiversity in Traditional Production Landscapes for Sustainable Development: The Indian Scenario. *Sustainability*, (12), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su122410690>
- Butler, F. C. (2014). *Social Justice: Preservation of Cultures in Traditional Agriculture* (N. K. B. T.-E. of A. and F. S. Van Alfen, Ed.; pp. 133–139). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00099-1>

- Caicedo, M. R. D. (2023). Impacto de los costos de los insumos agrícolas en la rentabilidad de pequeños productores durante periodos inflacionarios. *Revista Internacional de Investigación y Desarrollo Global*, 2(4), 15–29. <https://doi.org/10.64041/riidg.v2i4.16>
- Canning, A. (2026). Agricultural practices for cleaner water: A global synthesis of meta-evidence. *Environmental Reviews*, (34), 1–19. <https://doi.org/10.1139/er-2025-0263>
- Carranza, G. C. E., Vinasco, G. M. C., Mosquera, M. R. A., Montenegro, G. S. P., Serrato, V. Y. A., Prada, M. Y., y Sepúlveda, C. Y. A. (2021). *Alternativas de producción agroecológica urbana periurbana y su contribución en la seguridad alimentaria de Colombia* (1.^a). Sello Editorial UNAD.
- Casanova, V. C. I., Proaño, G. E. A., Macias, L. J. M., y Ruiz, L. S. E. (2023). La contabilidad de costos y su incidencia en la rentabilidad de las PYMES. *Journal of Economic and Social Science Research*, (3), 17–30. <https://doi.org/10.55813/gaeal/jessr/v3/n1/59>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022). *Panorama Social de América Latina y el Caribe 2022: la transformación de la educación como base para el desarrollo sostenible*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48518-panorama-social-america-latina-caribe-2022-la-transformacion-la-educacion-como>
- Česonienė, L., Šileikienė, D., Čiteikė, L., Mozgeris, G., y Takayoshi, K. (2023). The Impact of Organic and Intensive Agricultural Activity on Groundwater and Surface Water Quality. *Water*, (15)(6). <https://doi.org/10.3390/w15061240>
- Chavarín, R. R. A. (2019). Intermediarios y poder de mercado en los mercados agrícolas de México: un enfoque de teoría de juegos. *Paradigma Económico*, (11), 5–40. <https://doi.org/10.36677/paradigmaeconomico.v11i1.11417>
- Chávez, G. M. E., y Armas, A. E. (2024). Agricultura Tradicional y Garantía Alimentaria en la Región de Cuitzeo, Michoacán: Un Análisis de Resiliencia y Sostenibilidad. In Universidad Nacional Autónoma de México (Ed.), *Sostenibilidad y desarrollo regional de cara a los desafíos socioambientales* (1st ed., pp. 181–196). Instituto de Investigaciones Económicas y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional.
- Comisión Federal de Competencia Económica (COFECE). (2016). *Reporte sobre las condiciones de competencia en el sector agroalimentario* (Vol. 10). <https://www.cofece.mx/reporte-sobre-las-condiciones-de-competencia-en-el-sector-agroalimentario-2/>
- International Indian Treaty Council (IITC). (2023). *Los plaguicidas y los derechos de los pueblos indígenas*. <https://www.iitc.org/wp-content/uploads/ES-FINAL-GUIDANCE-DOC-FOR-JMPM-INDIGENOUS-PEOPLES-AND-PESTICIDES.pdf>
- Dao, H. T., Dao, V. H., Vu, D. H., Le, D. Q., y Tran, D. L. (2021). Application of Botanical Pesticides in Organic Agriculture Production: Potential and

- Challenges. *Vietnam Journal of Science and Technology*, (59), 762–771. <https://doi.org/10.15625/2525-2518/59/6/15574>
- Denicourt, J. (2014). “Así nos tocó vivir”. Práctica de la comunidad y territorios de reciprocidad en la Sierra Mixe de Oaxaca. *Trace*, (65), 23–36. <https://doi.org/10.22134/trace.65.2014.47>
- Dhankhar, N., y Kumar, J. (2023). Impact of increasing pesticides and fertilizers on human health: A review. *Materials Today: Proceedings*, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.766>
- Eche, E. M. D., y Vivas, V. R. J. (2022). Farming, Education and Migration: Understanding Rural Youth in Northern Ecuador. *Migraciones*, (54), 1–22. <https://doi.org/10.14422/mig.i54y2022.008>
- Eugercios, S. A. R., Álvarez, C. M., y Montero, G. E. (2017). Impactos del nitrógeno agrícola en los ecosistemas acuáticos. *Ecosistemas*, (26), 37–44. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-1.06>
- FAO. (2009). *Glossary on Organic Agriculture*. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/012/k4987t/k4987t.pdf>
- FAO. (2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana: (1)*. <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf>
- FAO. (2015a). *Training Manual for Organic Agriculture* (N. Scialabba, E. and T. Division, NRC, y FAO, Eds.). FAO Publications.
- FAO. (2015b). *Globally Important Agricultural Heritage Systems (GIAHS)*.
- FAO. (2021). *Libro Blanco/Wiphala sobre sistemas alimentarios de los pueblos indígenas*. <https://doi.org/10.4060/cb4932es>
- FAO. (2022). *Better protecting Indigenous Peoples from toxic agrochemicals*. <https://www.fao.org/indigenous-peoples/news/detail/4>
- FAO. (2023). *Revealing the true cost of food to transform agrifood systems*. FAO Publications. <https://doi.org/10.4060/cc7724en>
- Feledyn Szewczyk, B., y Kopiński, J. (2024). Productive, environmental and economic effects of organic and conventional farms—case study from Poland. *Agronomy*, (4), 1–18. <https://doi.org/10.3390/agronomy14040793>
- Food and Agriculture Organization. (2018). *El futuro de la alimentación y la agricultura: Vías alternativas hacia 2050: (1)*. FAO. <http://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>
- García, S. E. I., Fernández, H. A., y Aguilar, Á. J. (2025). Articulación de la agricultura familiar con el sistema de innovación agrícola en el altiplano mexicano. *TELOS: Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, (27), 886–895. <https://doi.org/10.36390/telos273.09>
- González, M. I., Vidal, K., y Peñaloza, P. (2021). Comparing nitrate leaching in lettuce crops cultivated under agroecological, transition, and conventional agricultural management in central Chile. *Chilean Journal of Agricultural*

- Research*, (81), 210–219. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392021000200210>
- Hernández, X. E. (1988). La agricultura tradicional en México. *Comercio Exterior*, (3), 673–678.
- Herrera, S. D. J. (2023). Beneficios ecológicos y desafíos de la agricultura regenerativa para su implementación global. *Space Scientific Journal of Multidisciplinary*, (4), 63–75. <https://doi.org/10.63618/omd/ssjm/v1/n4/41>
- Huerta, S. K. K., Martínez, C. A. L., y García, C. A. P. (2018). La revolución verde. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, (4)(8), 1040–1046. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i8.6717>
- Instituto Nacional de Desarrollo Social. (2020). *En México 2.3 millones de personas son jornaleras agrícolas: Conasami*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/indesol/prensa/en-mexico-2-3-millones-de-personas-son-jornaleras-agricolas-conasami>
- Jing, H., Liu, Y., y Hou, J. (2025). Impacts of agricultural intensification on biodiversity: Habitat loss, agrochemical use, water depletion, and soil degradation. *Journal of Environmental Management*, (395), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.128036>
- Juárez, S. J. P. (2015). Migración indígena hacia espacios agrícolas marginados de México. Un caso para contar. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, (12), 87–105. <https://doi.org/10.22231/asyd.v12i1.111>
- Li, H., Wang, G., Hu, F., Fan, Z., Yin, W., Cao, W., Chai, Q., y Yao, T. (2025). Additive intercropping green manure enhances maize water productivity through water competition and compensation under reduced nitrogen fertilizer application. *Agricultural Water Management*, (311), 109388. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2025.109388>
- Lowder, S. K., Bhalla, G., y Davis, B. (2025). Decreasing farm sizes and the viability of smallholder farmers: Implications for resilient and inclusive rural transformation. *Global Food Security*, (45), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2025.100854>
- Loyde, D. L. C. L. A., González, M. B., Cruz, A. A. M., y Loredó, P. R. (2022). Suelos agrícolas y metales pesados, una relación tóxica que se puede remediar. *Epistemos*, 1–6. <https://doi.org/10.36790/epistemos.v16i33.228>
- Lugo, E. G., Acevedo, O. M. A., Aquino, B. T., Ortiz, H. Y. D., Ortiz, H. F. E., Pérez, P. R., y López, C. J. Y. (2024). Cultural Heritage, Migration, and Land Use Transformation in San José Chiltepec, Oaxaca. *Land*, (13). <https://doi.org/10.3390/land13101658>
- Madrid, T. A. (2024). La agricultura orgánica y la agricultura tradicional: una alternativa intercultural. *Revista Letras Verdes*, 2(4), 306–312. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5444110>

- Magdoff, F., y Van Es, H. (2000). *Building Soils for Better Crops* (2nd ed.). Sustainable Agriculture Network.
- Marcial, M. B., Marín, T. M. C., y González, P. L. (2024). Importancia de la milpa mazahua en el noroeste del Estado de México: perspectiva ante el cambio de uso de suelo. *CIENCIA Ergo-Sum*, (31), 1–11. <https://doi.org/10.30878/ces.v31n0a9>
- Martínez, A. A., y Gavilán, G. A. (2019). *Diagnóstico sobre la contaminación por plaguicidas en agua superficial, agua subterránea y suelo.: (1)*.
- Martínez, C. R. (2008). Agricultura tradicional campesina: características ecológicas. *Tecnología En Marcha*, (21), 3–13.
- Martínez, C. R. (2013). Acercamiento a una agroecología indígena. *Revista Reflexiones*, (82). <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/reflexiones/article/view/11369>
- Mateo, S. J., y Burke, J. (2017). Agriculture and water quality interactions: a global overview. In *SOLAW Background Thematic Report - TR08*. <http://www.fao.org/3/a-bl092e.pdf>
- Mendonça, G. M. (2025). Circuitos curtos de comercialização e as relações com o trabalho entre os agricultores assentados no estado de São Paulo, Brasil. *Agrociencia Uruguay*, (29). <https://doi.org/10.31285/AGRO.29.1625>
- Mwenga, N. M., Sande, A., y Abucheli, G. (2025). Comparative Analysis of the Effect of Farming Methods on Economic Well-Being between Households Using Indigenous and Conventional Farming Practices in the Midlands of Embu County in Kenya. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics y Sociology*, (43), 38–50. <https://doi.org/10.9734/ajaees/2025/v43i112840>
- Nava, I. A., Gonçalves, J. A. C., Nacke, H., Guerini, V. L., y Schwantes, D. (2011). Disponibilidade dos metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo no solo e tecido foliar da soja adubada com diferentes fontes de NPK+Zn. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(5), 884–892. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542011000500004>
- Nicholls, C. I., y Altieri, M. A. (2019). Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *UNED Research Journal*, (11), 55–61. <https://doi.org/10.22458/urj.v11i1.2322>
- Nkolisa, Z., Mpambani, B., Mtamzeli-Cekiso, N., y Ncama, K. (2025). Economic Viability of Organic Fertilizers to Improve Growth, Yield, and Quality of Pineapples in Africa: A Review. *Horticulturae*, (11)(6), 1–11. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11060636>
- Núñez, C. L., Cladera, J., Cruz, P. J., Egan, N., Figlioli, G. A., Godoy, G. G., Golsberg, C., Quiñones, D. X., Sáez, T. L., Vieira, P. M., y Winkel, T. (2023). Social capital, biocultural heritage, and commoning for inclusive sustainability of peasant agriculture: three case studies in Argentina, Bolivia, and Chile. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, (62), 1021–1050. <https://doi.org/10.5380/dma.v62i0.90418>

- Ozaki, R., Tsujimoto, Y., y Randriamanana, T. R. (2026). Heterogeneous responses of smallholder farmers in the central highland of Madagascar to the global fertilizer price surge. *Discover Agriculture*, (4). <https://doi.org/10.1007/s44279-026-00583-7>
- Petitpierre, A., Atuhaire, A., Lindh, C. H., Mora, A. M., Rösli, M., Staudacher, P., y Fuhrmann, S. (2026). Pesticide exposure among organic and conventional smallholder farmers in Costa Rica and Uganda: biomarker evidence on exposure determinants. *The Lancet Planetary Health*, (10), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.lanplh.2025.101415>
- Pimbert, M. (2009). *Towards Food Sovereignty: Reclaiming Autonomous Food Systems*. International Institute for Environment and Development. <https://www.iied.org/towards-food-sovereignty-reclaiming-autonomous-food-systems>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2025). *Avanza Agricultura y PNUD México en la reducción y eliminación de plaguicidas altamente dañinos para la salud y el medio ambiente en México*. <https://www.undp.org/es/mexico/comunicados-de-prensa/avanza-agricultura-y-pnud-mexico-en-la-reduccion-y-eliminacion-de-plaguicidas-altamente-daninos-para-la-salud-y-el-medio>
- Ramírez, G. M. G., Chávez, G. M. A., y Mejía, C. J. (2015). Evaluación de un vermicompost y lixiviados en Solidago x hybrida, y mineralización. *Phyton, International Journal of Experimental Botany*, (84), 397–406. <https://doi.org/10.32604/phyton.2015.84.397>
- European Parliamentary Research Service. (2016). *Short food supply chains and local food systems in the EU*. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/586650/EPRS_BRI\(2016\)586650_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/586650/EPRS_BRI(2016)586650_EN.pdf)
- Rojas, R. I. S., Coronado, García, M. A., Rossetti, L. R. S., y Beltrán, M. F. A. (2019). Contaminación por nitratos y fosfatos provenientes de la actividad agrícola en la cuenca baja del río Mayo en el estado de Sonora, México. *Terra Latinoamericana*, (38), 247–256. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.642>
- Rosenzweig, C., y Hillel, D. (2008). *Climate Variability and the Global Harvest: Impacts of El Niño and Other Oscillations on Agroecosystems: (2)*. Oxford University Press.
- Rossi, J. D., Johnson, T. G., y Hendrickson, M. (2017). The economic impacts of local and conventional food sales. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, (49), 555–570. <https://doi.org/10.1017/aae.2017.14>
- Sánchez, O. J., Argumedo, M. A., Álvarez, G. J. F., Méndez, E. J. A., y Ortiz, E. B. (2015). Conocimiento tradicional en prácticas agrícolas en el sistema del cultivo de amaranto en Tochmilco, Puebla. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, (12), 237–254. <https://doi.org/10.22231/asyd.v12i2.151>

- Sánchez, S. K., y Betanzos, O. P. (2006). Aspectos socioeconómicos y culturales en el uso de agroquímicos y plaguicidas en los Altos de Morelos, México. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, (3), 33–47. https://ddd.uab.cat/pub/revibec/revibec_a2006v3/revibec_a2006v3a3.pdf
- Sangha, K. K., Leyton-Flor, S. A., Kassa, G., Ahammad, R., y Dendup, S. (2026). Key lessons from Indigenous Peoples and Local Communities' farming systems: insights from a global review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, (10), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2026.1743959>
- Sankar, M. S., y Kumar, B. P. (2022). Un análisis comparativo de productos orgánicos y Agricultura convencional en el distrito de Koraput Odisha. *Revista de Estudios Sobre Dinámica y Cambio*, (9), 9–24. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7792555>
- Schwentenius, R. R., Vázquez, R. L. E., Ayala, G. A. V., Rodríguez, N. F., Gómez, T. L., y Cruz, R. J. A. (2021). Producción y Comercialización. In F. Pérez Soto, E. Figueroa Hernández, M. Jiménez García, L. Godínez Montoya, y R. M. García Núñez (Eds.), *Producción y Comercialización* (1st ed., pp. 25–41). Asociación Mexicana de Investigación Interdisciplinaria A.C.
- Sérgio, R. J., Gustavo, F. C., Marcelo, G., Leonardo, S., y Celso, G. J. A. (2014). Agricultura convencional versus sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas. *Scientia Agraria Paranaensis*, (13), 80–94. <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v13n2p80-94>
- Shekhar, C., Khosya, R., Thakur, K., Mahajan, D., Kumar, R., Kumar, S., y Kumar, S. A. (2024). A systematic review of pesticide exposure, associated risks, and long-term human health impacts. *Toxicology Reports*, (13), 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2024.101840>
- Skinner, K., Pratley, E., y Burnett, K. (2016). Eating in the city: A review of the literature on food insecurity and indigenous people living in urban spaces. *Societies*, (6). <https://doi.org/10.3390/soc6020007>
- Suárez, M. E. K., Schuldt, R. M. M., Farías, P. B. J., y Reyes, S. S. V. (2025). El costo de producción y la rentabilidad en el sector agrícola. *Identidad Bolivariana*, (9), 1–16. <https://doi.org/10.37611/IB9ol31-16>
- Swinnen, J., y Kuijpers, R. (2020). Inclusive Value Chains to Accelerate Poverty Reduction in Africa. In *World Bank Group Jobs*: (37). <https://doi.org/10.1596/33397>
- Syafrudin, M., Kristanti, R. A., Yuniarto, A., Hadibarata, T., y Rhee, J. (2021). Pesticides in Drinking Water-A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, (18), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020468>
- Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T., Jackson, L., Kormann née, M. I., Perfecto, I., Vandermeer, J., y Whitbread, A. (2012). Global Food Security, Biodiversity

- Conservation and the Future of Agricultural Intensification. *Biological Conservation*, (151), 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068>
- United Nations Environment Programme. (2021). *Environmental and health impacts of pesticides and fertilizers and ways of minimizing them: Synthesis report*. <https://www.unep.org/resources/report/environmental-and-health-impacts-pesticides-and-fertilizers-and-ways-minimizing>
- Vásquez, C., Santana, R., Velastegui, G., Telenchana, N., Villa-Murillo, A., y Colmenarez, Y. (2021). Percepción y conocimiento de los agricultores sobre el manejo sostenible de plagas en una comunidad indígena, Salasaka, Ecuador. *Revista de Ciencias Biológicas y de La Salud*, (27), 1–12. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v27.2549>
- Yasir, M., Hossain, A., y Pratap-Singh, A. (2025). Pesticide Degradation: Impacts on Soil Fertility and Nutrient Cycling. *Environments - MDPI*, (12)(8). <https://doi.org/10.3390/environments12080272>

3 CAPÍTULO III. TRANSICIÓN HACIA AGRICULTURA TRADICIONAL EN PRODUCTORES INDÍGENAS DE AGUACATE¹

Caballero Ibañez Norberto², Sagarnaga Villegas Leticia Myriam³, Elizalde López Guadalupe Genoveva³.

3.1 Resumen

Pese a las problemáticas ambientales, sociales y económicas asociadas al uso de insumos de origen industrial en la producción agrícola, los pequeños productores, particularmente los de origen indígena, continúan empleándolos debido a la falta de alternativas accesibles, limitada disponibilidad de biosumos locales y el escaso conocimiento técnico. Ante este contexto, resulta fundamental proponer alternativas productivas sustentables, basadas en evidencia. En consecuencia, el presente estudio evalúa económicamente, mediante el diagnóstico y caracterización de costos de implementación, un modelo alternativo, el modelo agrícola tradicional, en contraste con el modelo convencional actualmente empleado, caracterizado por el uso de insumos sintéticos. Para ello, se aplicó una encuesta mediante muestreo por conveniencia, se realizó un panel de productores y se documentaron alternativas productivas de origen local y elaboración propia, en la comunidad de Xonotla, Zacatlán, Puebla. Los resultados indican que la sustitución del uso de insumos sintéticos por insumos de origen natural permitiría a los productores reducir gastos de operación en 39.9%. Así mismo, mejoraría la rentabilidad de la actividad, al pasar de pérdidas por \$-4.27 por kilogramo a una ganancia financiera de \$5.94, y disminuiría las pérdidas asociadas a los costos en un 89.4%. En conjunto, estos cambios permitirían que la actividad pase de ser rentable únicamente en el corto plazo; a consolidar su viabilidad en el mediano plazo y perfilar su sostenibilidad en el largo plazo.

Palabras clave: agricultura convencional, pequeños productores, viabilidad económica.

¹ Artículo científico enviado en junio de 2026 a la revista Geografía Agrícola para su revisión y publicación.

² División de Ciencias Económico Administrativas (DICEA), Universidad Autónoma Chapingo.

³ Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo.

THE TRANSITION TO TRADITIONAL FARMING BY INDIGENOUS AVOCADO GROWERS

3.2 Abstract

Despite the environmental, social, and economic problems associated with the use of industrial inputs in agricultural production, small-scale farmers—particularly those of Indigenous descent—continue to use them due to a lack of accessible alternatives, limited availability of local bio-inputs, and limited technical knowledge. Given this context, it is essential to propose sustainable, evidence-based production alternatives. Consequently, this study evaluates, economically—through the analysis and characterization of implementation costs—an alternative model, the traditional agricultural model, in contrast to the conventional model currently in use, which is characterized by the use of synthetic inputs. To this end, a survey was conducted using convenience sampling, a panel of producers was organized, and locally sourced and self-produced alternatives were documented in the community of Xonotla, Zacatlán, Puebla. The results indicate that replacing the use of synthetic inputs with natural inputs would allow producers to reduce operating expenses by 39.9%. Likewise, it would improve the profitability of the activity, shifting from losses of \$-4.27 per kilogram to a financial gain of \$5.94, and would reduce losses associated with costs by 89.4%. Taken together, these changes would enable the activity to move from being profitable only in the short term to consolidating its viability in the medium term and establishing its sustainability in the long term.

Keywords: conventional agriculture, small-scale farmers, economic viability.

3.3 Introducción

Durante más de un siglo, el uso de insumos químicos, como fertilizantes y pesticidas, ha sido una práctica común en la agricultura moderna. Los pequeños productores recurren a estos compuestos químicos debido a su rápido estímulo en el crecimiento, así como la protección que dan a los cultivos frente a plagas y enfermedades. No obstante, su uso también conlleva externalidades negativas, reflejadas en el deterioro ambiental y efectos nocivos sobre la salud humana (Dhankhar y Kumar, 2023).

El uso de insumos de origen industrial se ha incrementado en los territorios indígenas, cuyos sistemas agroalimentarios históricamente habían sido orgánicos y libres de químicos. Esta situación ha provocado un aumento de problemas de salud y degradación ambiental, específicamente contaminación del suelo y del agua (Food and Agriculture Organization (FAO), 2024).

La eficiencia en el uso de insumos sintéticos destinados a la nutrición de los cultivos se ve reducida como consecuencia de la degradación del suelo, resultado de la aplicación continua de insumos sintéticos. A ello se suma la limitada extensión de las superficies agrícolas, lo que, en conjunto, configura una doble trampa de pobreza: por un lado, suelos cada vez menos productivos que requieren mayores insumos y, por otro, unidades de cultivo de pequeña escala que restringen la generación de ingresos (Lowder *et al.*, 2025).

A las problemáticas ambientales y sanitarias asociadas con el uso de insumos sintéticos en la agricultura, se suma el desafío de orden económico: el incremento sostenido de sus precios, impulsado por dinámicas inflacionarias globales y nacionales. Para los pequeños productores, estas circunstancias incrementan sus costos de producción, reducen considerablemente sus márgenes de ganancia y comprometen la sostenibilidad económica de la actividad productiva. Ello se debe a que la rentabilidad de las pequeñas unidades de producción agrícolas depende en alto grado del comportamiento de los precios de los

insumos necesarios para la producción, tales como fertilizantes, semillas, agroquímicos y combustibles (Caicedo, 2023).

También se añade la limitada capacidad de los pequeños agricultores para trasladar el incremento de costos de los insumos productivos al precio final de venta, especialmente cuando operan en mercados dominados por intermediarios y precios rígidos fijados por la oferta (Caicedo, 2023).

De manera que, parte importante de los pequeños productores continúa dependiendo del uso de insumos de origen industrial. Esta persistencia se explica por la falta de alternativas accesibles, el escaso conocimiento técnico acerca de ellas y la limitada disponibilidad de bioinsumos locales. Tal situación genera una paradoja difícil de romper; “para mantener la productividad se incrementa el uso de insumos químicos, lo que eleva sus costos de producción y deteriora sus medios de vida”. En consecuencia, se compromete la sostenibilidad de las actividades productivas. Por ello, resulta necesario proponer alternativas sustentables basadas en evidencia que cumplan con los siguientes postulados: a) efectividad en condiciones reales de campo; b) determinación de su impacto económico; c) viabilidad para pequeños productores; y d) modelos adecuados de implementación.

Bajo estos supuestos es imperativo responder a la problemática económica que afecta directamente la rentabilidad en los pequeños productores dependientes de insumos químicos, especialmente en comunidades indígenas marginadas que practican la fruticultura como medio para incrementar el bienestar económico y social.

Una alternativa viable y comprobada que contribuye directamente a la conservación del ambiente y a la salud del suelo, en estas comunidades, es la implementación de modelos de agricultura tradicional, orientados al control de plagas y al mejoramiento de la fertilidad del suelo; elaborados con recursos locales y que no requieren de mano de obra ni tecnología especializada (Altieri, 2004).

Autores como Schwentesius *et al.* (2021), en su análisis sobre costos y competitividad del aguacate en Ario de Rosales, Michoacán, compararon un modelo productivo de aguacate basado en recursos y conocimientos locales, que prescinde del uso de insumos sintéticos, frente a uno convencional, encontrando una reducción de costos del 47.64% gracias al uso de insumos generados localmente. Por su parte, Feledyn Szewczyk y Kopiński (2024), en un estudio en el este de Polonia, compararon sistemas convencionales con aquellos basados en recursos locales y menor uso de insumos sintéticos, encontrando que los primeros presentan costos directos 332% superiores, mientras que los segundos alcanzan una eficiencia económica 59% mayor.

La agricultura tradicional se plantea como una alternativa potencial para el mejoramiento de la calidad de vida de los productores, particularmente aquellos de origen indígena, al garantizar medios de subsistencia, seguridad alimentaria y nutricional, reducir costos y riesgos productivos, y disminuir el impacto ambiental (Lowder *et al.*, 2025). En contraste con modelos intensivos dependientes de insumos sintéticos que, tienden a excluirlos por sus limitaciones económicas y tecnológicas.

Por ello, esta investigación se propone evaluar económicamente la implementación del modelo de agricultura tradicional en aguacate, mediante el diagnóstico y la caracterización de los costos asociados a uso de insumos químicos, a diferencia del uso de alternativas agroecológicas. Esto derivará en el análisis contrastado de viabilidad económica y financiera de estos modelos. Lo que, para estas comunidades indígenas significa estrategias que potencialicen sus ganancias económicas, de la mano del cuidado del ambiente.

3.4 Metodología

La investigación se realizó en la comunidad de Xonotla, municipio de Zacatlán, Puebla, localizado entre los paralelos 19° 50' latitud norte y 97° 51' longitud oeste, ubicado a 2900 msnm. El municipio tiene una temperatura media anual de 12 C° y una precipitación anual situada en un rango de 700 a 2100 mm, con lluvias

abundantes en verano (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010). El tipo de suelo predominante es Andosol y Luvisol. Es una población rural de ascendencia indígena inmersa en la Sierra Norte de Puebla. La zona presenta variaciones micro climáticas asociadas a la topografía accidentada, la altitud y la cobertura vegetal, predominando principalmente comunidades de bosques (INEGI, 2010).

Colecta de información.

Los sujetos de estudio son pequeñas unidades de producción de aguacate que operan bajo un modelo productivo de agricultura convencional, caracterizado por el uso de insumos sintéticos, tales como fertilizantes químicos y plaguicidas (FAO, 2009)

La información de análisis se obtuvo en tres fases; la primera consistió en el diseño y aplicación de una encuesta, elaborada con el propósito de indagar sobre información sociodemográfica y socioeconómica de los productores y sus prácticas agrícolas convencionales implementadas. Se aplicó un cuestionario, a nueve productores seleccionados mediante muestreo por conveniencia.

La segunda fase consistió en la implementación de un panel de productores, que consiste en una reunión informal en la que un grupo de productores, dueños de unidades de producción con características similares, discute y consensa información relacionada con el manejo técnico, el uso y costo de insumos y factores de producción, los productos obtenidos, los rendimientos y el precio de venta. El panel se desarrolló en dos sesiones: una sesión de construcción de información y una sesión de validación. El objetivo del panel fue recabar información sobre los procesos de producción y las decisiones de gestión, así como estimar los costos (económicos, financieros y de flujo de efectivo), los ingresos y la viabilidad financiera y económica del sistema productivo convencional mediante la construcción de una Unidad Típica de Producción (UTP). Esta se entiende como una unidad de producción modelada que representa las características predominantes de los panelistas y otros

productores de la región, y que sirve como base para monitorear el desempeño de las unidades de producción representadas. (Sagarnaga Villegas *et al.*, 2018).

En el panel, participaron nueve productores, seleccionados mediante muestreo no probabilístico de selección experta. Los criterios de selección fueron: ser productores de aguacate, con experiencia en la actividad, llevar a cabo prácticas agrícolas convencionales, y ser reconocidos como líderes de opinión en su localidad.

Una vez que fue procesada y analizada la información recabada en la primera reunión, se procedió a realizar el panel de validación, el cual consiste en verificar que los datos analizados reflejen la situación real de la UTP analizada (Elizalde López *et al.*, 2024; Sagarnaga Villegas *et al.*, 2018). Los resultados referentes a la UTP modelada se reportan bajo la denominación “Modelo de Agricultura Convencional en Aguacate” (MACA).

La tercera fase consistió en documentar las alternativas de manejo que permitan reducir los costos y a su vez disminuir el impacto ambiental. Para ello, se realizó una reunión con un especialista en el manejo técnico-productivo del cultivo de aguacate en el área de estudio, con experiencia en el asesoramiento técnico de la comunidad donde se llevó a cabo el análisis. El resultado fue proponer alternativas de prácticas agrícolas que permitieran al productor transitar gradualmente de un modelo productivo convencional hacia uno de carácter tradicional. En lo sucesivo los resultados se reportan como “Modelo de Agricultura Tradicional en Aguacate” con las siglas MATA.

Lo anterior derivó en el análisis comparativo entre modelos. Este análisis permitió determinar la rentabilidad económica de la transición hacia un modelo productivo tradicional, a partir de la evaluación de los costos de producción, los ingresos y la viabilidad económica y financiera.

De acuerdo con la metodología anteriormente citada, los costos de operación agrupan: fertilizantes, comercialización, combustibles y mano de obra contratada.

Mientras que los costos generales, incluyen la depreciación. Por su parte, los costos de oportunidad incluyeron: en el caso de la tierra, la utilidad obtenida en la actividad alternativa más rentable, que fue el maíz de temporal. La mano de obra no remunerada y actividades gerenciales se valoraron mediante el valor de la Canasta Alimentaria Básica; y para el costo de capital se utilizó una tasa de descuento estimada en 12%.

Para el análisis de viabilidad los costos se agruparon de la siguiente forma: 1) Flujo de efectivo, es decir, la suma de entradas y salidas de dinero relacionadas con gastos de operación, el flujo resultante determina la permanencia de la actividad en el corto plazo. 2) Ingresos y Costos Financieros, que concentra los costos de operación y generales, y es el indicador que define la permanencia en el mediano plazo, y 3) Ingresos y Costos Económicos que consideran el valor de todos los recursos utilizados en el proceso productivo (mano de obra, actividades gerenciales, capital invertido en la unidad de producción y tierra), independientemente de que estos representen o no gastos desembolsados. Si existe un balance negativo en los costos económicos, el productor podría disponer de sus factores de producción, para invertirlos en otra actividad mejor remunerada.

3.4.1 Procesamiento de datos

Los años que conforman el ciclo base de esta investigación abarcan el periodo 2017-2025. La metodología otorga información consensuada sobre una huerta de aguacate de una hectárea y 8 años de establecimiento, a plena producción.

La cuantificación del salario remunerado se estableció con base en el valor de la Canasta Alimentaria Básica correspondiente para enero de 2025, publicada por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). La utilización de este referente, en lugar del salario mínimo, se justifica por la ausencia de actividades económicas alternativas en las que los productores puedan emplearse, así como la inexistencia de un mercado laboral en la zona.

Asimismo, el costo de oportunidad de la tierra se estimó a partir de la única actividad productiva alternativa en la zona (maíz), debido a que el arrendamiento de tierras no es una práctica común, principalmente por las condiciones del terreno, particularmente pendiente y lejanía respecto a otros centros poblados.

3.5 Resultados y discusión

Los resultados indican que el 56% de los productores son hombres y 44% mujeres, todos de ascendencia indígena. Predomina una población de edad avanzada, con un 67% de los encuestados mayores de 50 años. Respecto al nivel educativo, el 78% presenta como máximo nivel de estudios la educación básica (primaria no concluida).

Todos los encuestados forman parte de la Sociedad Cooperativa de Responsabilidad Limitada de Capital Variable “Macehual Ahuacatl”, una organización cuyo objetivo es la producción de aguacate Hass sin valor agregado, comercializado en el mercado local. El 78% de los miembros supera los 10 años en la sociedad, mientras que una proporción menor (22%) cuenta con 8 años.

Las huertas de los productores, tienen una superficie con rango de 0.5 a 3 hectáreas, y promedio de 1 hectárea. Los terrenos presentan una pendiente aproximada de 45 grados y la producción se realiza bajo régimen de temporal. La densidad de plantación es de 400 árboles por hectárea, establecidos en arreglo de tresbolillo y sembrados en curvas a nivel. Los árboles de aguacate fueron establecidos a partir de plántulas donadas por el gobierno municipal de Zacatlán en el año 2013.

Todos los productores señalan que los ingresos por la actividad son insuficientes para cubrir los gastos del hogar. En este sentido, el 78% reporta percepciones mensuales inferiores a \$5,000.00 pesos, mientras que el resto se ubica en un rango de ingresos de \$5,000.00 a \$10,000.00. Así mismo, el 89% de los productores encuestados manifiesta realizar actividades complementarias,

principalmente la siembra de cultivos básicos, como maíz y frijol, así como el comercio, como parte de sus estrategias para sostener el ingreso familiar.

Una de las principales problemáticas que enfrentan los productores está relacionada con los elevados costos de operación, asociados principalmente a la adquisición de insumos sintéticos. A ello se suma un bajo nivel de tecnificación que limita la eficiencia en los procesos productivos. Los productores aguacateros identifican las heladas, como un riesgo climático significativo, debido a su impacto en el desarrollo fenológico del cultivo. En este sentido, Pesis *et al.*, (1994) señala que este fruto de origen subtropical presenta alta sensibilidad al daño por frío cuando se expone a temperaturas bajas, incluso cuando estas no alcanzan el punto de congelación.

3.5.1 Proceso de producción

Modelo de Agricultura Convencional en Aguacate -MACA-

El ciclo productivo anual de este sistema inicia en febrero con la aplicación de compuestos nitrogenados y la remoción selectiva de ramas del árbol, para promover el crecimiento vegetativo y con ello incrementar su productividad (Marcolini *et al.*, 2015). Posteriormente se aplica una solución base compuesta por cal y sulfato de cobre en los tallos, también se aplican soluciones foliares sintéticas, tales como: Complex Nitravor y DAP. Finalmente, en marzo, se instalan acolchados con materiales orgánicos como hojarasca, zacate de milpa o Ebo (*Vicia sativa*), adquiridos por los productores de manera externa. Durante los meses de abril y mayo, se aplican fertilizantes y soluciones foliares, mientras que en junio se suma la aplicación de aminoácidos.

Las labores agrícolas no remuneradas, se hacen gracias a la participación de miembros de la cooperativa y familiares; exceptuando las actividades de cosecha y acarreo del fruto. En ausencia de esta forma de organización, los productores tendrían que asumir el pago de jornales adicionales, lo que representaría una presión económica significativa. Este esquema de colaboración puede

interpretarse, desde un enfoque conceptual, como una práctica análoga al tequio, un sistema de trabajo colectivo administrado por autoridades locales (Denicourt, 2014).

En el mes de julio y octubre se realiza el control de malezas, arbustos y pastos de crecimiento elevado. En una etapa posterior, entre septiembre y noviembre, se llevan a cabo aplicaciones de soluciones foliares y se incorporan fertilizantes con el propósito de favorecer el desarrollo óptimo de las plantas al proporcionar nutrientes de rápida disponibilidad (Fagúndez *et al.*, 2025).

En meses subsecuentes se monitorea el cultivo. La cosecha ocurre en diciembre y enero, con rendimientos estimados de 2 ton/ha distribuidas de forma equitativa entre los meses de cosecha. Para ello se recurre a la contratación de siete jornales, cuyas actividades son: corte, acarreo y selección de los frutos. La cosecha se agrupa y acomoda en cajas de plástico de capacidad de 10 kg. La cosecha es transportada a pie hasta el domicilio del productor.

Modelo de Agricultura Tradicional en Aguacate -MATA-

El ciclo productivo anual del MATA propuesto comenzaría en el mes de enero con la aplicación de caldo bordelés; mezcla destinada al control fitosanitario, compuesta por carbonato de calcio (cal), sulfato de cobre y agua. También se sugiere aplicar Supermagro, un producto orgánico que ha mostrado potencial para su uso en la producción frutícola, al aportar nutrientes esenciales para el fortalecimiento de los cultivos y la prevención de algunas enfermedades; es de fácil elaboración y alto contenido nutrimental lo que reduce la contaminación ambiental y la dependencia de agroquímicos. (Didier *et al.*, 2015). Esta mezcla contiene sales minerales (zinc, magnesio, cobre, hierro, boro y manganeso), melaza, suero de leche, materia vegetal (Alfalfa, Frijol o Ebo) y estiércol de Vaca.

En febrero, cada dos semanas se propone administrar BINAFA, mezcla orgánica para el control fitosanitario, elaborado a partir de ingredientes de origen vegetal y compuestos complementarios como: chile (*Capsicum annuum*), ajo (*Allium*

sativum), ruda (*Ruta graveolens*), cebolla (*Allium cepa*), sales cuaternarias, melaza, cítricos (*Citrus limon* o *Citrus sinensis*), vinagre, epazote (*Dysphania ambrosioides*) y cempasúchil (*Tagetes erecta*). Asimismo, es preciso el recubrimiento de los troncos, con una suspensión de carbonato de calcio disuelto en agua para protección y control de plagas. Por último, se realizarían labores de poda y aclareo, así como la incorporación de la mezcla Supermagro.

En el trimestre comprendido de marzo a mayo, se continuaría con la aplicación de BINAFA y la incorporación quincenal de fuentes nutrimentales ricas en potasio elaboradas a partir de cascara de plátano y gallinaza. Además de recomendar la administración de “purín”, líquido resultante de la fermentación de materiales orgánicos de origen animal; proporciona enzimas, aminoácidos y nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas y la fertilidad del suelo (FAO, 2010). Asimismo, se propone la producción local de acolchados mediante el establecimiento del cultivo de cobertura Ebo (*Vicia sativa*) en el área de producción agrícola. Por último, se sugiere que mensualmente se use el Supermagro.

Posteriormente, en junio y julio se propone aplicar cardo bordelés, fuentes de potasio y purines. El Supermagro es una aplicación sugerida de junio a diciembre. En julio y octubre se efectuarían labores de poda y aclareo. La cosecha ocurre en diciembre y enero, sin cambios en mano de obra contratada. Las labores culturales, así como la preparación de mezclas orgánicas serían parte del trabajo colaborativo entre miembros del grupo cooperativo.

3.5.2 Análisis económico

En el siguiente cuadro se desglosan los costos de producción, el ingreso neto y la ganancia neta de los modelos productivos MACA y MATA. En las líneas subsecuentes se describen los factores por los cuales la transición de un modelo basado en el uso de insumos sintéticos hacia uno sustentado en insumos de origen natural permite reducir significativamente los costos de producción y, en consecuencia, incrementar la ganancia neta.

Cuadro 1. Costos de producción, ingreso neto y ganancia neta por kilogramo en la producción de aguacate en Xonotla, Puebla, 2025.

Modelo Productivo	Costo de Producción			Ingreso total	Ganancia neta		
	Flujo de efectivo	Financiero	Económico		Flujo de efectivo	Financiero	Económico
MACA	25.59	31.77	39.11	27.50	1.92	-4.27	-11.61
MATA	15.38	21.56	28.73	27.50	12.12	5.94	-1.23

Fuente: elaboración propia a partir de información de campo

La producción anual estimada de aguacate en el MACA es de dos toneladas por hectárea, un rendimiento que se sitúa muy por debajo del rendimiento promedio nacional de 11.7 toneladas por hectárea reportado por FIRA en 2023 (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, 2024). En el caso del MATA, se estima un volumen de producción equivalente, debido a que los rendimientos observados en el MACA, aun cuando se incorporan insumos sintéticos, no representan un incremento significativo en la productividad. En este sentido, la sustitución de dichos insumos por alternativas de origen natural y elaboradas localmente no implicaría una disminución en el rendimiento. Lo anterior sugiere que la productividad depende en mayor medida de factores estructurales, como el manejo en pequeña escaña y la baja tecnificación, que del tipo de insumos utilizados.

El ingreso derivado de la comercialización de la cosecha en el MACA asciende \$27,500 por tonelada, valor superior al precio medio rural reportado por la Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera para el cultivo de aguacate Hass en Zacatlán bajo condiciones de temporal, producción convencional y cultivo a cielo abierto, estimado en \$ 22,101.47 por tonelada (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2024). En consecuencia, se proyecta que el nivel de ingresos sería similar para el MATA, bajo condiciones de mercado comparables. Los ingresos generados por el MACA cubren únicamente los requerimientos de flujo de efectivo; sin embargo, son insuficientes para solventar tanto los costos financieros como los costos

económicos. En este sentido, y de acuerdo con Sagarnaga Villegas *et al.* (2018), puede afirmarse que el modelo no es viable en el mediano plazo.

En contraste, en el MATA, el panorama económico podría ser diferente. La sustitución de insumos de origen industrial por insumos orgánicos elaborados localmente generaría una disminución en los gastos de operación, incrementando el beneficio percibido por los productores. La ganancia en flujo de efectivo bajo el MATA aumentaría de \$1.92 por kilogramo producido a \$12.12, lo que representaría un incremento del 534% respecto al MACA. Por su parte, la ganancia financiera también presentaría diferencias significativas, pasando de una pérdida de \$-4.27 por kilogramo a una ganancia de \$5.94 por kilogramo de aguacate, representando un punto de inflexión hacia la rentabilidad de la actividad en el mediano plazo. Por último, respecto a la ganancia económica, el análisis indica que la transición reduciría la pérdida en un 89.4%, sugiriendo que la actividad productiva podría volverse progresivamente más competitiva, favoreciendo su permanencia y su posible viabilidad en el largo plazo.

Los gastos de operación del MACA se concentran principalmente en la adquisición de insumos, particularmente, fertilizantes y productos para control fitosanitario, suponen el 44.5% de los costos totales de operación y equivalen a un desembolso de \$11.35 pesos por kilogramo para el productor. En segundo lugar, se ubica el costo de manejo de cultivo, que comprende la compra de acolchado; este rubro representa el 31.7% del gasto total y asciende a \$8.00 de la misma base de medida. Posteriormente, se encuentra el rubro de la mano de obra, correspondiente al pago de jornales contratados para la cosecha, que significan para el productor un gasto de \$2.80 pesos por kilogramo producido. Finalmente, los costos de comercialización y consumo de combustibles representan un desembolso de \$3.40 (Figura 1).



Figura 4. Comparación de los gastos de operación por kilogramo de aguacate entre el MACA y el MATA, en la producción de aguacate en Xonotla, Puebla, 2025.

Fuente: elaboración propia a partir de información de campo.

La adopción del MATA representaría una disminución significativa en el costo de los insumos de producción; al sustituir la adquisición de insumos sintéticos de origen industrial por la elaboración local de insumos orgánicos destinados a la nutrición y el control de fitosanitario. Bajo este esquema, el costo se reduciría a \$6.58 pesos por kilogramo, lo que representa una disminución del 42.2% en este rubro. Así mismo, la producción local del acolchado, en sustitución de su adquisición externa, permitiría reducir los costos de manejo de cultivo en un 67.5%, al disminuir de \$8.00 a \$2.60. La sustitución de insumos sintéticos por insumos orgánicos de elaboración local se traduciría en una reducción de los gastos totales de operación de \$20,407.98 por huerta.

Los gastos de mano de obra permanecerían sin cambios ante la transición del MACA al MATA, dado que la contratación de jornales adicionales se limita a labores de cosecha y acarreo. Así mismo, las actividades de elaboración y aplicación de insumos en el MATA serían realizadas por los miembros de la cooperativa mediante un esquema de trabajo comunitario. Los costos de

comercialización y de adquisición de combustibles no presentarían variaciones, dado que no se modificaría el número de fletes, ni la cantidad de recipientes utilizados para el empaque. En cuanto al consumo de combustible, su uso se limita a labores de aclareo.

Los gastos generales, tanto en el MACA como en el MATA, corresponden exclusivamente a la depreciación de equipo, herramienta, sistema de captación de agua y huerta. En conjunto, estos criterios representan un costo de \$6.18 por kilogramo dentro del costo financiero de producción en ambos modelos.

El costo de oportunidad asociado a la utilidad alternativa de la producción de maíz asciende a \$1.00 por cada kilogramo para ambos modelos. Así mismo, los costos correspondientes a las actividades gerenciales y al costo de oportunidad del capital invertido en la huerta se estiman en \$1.94 y \$1.73 pesos por kilogramo producido, sin presentar variaciones en ambos esquemas. En contraste, el costo del capital invertido en la unidad de producción se sitúa en \$1.49 en el MACA, mientras que en el MATA se reduce 8.05%, como resultado de la disminución del capital de trabajo asociada a menores costos de insumos de producción. Finalmente, el costo de oportunidad de la mano de obra durante la estabilización muestra una ligera reducción, al pasar de \$1.16 a \$1.11 por kilogramo.

Los resultados evidencian que las principales diferencias entre el MACA y el MATA se relacionan con los costos de producción, mientras que el volumen producido y los ingresos obtenidos mantendrían un comportamiento similar. Esto sugiere que la rentabilidad depende no solo de la productividad, sino también de la eficiencia en el uso de insumos y recursos productivos.

Los resultados de esta investigación son consistentes con los reportados en estudios previos. Franco Sánchez *et al.* (2018), en su análisis sobre costos y competitividad en la producción de aguacate en Michoacán, México, identificaron que el uso de fertilizantes y plaguicidas constituye el componente más significativo de los costos variables, representando el 68.63% en pequeños productores. De manera similar, Schwentesius *et al.* (2021) y Feledyn Szewczyk

y Kopiński (2024), al comparar modelos productivos basados en insumos sintéticos con aquellos basados en insumos de origen natural producidos localmente, encontraron que la sustitución de insumos de origen industrial se asocia con una disminución significativa de los costos de producción.

3.5.3 Beneficios de la transición

La transición de MACA al MATA permitiría a los productores reducir costos de producción, lo que contribuye a la permanencia de la actividad en el tiempo. Este resultado adquiere particular relevancia dadas las condiciones de la zona de producción, caracterizada por una unidad de cultivo de pequeña extensión, ubicada en un área de pendiente pronunciada, que opera con niveles bajos de producción y tecnificación, localizada en un área remota respecto a la cabecera municipal. A ello se suma que se trata de una población rural de ascendencia indígena, de edad avanzada y con niveles bajos de escolaridad, inserta en un contexto con limitada disponibilidad de actividades económicas alternativas. En este escenario, la adopción de alternativas productivas que permitan maximizar la ganancia y reducir las pérdidas resulta fundamental para impulsar la continuidad de la actividad.

El uso de insumos de origen natural no solo genera beneficios económicos para los productores, sino también contribuye al control de plagas y enfermedades, así como el mejoramiento de la estructura del suelo y de sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Schwentenius *et al.*, 2021). Estos insumos aportan nutrientes esenciales, enzimas y aminoácidos que favorecen el desarrollo de los cultivos y la fertilidad del suelo, además de ayudar en la prevención de ciertas enfermedades. Así mismo, se caracterizan por su fácil elaboración y su alto valor nutrimental (Didier *et al.*, 2015; FAO, 2010).

La generación de conocimiento basado en evidencia científica sobre el tema resulta fundamental para orientar la transición de modelos convencionales dependientes de insumos sintéticos hacia sistemas productivos basados en insumos de origen natural de producción local. Si bien, existe literatura sobre los

beneficios ambientales y económicos de estas alternativas, persiste un vacío de conocimiento en torno a la viabilidad económica y al desempeño en unidades de producción de pequeña escala y en comunidades indígenas.

Este conocimiento es clave para los pequeños productores y productores indígenas, al proporcionar información que les permita planificar, tomar decisiones productivas y minimizar su exposición al riesgo (Fierros y Mora, 2022). Así mismo, permite evaluar los impactos económicos y productivos de dichas alternativas, facilitando su adopción en contextos donde las limitaciones económicas y tecnológicas condicionan la viabilidad de la actividad agrícola, especialmente entre pequeños productores y productores indígenas, cuyas actividades productivas se encuentran sujeta condiciones ambientales, económicas y sociales complejas (Leyva *et al.*, 2021).

3.6 Conclusiones

El modelo de agricultura convencional constituye una alternativa económicamente inviable para los pequeños productores, debido a los altos gastos de operación derivados de la adquisición de insumos, particularmente fertilizantes y productos para control fitosanitario, los cuales no influyen de manera significativa en los rendimientos productivos.

Esta situación reduce considerablemente los márgenes de ganancia y compromete la sostenibilidad económica de la actividad productiva en el mediano plazo y largo plazo, particularmente en unidades de producción de pequeña escala con limitadas capacidades técnicas, que no pueden mitigar los altos costos productivos mediante su traslado al precio de venta ni a través del incremento en los volúmenes de producción. Lo anterior agrava las condiciones de vulnerabilidad económica de productores con escasas oportunidades de integración a otras actividades generadoras de ingreso.

Por su parte, el modelo de agricultura tradicional conforma una opción factible para pequeños productores de aguacate, particularmente en contextos

indígenas, al responder a condiciones reales de campo y contribuir a la mejora de su desempeño económico. Se concluye que la adopción de modelos basados en insumos de origen natural, desarrollados localmente, constituye una estrategia factible para el fortalecimiento de la actividad productiva en contraste con el modelo productivo convencional, al tiempo que se promueve el cuidado del medio ambiente y se contribuye al bienestar de la comunidades con limitaciones estructurales, caracterizadas por bajos niveles de tecnificación, terrenos de cultivo con pendientes pronunciadas y escasa disponibilidad de actividades económicas alternativas.

La medición de los impactos asociados a su puesta en marcha constituye una línea de investigación pendiente, cuya evaluación excede el alcance del presente trabajo y deberá ser considerada en estudios futuros tanto en el mismo cultivo bajo condiciones similares como en otros cultivos, así como en comunidades con características sociales, económicas y productivas análogas.

3.7 Literatura citada

- Altieri, M. A. (2004). Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(1), 35–42. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0035:LEATFI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0035:LEATFI]2.0.CO;2)
- Caicedo, M. R. D. (2023). Impacto de los costos de los insumos agrícolas en la rentabilidad de pequeños productores durante periodos inflacionarios. *Revista Internacional de Investigación y Desarrollo Global*, 2(4), 15–29. <https://doi.org/10.64041/riidg.v2i4.16>
- Denicourt, J. (2014). “Así nos tocó vivir”. Práctica de la comunidad y territorios de reciprocidad en la Sierra Mixe de Oaxaca. *Revista Trace*, 65, 23–36. <https://doi.org/10.22134/trace.65.2014.47>
- Dhankhar, N., y Kumar, J. (2023). Impact of increasing pesticides and fertilizers on human health: A review. *Materials Today: Proceedings*, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.766>
- Elizalde López, G. G., Sagarnaga Villegas, L. M., y Olivera Martínez, A. M. (2024). Maize farmers in the slash-and-burn system: What motivates them to preserve this agricultural system? *Revista de Geografía Agrícola*, (72), 2–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.5154/r.rga.2023.72.3>
- Fagúndez, B. A. F., Márquez, M., Baloy, P. H., Aguas, C. C. H., y Armado, M. A. J. (2025). Estudio comparativo del efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el crecimiento y productividad del cultivo de ají (*Capsicum annuum*). En

- B. A. F. Fagúndez, M. Márquez, P. H. Baloy, C. C. H. Aguas, y M. A. J. Armado (Eds.), *Aplicaciones prácticas en el manejo del suelo y fertilización de cultivos* (1st ed., Vol. 1, pp. 31–63). Editorial Unión Científica. <https://doi.org/10.63804/gb.1.1.2>
- Feledyn Szewczyk, B., y Kopiński, J. (2024). Productive, environmental and economic effects of organic and conventional farms—case study from Poland. *Agronomy*, (4), 1–18. <https://doi.org/10.3390/agronomy14040793>
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. (2024). *Panorama agroalimentario 2024: Aguacate*. <https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=123406>
- Fierros, G. I., y Mora, R. J. (2022). Drivers of livelihood strategies: Evidence from Mexico's Indigenous rural households. *Sustainability*, 14(13). <https://doi.org/10.3390/su14137994>
- Food and Agriculture Organization. (2009). *Glossary on Organic Agriculture*. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/012/k4987t/k4987t.pdf>
- Food and Agriculture Organization. (2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana: (1)*. <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf>
- Food and Agriculture Organization. (2024). *Sustaining heritage: Addressing pesticide challenges for Indigenous farmers in Guatemala*. FAO. <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/news/detail/es/c/1709056/>
- Franco Sánchez, M. A., Leos Rodríguez, J. A., Salas González, J. M., Acosta Ramos, M., y García Munguía, A. (2018). Análisis de costos y competitividad en la producción de aguacate en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(2), 391–403. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i2.1080>
- González, J. D., Mosquera, J. D., y Torrente Trujillo, A. (2015). Efectos e impactos ambientales en la producción y aplicación del abono supermagro en el cultivo de sandía. *Ingeniería y Región*, 13(1), 103–111. <https://doi.org/https://doi.org/10.25054/22161325.712>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010a). *Compendio de información geográfica municipal 2010: Zacatlán, Puebla*. INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010b). Información Económica. En *Encuesta Nacional Agropecuaria 2010*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/>
- Leyva, D., De la Torre, M., y Coronado, Y. (2021). Sustainability of the agricultural systems of indigenous people in Hidalgo, México. *Sustainability*, 13(14), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su13148075>
- Lowder, S. K., Bhalla, G., y Davis, B. (2025). Decreasing farm sizes and the viability of smallholder farmers: Implications for resilient and inclusive rural transformation. *Global Food Security*, 45, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2025.100854>

- Marcolini, S., Verón, C. S., Goytía, M., Mancini, C., y Radi, D. (2015). Reconocimiento contable de los costos de activos biológicos: El caso planta de duraznos. *SaberEs*, 7(7), 45–67. <https://doi.org/10.35305/s.v0i7.119>
- Sagarnaga Villegas, L. M., Salas González, J. M., y Aguilar Ávila, J. (2018). Metodología para estimar costos, ingresos y viabilidad financiera en unidades representativas de producción. En C. R. Altamirano, R. M. Muñoz, M. R. Rendón, y L. J. G. Ocampo (Eds.), *Serie Metodologías y herramientas para la investigación* (1st ed., Número August 2019). Universidad Autónoma Chapingo.
- Schwentesius, R. R., Vázquez, R. L. E., Ayala, G. A. V., Rodríguez, N. F., Gómez, T. L., y Cruz, R. J. A. (2021). Producción y Comercialización. En F. Pérez Soto, E. Figueroa Hernández, M. Jiménez García, L. Godínez Montoya, y R. M. García Núñez (Eds.), *Producción y Comercialización* (1st ed., pp. 25–41). Asociación Mexicana de Investigación Interdisciplinaria A.C.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

4 CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES GENERALES

El análisis de la transición de la agricultura convencional a la tradicional en la Cooperativa Macehual Ahuacatl S.C de R.L. de C.V., ubicada en Xonotla, Puebla, constituye un caso de éxito. La adopción de este modelo como alternativa productiva le permitiría incrementar su rentabilidad, gracias a los beneficios que aporta en las dimensiones económicas, sociales y ambientales dentro de las unidades producción de pequeña escala.

Sobre la rentabilidad de la agricultura tradicional. Los estudios teóricos y prácticos confirman que la adopción de prácticas agrícolas tradicionales influye positivamente en la rentabilidad de las unidades de producción, al reducir considerablemente los gastos operativos. Este modelo productivo permite hacer frente a desafíos económicos que afectan a la agricultura de pequeña escala: la dependencia de insumos externos, la volatilidad de sus precios y la limitada capacidad de trasladar esos aumentos al precio final de venta.

Sobre los beneficios socioambientales de la agricultura tradicional. Los estudios teóricos sustentan que la transición de la agricultura convencional a la tradicional presenta beneficios que trascienden el ámbito económico. En el ámbito social, la transición permite mitigar los impactos directos e indirectos sobre la salud humana ocasionados por el uso de agroquímicos, fortalecer la seguridad alimentaria, disminuir el fenómeno migratorio, y preservar conocimientos y prácticas agrícolas ancestrales. En el criterio ambiental, este cambio permite reducir la contaminación del suelo y el agua, así como disminuir la pérdida de biodiversidad.

Los resultados de este trabajo ofrecen un marco de referencia para otras unidades de producción con características similares, al proyectar que la transición del modelo convencional al tradicional incrementa la rentabilidad, reduce el impacto ambiental y fortalece el bienestar social.

Sobre los alcances y limitaciones de la investigación. Los resultados de implementación de la transición se encuentran limitados por la duración de la investigación, su evaluación deberá ser considerada en futuras investigaciones.

LITERATURA CITADA GENERAL

- Bernardino, H. H. U., Mariaca, M. R., Nazar, B. A., Álvarez, S. J. D., Torres, D. A., y Herrera, P. C. (2017). Percepciones del uso de plaguicidas entre productores de tres sistemas agrícolas en Los Altos de Chiapas, México. *Acta Universitaria*, (27)(4), 19–34. <https://doi.org/10.15174/au.2017.1188>
- Bustamante, L. T. I., Carrera, C. B., y Schwentesius, R. R. (2017). Sostenibilidad de pequeños productores en Tlaxcala, Puebla y Oaxaca, México. *Estudios Regionales En Economía, Población y Desarrollo*, (7)(37), 3–33. <https://doi.org/10.20983/epd.2017.37.1>
- Chávez, G. M. E., y Armas, A. E. (2024). Agricultura Tradicional y Garantía Alimentaria en la Región de Cuitzeo, Michoacán: Un Análisis de Resiliencia y Sostenibilidad. In Universidad Nacional Autónoma de México (Ed.), *Sostenibilidad y desarrollo regional de cara a los desafíos socioambientales* (1st ed., pp. 181–196). Instituto de Investigaciones Económicas y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional.
- Davis, B., Mane, E., Gurbuzer, L. Y., Caivano, G., Piedrahita, N., Azhar, N., Benali, M., Chaudhary, N., y Rivera, R. (2023). *Estimating global and country-level employment in agrifood systems* (Number (23)). <https://doi.org/10.4060/cc4337en>
- De Gortari, R. R. (2020). De la Revolución Verde a la agricultura sustentable en México. *Nueva Antropología*, (33)(92), 66–86. <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/nuevaantropologia/article/view/15995> [\]\(https://revistas.inah.gob.mx/index.php/nuevaantropologia/article/view/15995](https://revistas.inah.gob.mx/index.php/nuevaantropologia/article/view/15995)
- Fagúndez, B. A. F., Márquez, M., Baloy, P. H., Aguas, C. C. H., y Armado, M. A. J. (2025). Estudio comparativo del efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el crecimiento y productividad del cultivo de ají (*Capsicum annum*). In B. A. F. Fagúndez, M. Márquez, P. H. Baloy, C. C. H. Aguas, y M. A. J. Armado (Eds.), *Aplicaciones prácticas en el manejo del suelo y fertilización de cultivos* (1st ed., Vol. 1, pp. 31–63). Editorial Unión Científica. <https://doi.org/10.63804/gb.1.1.2>
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. (2024). *Panorama agroalimentario 2024: Aguacate*. <https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=123406>
- Gliessman, S. R. (2014). *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems* (3rd ed.). CRC Press.
- H. Ayuntamiento del Municipio de Zacatlán (HAMZ). (2010). *Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Zacatlán, Puebla*. https://www.zacatlan.gob.mx/articulo11/1/decretos/ordenamiento_ecologico_zacatlan.pdf

- Herrera, T. F. (2013). Enfoques y políticas de desarrollo rural en México: Una revisión de su construcción institucional. *Gestión y Política Pública*, (22)(1), 131–159.
- INEGI. (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019: Resultados nacionales y para Puebla*.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2019/doc/mini_ENA19_PUEBLA.pdf
- INEGI. (2020). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019*.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2019/doc/rrdp_ena2019.pdf
- INEGI. (2023). *Censo Agropecuario 2022. Resultados definitivos*.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ca/2022/doc/ca2022_rdnal.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). *Censo Agropecuario 2022: Resultados Adicionales (Comunicado de prensa No. 397/24)*.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/CA_Adic/CA_Adic2024.pdf
- Lowder, S. K., Bhalla, G., y Davis, B. (2025). Decreasing farm sizes and the viability of smallholder farmers: Implications for resilient and inclusive rural transformation. *Global Food Security*, (45), 1–10.
<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2025.100854>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2024). *Panorama Agroalimentario 2018-2024*.
https://nube.agricultura.gob.mx/panorama_dgsiap/
- Zepeda, J. I. (2018). Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 15((1)), 99–108.
<https://doi.org/10.22231/asyd.v15i1.752>

ANEXOS

Anexo 1. Costos de producción por hectárea en modelo agrícola convencional para el ciclo 2025.

Costos	Flujo de efectivo	Financiero	Económico	Porcentaje
	\$	\$	\$	%
Gastos de operación				
Mano de obra	5,600.00	5,600.00	5,600.00	10.94%
Fertilizantes	21,150.00	21,150.00	21,150.00	41.33%
Control fitosanitario	1,620.00	1,620.00	1,620.00	3.17%
Acolchado	16,000.00	16,000.00	16,000.00	31.27%
Comercialización	6,300.00	6,300.00	6,300.00	12.31%
Combustibles y lubricantes	500.00	500.00	500.00	0.98%
<i>Subtotal costos operación</i>	<i>51,170.00</i>	<i>51,170.00</i>	<i>51,170.00</i>	<i>100.00</i>
Gastos Generales				
Subtotal costos generales	0.00	12,367.33	12,367.33	100.00
Costos de oportunidad				
Utilidad alternativa por la producción de maíz	0.00	0.00	2,000	13.61
Capital invertido en la unidad de producción	0.00	0.00	2,998	20.41
Capital invertido en huerta	0.00	0.00	3,473	23.64
Mano de obra hasta estabilización	0.00	0.00	2,329	15.86
Actividades gerenciales	0.00	0.00	3,891	26.48
<i>Subtotal costo de oportunidad</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>14,692</i>	<i>100.00</i>
Costo total	51,170.00	63,537.33	78,228.86	
Ingresos	55,000.00	55,000.00	55,000.00	
Balance	3,830.00	-8,537.33	-23,228.86	

Anexo 2. Costos de producción por hectárea en modelo agrícola tradicional para el ciclo 2025.

Costos	Flujo de efectivo	Financiero	Económico	Porcentaje
Gastos de operación	\$	\$	\$	%
Mano de obra	5,600.00	5,600.00	5,600.00	18.20%
Insumos Orgánicos	13,162.02	13,162.02	13,162.02	42.79%
Acolchado	5,200.00	5,200.00	5,200.00	16.90%
Comercialización	6,300.00	6,300.00	6,300.00	20.48%
Combustibles y lubricantes	500.00	500.00	500.00	1.63%
<i>Subtotal costos operación</i>	<i>30,762.02</i>	<i>30,762.02</i>	<i>30,762.02</i>	<i>100.00%</i>
Gastos Generales				
<i>Subtotal costos generales</i>	<i>0.00</i>	<i>12,367.33</i>	<i>12,367.33</i>	<i>100.00%</i>
Costos de oportunidad				
Utilidad alternativa por la producción de maíz	0.00	0.00	2,000.00	13.96%
Capital invertido en la unidad de producción	0.00	0.00	2,739.86	19.12%
Capital invertido en huerta	0.00	0.00	3,473.21	24.24%
Mano de obra hasta estabilización	0.00	0.00	2,225.76	15.53%
Actividades gerenciales	0.00	0.00	3,890.84	27.15%
<i>Subtotal costo de oportunidad</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>14,329.66</i>	<i>100.00%</i>
Costo total	30,762.02	43,129.35	57,459.01	
Ingresos	55,000.00	55,000.00	55,000.00	
Balance	24,237.98	11,870.65	-2,459.01	