

MEMORIA

Mesa 2A

Economía Agrícola y Desarrollo Rural

Octubre 2026

ÍNDICE

Dinámicas de comercialización y actores de la cadena de valor del pan de muerto tradicional en cuatro municipios del Oriente del Estado de México 4
Configuración de economías alternas mediante la Adaptación basada en Ecosistemas: un estudio comparado de dos organizaciones comunitarias en México y El Salvador 14
Variabilidad de las prácticas agrícolas y su contribución potencial a las emisiones de gases de efecto invernadero en pequeñas parcelas de Guerrero, México 31
Posicionamiento de las principales cadenas agrícolas del estado de Zacatecas (2014-2023) 47
La trampa de la pobreza rural agrícola en México: mecanismos institucionales, históricos y de tenencia de la tierra 62
Producción nacional e importaciones de trigo en México: un análisis de largo plazo 73
Cambio climático y estructura económica en los municipios del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca: una tipología territorial 85
Competitividad y dependencia comercial del arroz mexicano: un análisis del comercio internacional 101
Las emisiones de GEI y el efecto en el calentamiento global, 1990-2025 114
Análisis de Costos y Rentabilidad de Sistemas de Producción de Café para la Toma de Decisiones 132
Caracterización de empresas productoras y procesadoras de pulque en el estado de Hidalgo ... 150
Diagnóstico de la Diversidad Vegetal Periurbana en San Miguel Tlaixpan, Texcoco. 163
La Citricultura en tiempos de Huanglongbing en Álamo Temapache, Veracruz 178
Análisis de la Política Agroalimentaria en México de 2019 a 2024 189
Comportamiento del consumidor de ajo negro en la región de Delicias, Chihuahua: oportunidades para la innovación agroalimentaria. 199
Competitividad Económica -Social de la Acuacultura en Baja California, y Políticas Públicas para el Bienestar de los Acuacultores 217
Rentabilidad Económica y Análisis Marginal del uso de Supermagro en Pasto Camello Blend (Urochloa SPP.) Bajo diferentes dosis de aplicación foliar 235
Morfología de plántulas de Capsicum pubescens procedentes del estado de Michoacán, México 243

Consumo de leña en Muyteje, comunidad rural del municipio de Acambay en el estado de México. 257
Caracterización del mercado mundial de granos básicos de importancia para México 271
Análisis de la Cadena de Valor de crisantemo, en Texcoco, Estado de México 287
Análisis de la cadena de suministro de chiles secos (Capsicum spp) en la zona centro de México 298
Comportamiento de las importaciones y la dependencia alimentaria de arroz en México 313
Diagnóstico y caracterización del Socioecosistema Denjhi, Jilotepec, Estado de México. 324
Caracterización de la competitividad y vocación exportadora del chile verde mexicano en el mercado mundial 337
Evaluación financiera de la producción y comercialización de pollos de engorde en el Valle del Cauca, Colombia 352
Diagnóstico y caracterización del Socio ecosistema Denjhi, Jilotepec, Estado de México. 363
Análisis económico de la rentabilidad del mezcal en nombre de Dios, Durango, México 377
Evaluación económica de la producción de fresa en macrotúnel en el estado Guanajuato, México 385
Estrategias Sostenibles para una Producción Pecuaria responsable 399
Análisis socioeconómico del patrimonio biocultural en Parras de la Fuente: vitivinicultura, gestión hídrica y el rol de las instituciones..... 406
El turismo como vía para el desarrollo territorial: el caso de Tomatlán, Jalisco 428
Diagnóstico y Propuestas de Proyectos para el Ejido la Purificación, Texcoco, Estado de México 443

Dinámicas de comercialización y actores de la cadena de valor del pan de muerto tradicional en cuatro municipios del Oriente del Estado de México

Valder Alejandro Gómez Silva[1], Diana América Reyna Izaguirre[2,] Abraham Zacarías Villegas De Gante[3]

Resumen

El pan de muerto tradicional constituye un alimento representativo del patrimonio alimentario mexicano, cuya permanencia depende tanto de la transmisión de conocimientos tradicionales como de la organización de los mercados locales. El objetivo de esta investigación fue analizar la estructura del mercado del pan de muerto tradicional en los municipios de Texcoco de Mora, Chiconcuac, Chiautla y Papalotla, mediante la identificación de los actores de la cadena de valor, los canales de comercialización y las dinámicas de abasto y consumo que caracterizan este producto. Se empleó un enfoque mixto que integró trabajo etnográfico con productores, la aplicación del método KAP (Knowledge, Attitudes and Practices) a productores y consumidores, y el análisis de tendencias de búsqueda mediante Google Trends. Los resultados evidenciaron un mercado estacional concentrado entre finales de octubre y principios de noviembre, sustentado principalmente en cadenas cortas de comercialización y venta directa. Se identificó una amplia diversidad de formas, ingredientes y técnicas de elaboración, especialmente en Texcoco de Mora, así como una transición gradual hacia canales digitales de comercialización. Los consumidores mostraron patrones de compra vinculados con las prácticas rituales del Día de Muertos y una marcada preferencia por el pan elaborado por productores locales, cuyos precios fueron inferiores a los de productos industrializados. Se concluye que la estructura del mercado del pan de muerto tradicional responde a la interacción de factores culturales, económicos y territoriales que fortalecen su valorización, contribuyen a la preservación del patrimonio alimentario y favorecen la continuidad de este producto tradicional.

Palabras clave: Patrimonio alimentario, cadena de valor, comercialización, alimentos tradicionales, pan de muerto.

Abstract

Pan de muerto tradicional (Traditional Bread of the Dead) is a representative food of Mexican culinary heritage, whose continued existence depends on both the transmission of traditional knowledge and the organization of local markets. This research aimed to analyze the market structure of traditional *Pan de muerto* in the municipalities of Texcoco de Mora, Chiconcuac, Chiautla, and Papalotla by identifying the actors in the value chain, the marketing channels, and the supply and consumption dynamics that characterize this product. A mixed-methods approach was used, integrating ethnographic fieldwork with producers, the application of the Knowledge, Attitudes, and Practices (KAP) method to producers and consumers, and the analysis of search trends using Google Trends. The results revealed a seasonal market concentrated between late October and early November, primarily based on short supply chains and direct sales. A wide diversity of shapes, ingredients, and production techniques was identified, especially in Texcoco de Mora, as well as a gradual transition toward digital marketing channels. Consumers exhibited purchasing patterns linked to Day of the Dead rituals and a marked preference for bread made by local producers, whose prices were lower than those of mass-produced goods. It is concluded that

the market structure for traditional Day of the Dead bread reflects the interaction of cultural, economic, and territorial factors that enhance its value, contribute to the preservation of culinary heritage, and promote the continuity of this traditional product.

Keywords: Food heritage, value chain, marketing, traditional foods, Pan de muerto.

[1], Universidad Autónoma Chapingo, Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, Universidad Autónoma de Chapingo, 56230 El Cooperativo, Méx valder.a.gomez@outlook.com
[2] Universidad Autónoma Chapingo, Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, Universidad Autónoma de Chapingo, 56230 El Cooperativo, Méx., dareyna888@gmail.com
[3] Universidad Autónoma Chapingo, Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, Universidad Autónoma de Chapingo, 56230 El Cooperativo, Méx., abecamus@gmail.com

Introducción

Los alimentos tradicionales constituyen un componente fundamental del patrimonio alimentario, al integrar atributos productivos, culturales, sociales y económicos que reflejan la identidad de los territorios donde se elaboran. Su permanencia depende no solo de la conservación de conocimientos y prácticas de elaboración transmitidas entre generaciones, sino también de la existencia de mercados locales capaces de sostener su producción y consumo. En este contexto, el estudio de las cadenas de valor, los canales de comercialización y las dinámicas de mercado permite comprender los factores que favorecen la continuidad de estos productos y su contribución al desarrollo territorial.

En México, diversos alimentos tradicionales han sido objeto de investigación desde perspectivas históricas, culturales y gastronómicas; sin embargo, el análisis de sus estructuras de mercado ha recibido menor atención. La mayoría de los estudios se ha concentrado en aspectos relacionados con la calidad, la tipicidad o la aceptación del consumidor, mientras que la organización de los actores involucrados en la producción, distribución y comercialización continúa siendo un aspecto escasamente documentado. Esta limitación dificulta comprender los mecanismos que permiten la permanencia de estos alimentos frente a procesos de industrialización, estandarización y transformación de los sistemas alimentarios.

El pan de muerto constituye uno de los alimentos rituales más representativos del Día de Muertos en México y desempeña un papel central en las ofrendas, las celebraciones familiares y la identidad cultural de numerosas comunidades. En el oriente del Estado de México, particularmente en los municipios de Texcoco de Mora, Chiconcuac, Chiautla y Papalotla, su elaboración conserva prácticas artesanales, conocimientos tradicionales y formas de comercialización estrechamente vinculadas con el territorio. No obstante, el conocimiento científico sobre la estructura de su mercado, la organización de los actores que participan en su cadena de valor y las dinámicas de abasto y consumo sigue siendo limitado.
Bajo este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo caracterizar la estructura del mercado del pan de muerto tradicional en los municipios de Texcoco de Mora, Chiconcuac, Chiautla y Papalotla, mediante la identificación de los principales actores involucrados en la cadena de valor, los canales de comercialización utilizados y las dinámicas de abasto y consumo que distinguen a cada localidad. El estudio se desarrolló mediante un enfoque mixto que integró información obtenida de productores y consumidores, con el propósito de generar evidencia que

contribuya a la comprensión de los mercados de alimentos tradicionales y fortalezca las estrategias de valorización y preservación del patrimonio alimentario regional.

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental y transversal, con enfoque mixto (cuantitativo–cualitativo) (Hernández-Sampieri, et al., 2014). El componente cualitativo consistió en un estudio etnográfico interpretativo y cognitivo, mientras que el componente cuantitativo incluyó la aplicación del método KAP (Knowledge, Attitudes and Practices) y el análisis de tendencias de búsqueda mediante Google Trends. El análisis cuantitativo puede describirse como:

•Comparativo entre municipios (Texcoco, Chiconcuac, Chiautla y Papalotla).
•Transversal, porque los datos se recolectaron en un solo periodo de estudio.
•Con un factor principal: municipio (4 niveles) y variables de respuesta como consumo, precios, frecuencia y conocimiento KAP.

No se manipularon variables independientes; los fenómenos se observaron en su contexto natural durante la temporada de Día de Muertos.

La información recabada se obtuvo por medio de un recorrido etnográfico de corte transversal, interpretativa y cognitiva, con el objetivo de comprender la diversidad cultural, profundizar en el conocimiento de las comunidades y fomentar el diálogo intercultural (Murillo y Martínez, 2010) que ayudó a obtener información de estimación de volúmenes de producción, precios y caracterización de oferta

El **método KAP** (Knowledge, Attitudes and Practices; Conocimientos, actitudes y practicas), que se sustenta en la teoría de las representaciones sociales, con el fin de encontrar una relación entre los tres conceptos, fue indispensable para determinar también tendencias de consumo y establecer cuánto es el conocimiento general sobre el pan de muerto entre los consumidores y productores (Rodríguez y Murillo, 2004). Las preguntas fueron: ¿Con qué frecuencia consume pan de muerto (Cuántos días al año) ?, ¿Qué cantidad de piezas de pan de muerto tradicional consume anualmente (Aproximado)?, ¿Compra siempre su pan de muerto tradicional en el mismo lugar?, ¿Usted asocia el consumo de pan de muerto exclusivamente al festejo de los días de muertos?, ¿Qué edad tiene?, y, ¿De qué municipio es? Con esto se obtiene información para la caracterización la demanda. El análisis de tendencias se obtuvo por medio de la interpretación de la información proporcionada por Google Trends.

El muestreo de productores para la elaboración del informe etnográfico se realizó mediante un diseño estratificado con fijación óptima (Morales Ibarra, 2019), considerando unidades territoriales (barrios, colonias y comunidades) como estratos. Se incluyeron 13 productores distribuidos en: Texcoco (8 comunidades), Chiconcuac (2), Chiautla (2) y Papalotla (1), con base en criterios de representatividad y disponibilidad. Por su parte, los participantes de la encuesta (KAP) fueron seleccionados mediante muestreo no probabilístico conveniencia, incluyendo consumidores y panelistas (Henandez González, 2021).

Resultados

Caracterización de oferta (productores)

Los productores de los 18 panaderos entrevistados se catalogaron en tres categorías: aquéllos que son panaderos de oficio, los que únicamente se dedican a la venta de pan en la temporada y aquéllos que tienen su producción únicamente familiar; ya sea que producen únicamente pan para ellos, para sus familiares y a veces por algún encargo. Los productores entrevistados tienen edades de entre los 24 y los 87 años. La mayoría de ellos cuenta con un sucesor, ya sea directo por medio de sus hijos o nietos, basados en los valores: tradición, trabajo y familia.

La oferta de pan de muerto tradicional en la zona es un mercado estacional y con alta volatilidad, siendo el periodo del 26 de octubre al 2 de noviembre. Texcoco destaca como el municipio con mayor diversidad de pan en textura, olores (guayaba, canela, azar, naranja, etc.), sabores (mantequilla, chocolate, naranja, guayaba, pulque, nuez, rellenos, con totomoxtle negro, etc.), y sobre todo formas en la que se aprecian: guajolotes, gallinas, corazones, palomas, perros, elefantes, caballos, lápidas, hojaldras, cocoles con flores, flores, patos, cruces, peces, muñecas, animas o costillares, el más destacable es el "pan de conejo". Texcoco de Mora es el municipio que presenta mayor oferta de pan de muerto tradicional en la temporada

Estimación de volúmenes de producción

Los panaderos de estos municipios tienen una producción artesanal, al menos los 12 panaderos, mientras que los otros 6 ya tienen una producción semimecanizada, que por definición no necesariamente elimina la etiqueta de pan tradicional. esto, los productores pueden producir desde 1 arroba hasta 1,100 kg de harina, en promedio utilizan 157 kg de harina durante la temporada. Los canales de distribución suelen ser tradicionales de venta directa y física, la mayoría de estos productores venden su pan por encargo de los habitantes locales para su ofrenda. Normalmente lo ofrecen en sus propias casas, sacando un puesto afuera de su casa, con letreros donde se oferta, tianguis, panaderías propias y algunos usan lugares. es posible afirmar que los productores de pan de muerto tradicional están comenzando a entrar en canales de distribución digitales (E-commerce), no desde medios masivos de E-commerce o creando sus páginas, sino por medio de Facebook Marketplace temporales como "la Plaza de las Tradiciones" en Texcoco.

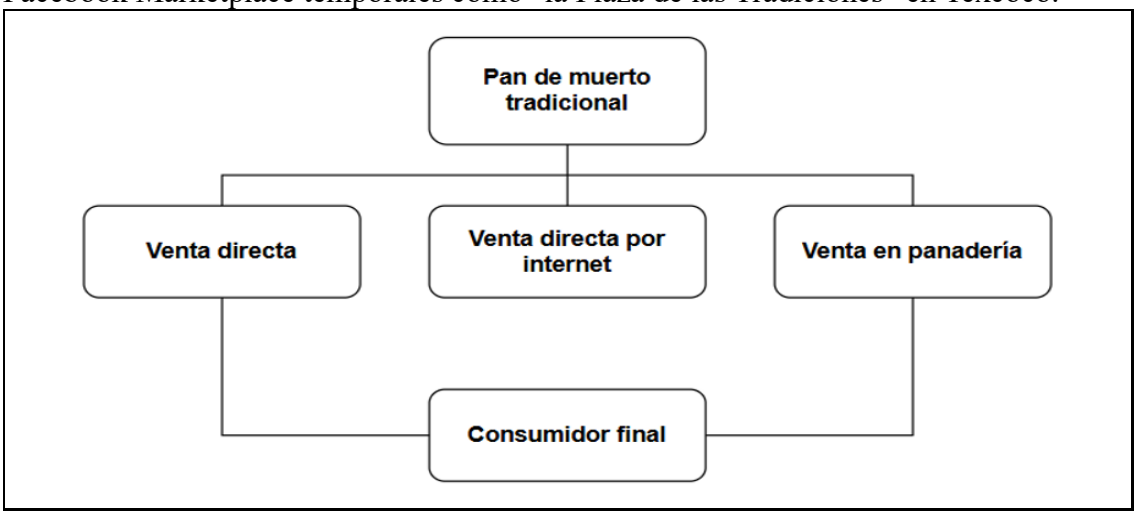


Figura 1. Canales de distribución de pan de muerto tradicional.
Fuente: Elaboración propia, 2026.

En la Figura 1, se observan los canales de distribución del pan de muerto tradicional.

Caracterización la demanda (consumidores)

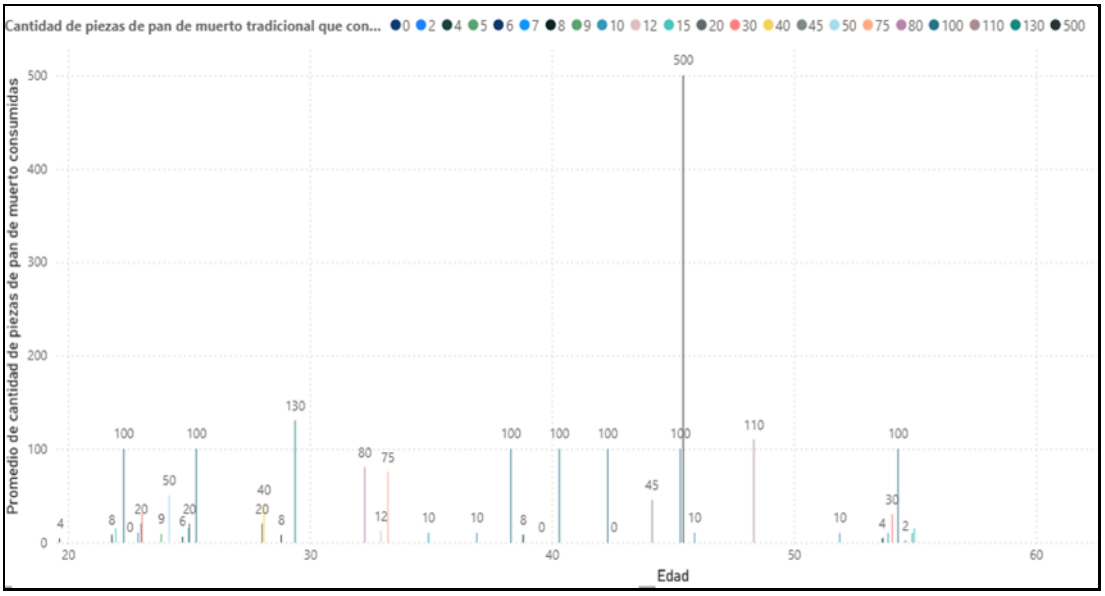


Figura 2. Cantidad de piezas de pan de muerto consumidas por edad.
Fuente: Elaboración propia (2026).

Las piezas de pan de muerto tradicional consumidas por persona van desde 0 a 500, esto último en personas de 45 años, consumo se justifica en esas piezas son repartidas entre la familia próxima además de cuñados, suegros, primos o tías; las personas que consumen más pan de muerto están entre los 40 y 50 años Como se observa en la Figura 2, se ve las piezas consumidas por van desde 0 a 500.

Análisis de precios

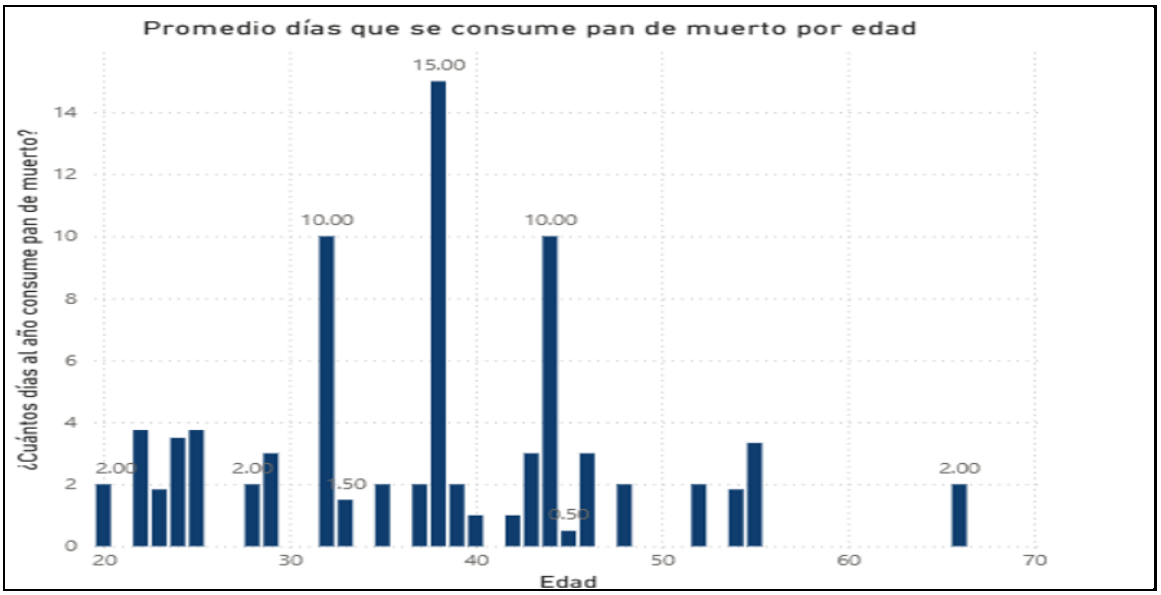


Figura 3. Promedio de días que se consume pan de muerto por edad.
Fuente: Elaboración propia (2026).

A partir de la Figura 3, es posible sugerir que entre los 32 y 44 años tienen las personas que llegar a consumir más días pan de muerto.

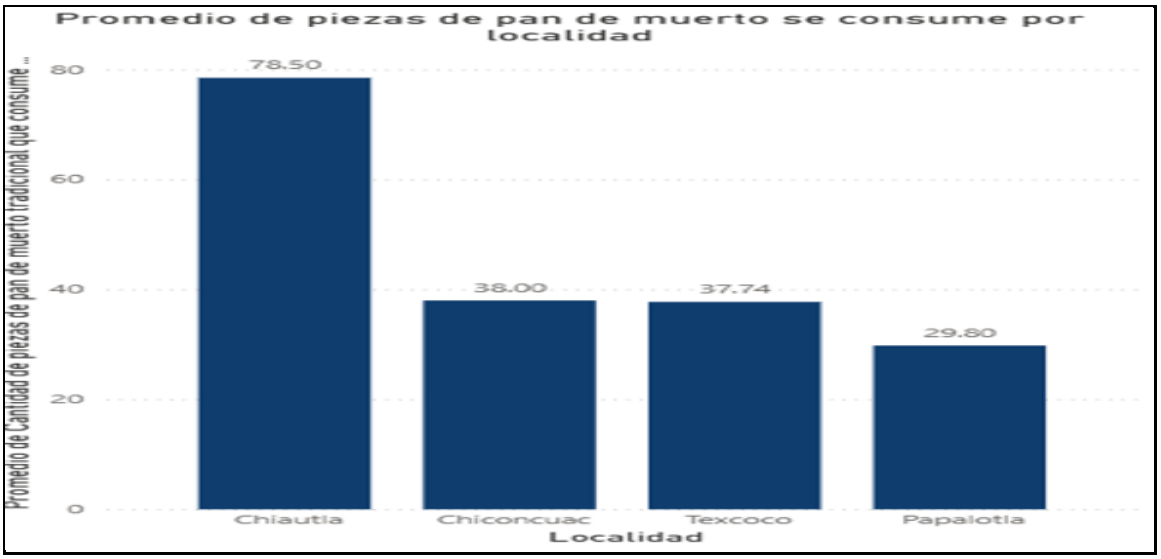


Figura 4. Promedio de piezas de pan de muerto consumidas por localidad.
Fuente: Elaboración propia (2026).

En la Figura 4, se representa el promedio de piezas de pan consumidas por localidad. Destaca que en Texcoco donde más se consumen más piezas de pan por persona, con 78 piezas redondeadas. En la encuesta se preguntó cuánto pagan por piezas de pan de muerto tradicional; los precios fueron variables de los $11 hasta los $40, pero en su mayoría se vendía a un precio de $15 por pieza.

Análisis de precios

Se consideraron las franquicias presentes en estos municipios, se delimitaron las siguientes 10 cadenas como las competencias más directas al pan de muerto tradicional: Lecaroz, El Globo, Walmart, Soriana, Sam's Club, Farmacias de Guadalajara, Costco, Bodega Aurrera, Chedraui, OXXO. En 2024, la Alianza Nacional de Pequeños Comerciantes (ANPEC) encontró que los panes de muerto de grandes franquicias podían venderse desde los $22 hasta $150, y rellenos de los $30 hasta los $200. Mientras que el pan de muerto tradicional tiene diversos precios, pero en general no tan caros; los panes que se adquirieron de los productores entrevistados tenían un costo de entre $10.00 y $15.00, pero pueden encontrarse hasta en $7.00. En el Cuadro 1, se sintetiza la comparación entre el pan de muerto tradicional y el industrial.

Cuadro 1. Análisis del precio de pan de muerto tradicional y el industrial.

Criterio	**Pan de muerto tradicional (Panaderos locales)**	**Pan de muerto industrial (Supermercados y franquicias)**
Precio ($MX)	7-15/pieza	7-409/pieza
Producción	Producción artesanal y semimecanizada	Producción mecanizada y estandarizada
Sabor	Sabor ahumado, dulce y frutal	Sabor uniforme, manquilloso y muy azucarado
Variedad	Figuras tradicionales (guajolotes, gallinas, corazones, conejos, animas o costillares), y texturas (galletoso, suave o martajado)	Pan redondo con huesos (hojaldra), con varios recubrimientos, rellenos y formas más comerciales (rosca o panque)
Disponibilidad	Finales de septiembre y Temporada de muertos	Temporal (septiembre-noviembre). Aunque algunas empresas lo venden todo el año (v.g. El Globo o Lecaroz)

Fuente: Elaboración propia (2026).

Análisis de tendencias

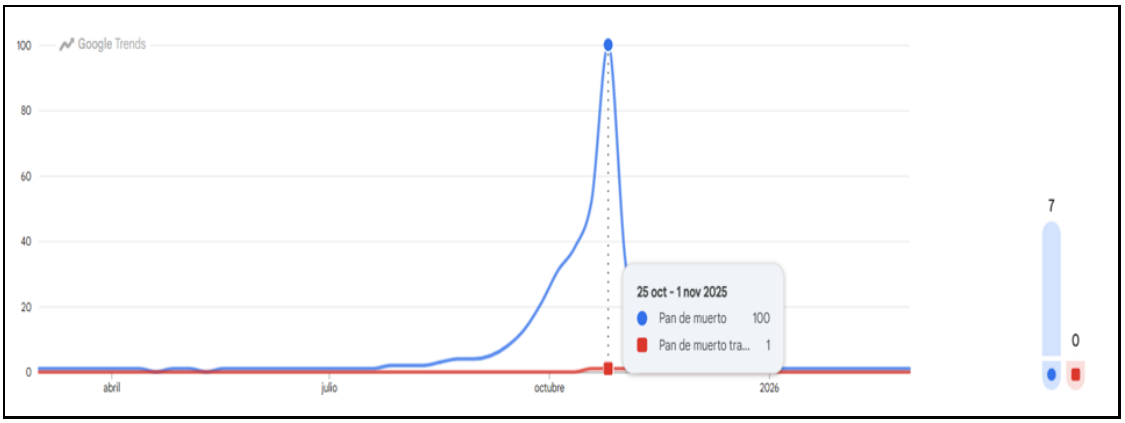


Figura 5. Interés del término de búsqueda Pan de Muerto y Pan de Muerto tradicional.
Fuente: Google Trends (2026).

En la Figura 5, el pan de muerto como término de búsquedas es mucho más alto como pan de muerto a diferencial del tradicional. A partir del 16 de agosto aumentan las búsquedas, y tiene un pico máximo del 26 de octubre al 1 de noviembre.



Figura 6. Interés de "Pan de Muerto Tradicional" por región de México
Fuente: Google Trends (2026).

En la Figura 6, se observa las regiones de México que tienen un mayor interés en el término de "pan de muerto tradicional"; en este caso se destaca a Tlaxcala como aquélla con mayor interés por el término, y Estado de México, se encuentra en el puesto 4; otras consultas relacionadas son receta pan de muerto tradicional", "receta de pan de muerto tradicional" y "receta del pan de muerto tradicional".

Discusión de resultados

El carácter estacional del pan de muerto se refleja en el incremento de su demanda durante las semanas previas al Día de Muertos, seguido de una disminución abrupta posterior a la festividad. Esta dinámica confirma su naturaleza como producto asociado a ciclos rituales, lo que coincide con lo reportado en estudios sobre alimentos tradicionales, donde el consumo se encuentra estrechamente vinculado a prácticas culturales específicas. En este sentido, la producción no responde únicamente a una lógica de mercado, sino también a una lógica simbólica y social.

La diversidad observada en las características físicas del pan de muerto en Texcoco, en términos de textura, forma, sabor y aroma, evidencia una alta variabilidad cultural. No obstante, la presencia recurrente de variedades como la hojaldra y el pan de conejo sugiere la existencia de referentes regionales que coexisten con la innovación y adaptación individual de los productores. En términos de organización territorial, se identifican contrastes relevantes entre municipios. Mientras que Texcoco concentra una oferta amplia y diversificada, impulsada por su densidad poblacional y espacios de comercialización consolidados, localidades como San Antonio Tepetitlán presentan una menor disponibilidad local debido a la movilidad de sus productores hacia mercados externos. Los volúmenes de producción y los canales de distribución evidencian una transición progresiva hacia esquemas híbridos que combinan prácticas tradicionales con herramientas contemporáneas.

El hecho de que ciertos grupos etarios concentren mayores niveles y frecuencia de consumo sugiere la existencia de patrones socioculturales diferenciados. El análisis de precios revela una marcada diferencia entre los productos artesanales y los ofrecidos por cadenas comerciales. Mientras que estos últimos alcanzan precios considerablemente más elevados, los productos tradicionales mantienen rangos accesibles; la capacidad de los consumidores para diferenciar entre pan de muerto tradicional e industrial, así como la fidelidad hacia ciertos productores, refuerza la importancia de los atributos simbólicos y sensoriales en la construcción del valor del producto. El análisis de tendencias mediante Google Trends confirma el creciente interés por el pan de muerto en el entorno digital, particularmente en periodos cercanos a la festividad.

Conclusiones

Se concluye en que el mercado del pan de muerto tradicional en el Oriente del Estado de México es de una cadena de valor corta, por canales físicos tradicionales y virtuales emergentes; los panaderos pueden segmentarse en panaderos de oficio, temporales y familiares; en Texcoco se encuentra la mayor oferta y demanda por su extensión territorial y densidad poblacional; el consumo no es meramente alimentario, sino que representa un intercambio entre vivos y muertos en la ofrenda, entre familia con compadres o familia, y su consumo principalmente es con personas de entre 40 a 50 años y de 32 a 44 años son quienes más días consumen. Una competencia asimétrica con cadenas comerciales, pues el precio de un pan de muerto tradicional va de $7 a $15 además de una fuerte carga simbólica, y el sensorial va más enfocado a la calidad normativa, microbiológica y sensorial, pero puede costar más. Y respecto a la tendencia, se tiene un bajo posicionamiento de los cuatro municipios, al no tener datos de búsquedas, representando una invisibilidad frente a las grandes cadenas y se sugiere una estrategia de promoción de patrimonio gastronómico local como una forma de preservar a los panaderos tradicionales.

Literatura Citada

-ANPEC (2024). Día De Muertos Con salero y gracia, “La Catrina” anima el consumo y beneficia al comercio. ANPEC. Cuautemoc, Ciudad de México. México.

-Google Trends (2026). https://trends.google.es/explore?geo=MX&q=Pan%2520de%2520muerto%2520tradicional

- Hernández-Sampieri, et al. (2014). Metodología de la investigación. McGrawHill/ Interamericana Editores, S.A. DE C.V. Ciudad de México, México.

- Henandez-González (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. Rev Cubana Med Gen Integr vol.37 no.3. La Habana. Cuba.

- Morales Ibarra R., 2019. Fundamentos del Muestreo (2). UAEM. Estado de México, México.

-Murillo y Martínez (2010), Investigación etnográfica: métodos de investigación educativa en educación especial, Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F.

-Rodríguez y Murillo (2004). Conocimientos, actitudes y prácticas de madres de escolares con respecto a los frijoles. Agronomía Mesoamericana, vol. 15, núm. 3, pp. 291-300. Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica

Configuración de economías alternas mediante la Adaptación basada en Ecosistemas: un estudio comparado de dos organizaciones comunitarias en México y El Salvador

Christian Cancela Nava[1], Antonio Mendoza Hernández[2] y Danú Alberto Fabre Platas[3]

Resumen

Las economías alternas han adquirido creciente relevancia como estrategias para fortalecer el desarrollo territorial frente a la vulnerabilidad climática y las limitaciones del modelo económico convencional. Este trabajo analiza comparativamente las experiencias del Grupo Manos Mágicas, en Veracruz, México, y Finca El Espino, en San Salvador, El Salvador, con el propósito de comprender cómo la incorporación de ecotecnias asociadas a la Adaptación basada en Ecosistemas contribuyó al fortalecimiento de formas comunitarias de organización económica. La investigación se desarrolló mediante un enfoque cualitativo de estudio de caso comparado con lógica histórico-comparada, sustentado en entrevistas semiestructuradas, observación participante, recorridos de campo y análisis documental para reconstruir las trayectorias organizativas de ambos colectivos entre 2018 y 2025. Los resultados muestran que las ecotecnias actuaron como mecanismos de diversificación productiva que fortalecieron economías alternas preexistentes mediante procesos de cooperación, aprendizaje colectivo, intercambio de conocimientos y aprovechamiento sostenible de los recursos territoriales. No obstante, las trayectorias históricas y organizativas de cada comunidad generaron resultados diferenciados. Mientras que en Manos Mágicas la diversificación productiva reforzó la autonomía económica de las mujeres y el sostenimiento familiar, en Finca El Espino fortaleció la organización cooperativa, la permanencia de la actividad agrícola y la apropiación comunitaria del territorio. Se concluye que las economías alternas constituyen procesos territorialmente situados cuya consolidación depende de la articulación entre innovación social, organización comunitaria y diversificación productiva, aportando elementos relevantes para el diseño de políticas de desarrollo territorial orientadas a fortalecer iniciativas productivas de base comunitaria.

Palabras clave: economías-alternas; desarrollo-territorial; innovación-social; estudio-comparado y sostenibilidad.

Abstract

Alternative economies have gained increasing relevance as strategies to strengthen territorial development in the face of climate vulnerability and the limitations of the conventional economic model. This study presents a comparative analysis of the experiences of the Manos Mágicas Group in Veracruz, Mexico, and Finca El Espino in San Salvador, El Salvador, aiming to understand how the incorporation of eco-technologies linked to Ecosystem-based Adaptation contributed to

[1] Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores Económicos y Sociales de la Universidad Veracruzana en Dr. Castelazo Ayala, S/N, Col. Industrial Ánimas, C.P. 91190, Xalapa, Veracruz, México. ccancelacn@gmail.com
[2] Posgrado de Estudios Sociales de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa en Av. San Rafael Atlixco No. 186 Colonia Vicentina, Iztapalapa, Ciudad de México, México. amh@xanum.uam.mx
[3] Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores Económicos y Sociales de la Universidad Veracruzana en Dr. Castelazo Ayala, S/N, Col. Industrial Ánimas, C.P. 91190, Xalapa, Veracruz, México. dfabre@uv.mx

strengthening community-based forms of economic organization. The research employed a qualitative, comparative case-study approach grounded in a historical-comparative logic, utilizing semi-structured interviews, participant observation, field visits, and document analysis to reconstruct the organizational trajectories of both collectives between 2018 and 2025. The results indicate that eco-technologies served as mechanisms for productive diversification, strengthening pre-existing alternative economies through processes of cooperation, collective learning, knowledge exchange, and the sustainable use of territorial resources. However, the historical and organizational trajectories of each community led to distinct outcomes. While productive diversification at Manos Mágicas reinforced women's economic autonomy and family livelihoods, at Finca El Espino it strengthened cooperative organization, the continuity of agricultural activity, and community ownership of the territory. The study concludes that alternative economies are territorially situated processes whose consolidation depends on the interplay between social innovation, community organization, and productive diversification, thereby offering valuable insights for designing territorial development policies aimed at strengthening community-based productive initiatives.

Keywords: alternative-economies; territorial-development; social-innovation; comparative-study; and sustainability.

Introducción

En las últimas décadas, la discusión sobre desarrollo territorial ha experimentado una transformación significativa al reconocer que el crecimiento económico no depende exclusivamente del incremento de la productividad o de la incorporación de tecnología, sino también de las capacidades locales, la organización comunitaria, la innovación social y las formas de cooperación que permiten a las comunidades enfrentar contextos de desigualdad y vulnerabilidad ambiental. Esta perspectiva ha cobrado especial relevancia frente al cambio climático, cuyos efectos sobre los ecosistemas y las actividades agrícolas han impulsado el desarrollo de estrategias orientadas a fortalecer la resiliencia de los territorios mediante el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. En este contexto, la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) se ha consolidado como una de las principales aproximaciones promovidas por organismos internacionales para reducir la vulnerabilidad y fortalecer la capacidad adaptativa de las comunidades.

No obstante, la literatura sobre Adaptación basada en Ecosistemas ha privilegiado el análisis de sus beneficios ecológicos, funcionales e institucionales, prestando menor atención a los procesos mediante los cuales estas intervenciones transforman las formas locales de organización económica. En consecuencia, continúa siendo insuficientemente comprendido cómo la incorporación de ecotecnias modifica las estrategias comunitarias de reproducción social, fortalece capacidades organizativas o genera nuevas formas de articulación entre producción, cooperación y territorio. Esta limitación resulta especialmente relevante porque las intervenciones ambientales operan sobre comunidades con trayectorias históricas diferenciadas, cuyas capacidades organizativas condicionan la apropiación de las innovaciones y la orientación de sus procesos de desarrollo.

Para abordar este problema, el presente estudio recurre al concepto de economías alternas, entendido como el conjunto de prácticas económicas mediante las cuales los actores articulan mecanismos de mercado con relaciones de cooperación, reciprocidad, autogestión e intercambio comunitario para sostener la reproducción de la vida y del territorio. Esta perspectiva dialoga con la concepción sustantiva de la economía de Polanyi, la noción de economías diversas de Gibson-Graham y los aportes latinoamericanos de la economía social y solidaria desarrollados por Coraggio y Laville, permitiendo analizar las transformaciones económicas como procesos territoriales antes que como simples cambios productivos.

Con base en esta perspectiva, el artículo analiza comparativamente dos organizaciones comunitarias participantes del proyecto regional *Construcción de resiliencia climática en sistemas urbanos a través de la Adaptación basada en Ecosistemas en América Latina y el Caribe*, impulsado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: el Grupo Manos Mágicas, localizado en San Andrés Tlalnelhuayocan, Veracruz (México), y Finca El Espino, ubicada en San Salvador (El Salvador). Aunque ambas incorporaron ecotecnias orientadas a diversificar sus actividades productivas, los procesos organizativos y las transformaciones económicas derivadas de dichas intervenciones siguieron trayectorias diferenciadas, estrechamente vinculadas con sus historias organizativas y las características de sus territorios.

El objetivo del artículo consiste en analizar comparativamente cómo la incorporación de ecotecnias asociadas a la Adaptación basada en Ecosistemas contribuyó a la configuración de economías alternas en ambos colectivos, identificando los mecanismos mediante los cuales la diversificación productiva, el aprendizaje colectivo y la cooperación fortalecieron procesos de innovación social y desarrollo territorial. La hipótesis sostiene que las economías alternas no constituyen una condición previa de las comunidades, sino un proceso históricamente situado que emerge de la interacción entre las trayectorias organizativas, las estrategias de diversificación productiva y las formas de cooperación comunitaria, produciendo configuraciones diferenciadas de desarrollo territorial aun cuando las organizaciones participen en un mismo programa de intervención ambiental.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló mediante un enfoque cualitativo sustentado en un estudio de caso comparado con lógica histórico-comparada (Yin, 2018; Mahoney, 2000), orientado a analizar cómo la incorporación de ecotecnias asociadas a la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) incidió en la configuración de economías alternas en dos organizaciones comunitarias con trayectorias organizativas y territoriales diferenciadas.

Los casos fueron seleccionados mediante una lógica de comparación entre experiencias que compartieron un mismo contexto institucional de intervención, pero presentaron condiciones históricas y organizativas distintas. Se analizaron el Grupo Manos Mágicas, localizado en San Andrés Tlalnelhuayocan, Veracruz (México), y Finca El Espino, ubicada en San Salvador (El Salvador), ambas participantes, desde 2018, en el proyecto regional *Construcción de resiliencia climática en sistemas urbanos a través de la Adaptación basada en Ecosistemas en América Latina y el Caribe*, impulsado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

(PNUMA). Aunque las dos organizaciones incorporaron ecotecnias orientadas a diversificar sus actividades productivas, desarrollaron procesos diferenciados de apropiación y consolidación, lo que permitió examinar comparativamente la configuración de economías alternas en contextos territoriales distintos. La unidad de análisis estuvo constituida por dichos procesos entre 2018 y 2025.

La producción de información se realizó entre 2023 y 2025 mediante entrevistas semiestructuradas, observación participante, recorridos de campo, registro fotográfico y análisis documental. En el Grupo Manos Mágicas se efectuaron cinco entrevistas a socias fundadoras e integrantes activas, además de una entrevista al coordinador nacional del proyecto PNUMA en México y diversas visitas de campo para observar los procesos productivos y organizativos. En Finca El Espino se realizaron cinco entrevistas virtuales con integrantes fundadores y miembros activos, complementadas con documentación institucional y materiales relativos a la implementación de los huertos urbanos, estrategia adoptada debido a las limitaciones logísticas del trabajo internacional. Las entrevistas permitieron reconstruir las trayectorias organizativas de ambos colectivos e identificar las transformaciones asociadas con la incorporación de las ecotecnias, prestando especial atención a la diversificación productiva, la cooperación comunitaria, el aprendizaje colectivo y el fortalecimiento organizativo.

El análisis se desarrolló mediante una comparación temática inspirada en la lógica de la dependencia de trayectoria (*path dependence*) (Mahoney, 2000; Pierson, 2000), con el propósito de explicar cómo las capacidades organizativas e historias institucionales condicionaron la apropiación de las innovaciones promovidas por la AbE. Para ello se compararon cinco dimensiones analíticas: (1) trayectoria organizativa; (2) organización económica; (3) diversificación productiva; (4) cooperación comunitaria; y (5) territorialidad. La comparación sistemática de estas dimensiones permitió identificar tanto los mecanismos compartidos como las diferencias que explican la configuración territorial de las economías alternas en ambos colectivos.

Resultados y discusión

Trayectorias organizativas como mecanismo de configuración de economías alternas

La comparación entre ambos casos muestra que las ecotecnias incorporadas mediante el proyecto regional del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) no produjeron transformaciones homogéneas, sino que fueron apropiadas de manera diferenciada por organizaciones con historias, capacidades institucionales y objetivos colectivos distintos. Este hallazgo indica que la configuración de economías alternas dependió menos de la incorporación de las innovaciones tecnológicas que de las trayectorias organizativas previamente construidas por cada colectivo. En consecuencia, las ecotecnias actuaron como catalizadores de procesos ya existentes, cuyo alcance estuvo condicionado por las capacidades acumuladas antes de la intervención.

En el Grupo Manos Mágicas, la trayectoria organizativa se encuentra estrechamente vinculada con procesos de organización comunitaria protagonizados por mujeres rurales cuya experiencia

colectiva antecede a la implementación del proyecto de Adaptación basada en Ecosistemas. Antes de la incorporación de las ecotecnias, el grupo desarrollaba actividades relacionadas con la elaboración de alimentos derivados del maíz criollo, la participación en mercados locales y diversas estrategias de apoyo mutuo orientadas al fortalecimiento de la economía familiar. Estas experiencias permitieron consolidar relaciones de confianza, mecanismos de cooperación y formas colectivas de toma de decisiones que posteriormente facilitaron la incorporación del módulo de producción de hongos comestibles como una actividad complementaria a las prácticas económicas ya existentes.

El trabajo de campo evidencia que las integrantes interpretaron esta innovación como una oportunidad para diversificar sus fuentes de ingreso sin abandonar las actividades que históricamente habían dado sustento a la organización. La producción de hongos se integró a una lógica colectiva previamente consolidada, basada en la cooperación, la distribución del trabajo y el aprendizaje compartido. Ello favoreció la apropiación gradual de la tecnología, el intercambio de conocimientos y la adaptación de los procesos productivos a las condiciones locales, fortaleciendo la autonomía económica del colectivo sin modificar su identidad organizativa.

Finca El Espino presenta una trayectoria distinta. Su origen está asociado a procesos de defensa del territorio agrícola frente al avance de la urbanización en el Área Metropolitana de San Salvador y al fortalecimiento de iniciativas cooperativas orientadas a preservar la actividad agrícola en un contexto de creciente presión sobre el suelo periurbano. Cuando el proyecto regional promovió la implementación de huertos urbanos, la organización ya disponía de una experiencia significativa en trabajo colectivo, gestión comunitaria y articulación institucional. En este caso, la innovación tecnológica fue incorporada como un instrumento para fortalecer una estrategia territorial preexistente orientada a diversificar las actividades agrícolas, ampliar la participación comunitaria y consolidar mecanismos locales de seguridad alimentaria.

Las diferencias entre ambos casos muestran que las prioridades organizativas condicionaron la apropiación de las ecotecnias. Mientras que en Manos Mágicas la diversificación productiva fortaleció la autonomía económica de las mujeres y la reproducción de los hogares, en Finca El Espino reforzó procesos de organización territorial y permanencia de la actividad agrícola frente a la expansión urbana. Aunque ambas organizaciones participaron en un mismo programa de intervención ambiental y recibieron innovaciones tecnológicas comparables, los resultados respondieron a trayectorias organizativas construidas en contextos históricos y territoriales diferentes.

Estos hallazgos son consistentes con la perspectiva de la dependencia de trayectoria (*path dependence*), la cual sostiene que las capacidades organizativas acumuladas condicionan la forma en que las instituciones y los colectivos incorporan nuevas intervenciones (Mahoney, 2000; Pierson, 2000). En este sentido, las ecotecnias no actuaron como factores autónomos de cambio, sino como recursos que adquirieron significados y funciones distintas de acuerdo con la historia organizativa de cada comunidad. Asimismo, los resultados coinciden con los planteamientos de Moulaert et al. (2013) y Neumeier (2012), quienes señalan que la innovación social depende de procesos acumulativos de aprendizaje, cooperación y construcción institucional.

En conjunto, la evidencia permite sostener que las trayectorias organizativas constituyen el principal mecanismo explicativo de la configuración de economías alternas. Estas no emergen automáticamente de la incorporación de tecnologías ambientales ni representan un atributo inherente de las comunidades, sino que son el resultado de procesos históricos mediante los cuales los colectivos movilizan capacidades previamente construidas para reorganizar sus prácticas económicas, fortalecer la acción colectiva y generar formas territorialmente situadas de desarrollo.

Diversificación productiva como mecanismo de construcción de economías alternas

El análisis comparado muestra que la principal transformación derivada de la incorporación de ecotecnias no consistió únicamente en la adopción de nuevas tecnologías productivas, sino en la ampliación de las estrategias económicas disponibles para cada organización. En ambos casos, las innovaciones promovidas por el proyecto regional de Adaptación basada en Ecosistemas funcionaron como mecanismos de diversificación productiva que complementaron actividades previamente desarrolladas por las comunidades. Sin embargo, la forma en que dicha diversificación fue apropiada respondió a las trayectorias organizativas descritas en el apartado anterior, dando lugar a configuraciones diferenciadas de economías alternas.

En el Grupo Manos Mágicas, la producción de hongos comestibles se incorporó como una actividad complementaria a las prácticas económicas desarrolladas alrededor del maíz criollo, la elaboración de alimentos tradicionales y la comercialización en mercados locales. Lejos de sustituir estas actividades, la nueva producción amplió el portafolio económico del colectivo mediante un cultivo de ciclos cortos, bajos requerimientos de espacio y posibilidades de transformación agroalimentaria. Esta incorporación permitió diversificar las fuentes de ingreso, distribuir de manera más eficiente el trabajo colectivo y fortalecer la estabilidad económica de las familias participantes.

La nueva actividad también generó procesos de aprendizaje organizativo. Las integrantes desarrollaron capacidades relacionadas con el manejo de sustratos, el control de humedad, la inoculación y el procesamiento del producto, conocimientos que posteriormente comenzaron a circular dentro de la organización mediante prácticas de enseñanza y acompañamiento entre las propias socias. En consecuencia, la diversificación productiva fortaleció simultáneamente las capacidades económicas, el aprendizaje colectivo y la cooperación interna del grupo.

En Finca El Espino, la diversificación respondió a una lógica distinta. La incorporación de huertos urbanos estuvo vinculada a la necesidad de fortalecer la seguridad alimentaria y preservar la actividad agrícola frente a la presión urbana sobre el suelo periurbano de San Salvador. En este contexto, la diversificación no se orientó prioritariamente hacia la obtención de nuevos ingresos monetarios, sino hacia la ampliación de la base productiva mediante sistemas agrícolas de pequeña escala que promovieran prácticas agroecológicas, incrementaran la disponibilidad local de alimentos y estimularan la participación comunitaria.

Como resultado, los huertos urbanos trascendieron su función productiva para convertirse en espacios de aprendizaje colectivo, intercambio de conocimientos y fortalecimiento de redes comunitarias. La diversificación operó, así como un mecanismo de fortalecimiento territorial que

amplió las funciones sociales de la agricultura y reforzó las capacidades organizativas del colectivo.

La comparación entre ambos casos permite identificar un rasgo común: la diversificación productiva no implicó la sustitución de las actividades económicas preexistentes, sino su complementariedad. Las ecotecnias ampliaron las capacidades productivas de las organizaciones sin alterar sus formas históricas de organización, aunque con resultados distintos según las prioridades construidas por cada colectivo. Mientras que en Manos Mágicas la diversificación fortaleció principalmente la autonomía económica de las mujeres y la economía familiar, en Finca El Espino consolidó estrategias de organización territorial y seguridad alimentaria.

Estos hallazgos coinciden con la literatura que concibe la diversificación productiva como un mecanismo para reducir riesgos, ampliar capacidades y fortalecer la resiliencia de los territorios (Ellis, 2000; Schejtman & Berdegué, 2004). Asimismo, respaldan la perspectiva de Gibson-Graham (2006), al mostrar que las economías alternas se configuran mediante la coexistencia de múltiples prácticas económicas antes que por el reemplazo de unas por otras. Del mismo modo, los procesos de aprendizaje, cooperación e intercambio de conocimientos observados en ambos casos corresponden a las dinámicas de innovación social descritas por Neumeier (2012), en las que las transformaciones organizativas fortalecen la capacidad colectiva para enfrentar problemas comunes.

En conjunto, la evidencia permite sostener que la diversificación productiva constituye uno de los principales mecanismos de construcción de economías alternas. Su capacidad transformadora no depende exclusivamente de la incorporación de nuevas tecnologías, sino de la forma en que las comunidades articulan dichas innovaciones con sus prácticas económicas preexistentes, movilizan capacidades organizativas acumuladas y generan nuevas formas de cooperación territorial.

Configuración de economías alternas: cooperación, aprendizaje colectivo y reproducción territorial

Los resultados obtenidos permiten sostener que las transformaciones observadas en ambos casos no pueden explicarse únicamente a partir de la diversificación productiva. Si bien la incorporación de nuevas actividades económicas constituyó un elemento indispensable para ampliar las capacidades productivas de las organizaciones, el análisis comparado muestra que la configuración de economías alternas dependió, principalmente, de la reorganización de las relaciones sociales que hicieron posible sostener dichas actividades en el tiempo. En otras palabras, la innovación tecnológica produjo efectos significativos porque fue apropiada mediante procesos de cooperación, aprendizaje colectivo y organización comunitaria previamente existentes, los cuales redefinieron la manera en que los recursos, el trabajo y los conocimientos comenzaron a circular dentro de cada organización.

Este hallazgo coincide con la concepción sustantiva de la economía propuesta por Polanyi (2001), quien sostiene que las actividades económicas no pueden reducirse a las relaciones de mercado, sino que se encuentran incrustadas (*embedded*) en instituciones sociales, culturales y políticas que condicionan las formas de producción, intercambio y distribución. Desde esta perspectiva, las economías alternas no representan un sistema económico completamente separado del mercado,

sino configuraciones institucionales donde coexisten mecanismos mercantiles con prácticas de reciprocidad, redistribución, cooperación y administración doméstica. Más recientemente, Gibson-Graham (2006) han ampliado esta discusión al proponer la noción de economías diversas, mostrando que las sociedades contemporáneas articulan múltiples racionalidades económicas cuya coexistencia suele permanecer invisibilizada por las interpretaciones centradas exclusivamente en el capitalismo.

El análisis de ambos casos confirma esta perspectiva. En ninguno de los colectivos estudiados la producción derivada de las ecotecnias sustituyó completamente las actividades económicas preexistentes ni modificó radicalmente la lógica organizativa de las comunidades. Por el contrario, las nuevas actividades fueron incorporadas como parte de estrategias económicas más amplias donde convergen producción para el mercado, autoconsumo, intercambio comunitario, cooperación, transmisión de conocimientos y fortalecimiento organizativo. En consecuencia, la economía alternativa no puede identificarse con un producto específico (hongos o huertos urbanos), sino con la forma en que estos recursos son integrados dentro de relaciones sociales que priorizan objetivos colectivos además de la obtención de ingresos monetarios.

En el caso del Grupo Manos Mágicas, la configuración de la economía alterna se expresa en la articulación entre distintas actividades productivas desarrolladas por las integrantes de la organización. La producción de hongos complementó la elaboración de alimentos derivados del maíz criollo y otras actividades previamente consolidadas, permitiendo distribuir riesgos económicos y ampliar las posibilidades de generación de ingresos para los hogares participantes. Sin embargo, el elemento distintivo no radica únicamente en la existencia de una mayor diversidad productiva, sino en la manera en que dicha actividad fortaleció mecanismos colectivos de organización del trabajo, aprendizaje técnico y toma compartida de decisiones. Las entrevistas muestran que la adquisición de nuevos conocimientos fue acompañada por procesos continuos de intercambio de experiencias entre las integrantes, favoreciendo la apropiación comunitaria de la innovación y reduciendo la dependencia respecto de asesorías externas.

Esta dinámica permitió consolidar capacidades organizativas que exceden la producción agrícola. La circulación horizontal del conocimiento, la cooperación cotidiana en las actividades productivas y la construcción colectiva de soluciones frente a problemas técnicos fortalecieron formas de acción colectiva que posteriormente incidieron en otros ámbitos de la organización. En este sentido, la economía alternativa se configura como un proceso de reproducción social donde la actividad económica constituye simultáneamente un espacio de aprendizaje, fortalecimiento organizativo y autonomía para las mujeres participantes.

Por su parte, Finca El Espino desarrolló una configuración distinta de economía alterna. La incorporación de huertos urbanos fortaleció una estrategia previamente orientada a preservar la actividad agrícola dentro de un territorio sometido a fuertes procesos de urbanización. Más que privilegiar la especialización productiva, la organización promovió la diversificación de espacios agrícolas de pequeña escala que facilitaron la participación de distintos actores comunitarios, incrementaron la disponibilidad local de alimentos y consolidaron mecanismos de cooperación entre productores.

En este caso, la economía alternativa adquirió una dimensión marcadamente territorial. La producción agrícola dejó de representar únicamente una actividad económica para convertirse en un mecanismo de apropiación del territorio, fortalecimiento comunitario y defensa de funciones ambientales estratégicas frente al crecimiento urbano. Los huertos urbanos operaron simultáneamente como espacios de producción, educación ambiental, intercambio de conocimientos y articulación comunitaria, ampliando las capacidades locales para sostener formas de agricultura compatibles con la conservación de los ecosistemas urbanos.

La comparación entre ambos casos permite identificar un patrón común. Aunque las actividades productivas desarrolladas por cada organización son diferentes, ambas configuraciones comparten una característica fundamental: la actividad económica se encuentra subordinada a objetivos colectivos más amplios relacionados con la reproducción de la vida comunitaria, el fortalecimiento organizativo y la sostenibilidad territorial. Este resultado converge con los planteamientos de Coraggio (2011), quien sostiene que las experiencias de economía social y solidaria reorganizan la actividad económica alrededor de la reproducción ampliada de la vida antes que, de la maximización de la ganancia, así como con Laville (2010), para quien las iniciativas económicas solidarias articulan principios de mercado, reciprocidad y redistribución mediante arreglos institucionales construidos desde la sociedad civil.

No obstante, los resultados también muestran que las economías alternas no constituyen modelos homogéneos susceptibles de replicarse mecánicamente en cualquier territorio. Su configuración depende de procesos históricos específicos, de las capacidades organizativas acumuladas por los colectivos y de las formas particulares en que cada comunidad interpreta e incorpora las innovaciones disponibles. Esta constatación introduce un matiz importante respecto a parte de la literatura sobre innovación social, que con frecuencia enfatiza la transferibilidad de determinadas experiencias exitosas. La evidencia obtenida sugiere que las innovaciones tecnológicas pueden reproducirse con relativa facilidad, mientras que las capacidades organizativas que permiten convertirlas en economías alternas son resultado de procesos históricos de largo plazo, difícilmente replicables mediante intervenciones de corto alcance.

En consecuencia, la principal aportación del análisis comparado consiste en mostrar que las economías alternas no deben entenderse como un conjunto predeterminado de actividades productivas ni como un sector específico de la economía. Constituyen, más bien, configuraciones territoriales construidas mediante la interacción entre cooperación, aprendizaje colectivo, diversificación productiva y trayectorias organizativas, en las que las innovaciones técnicas adquieren significado únicamente cuando son apropiadas por comunidades capaces de integrarlas a sus propios proyectos de reproducción social. Desde esta perspectiva, la economía alternativa emerge como un proceso dinámico de organización territorial antes que como un modelo económico acabado.

Desarrollo territorial e innovación social: la expansión de capacidades territoriales

El análisis comparado muestra que los efectos derivados de la incorporación de ecotecnias trascienden ampliamente el ámbito productivo. Aunque la diversificación de actividades constituye uno de los resultados más visibles de la intervención, la evidencia empírica indica que

las principales transformaciones ocurrieron en la capacidad de las organizaciones para fortalecer procesos colectivos de aprendizaje, cooperación y gestión territorial. Desde esta perspectiva, el desarrollo territorial observado en ambos casos no puede explicarse únicamente mediante indicadores de producción o generación de ingresos, sino a partir del fortalecimiento de capacidades organizativas que incrementan la posibilidad de sostener estrategias económicas adaptativas frente a contextos de vulnerabilidad ambiental y cambio social.

Esta interpretación coincide con la literatura contemporánea sobre desarrollo territorial, que ha desplazado progresivamente la atención desde el crecimiento económico hacia la construcción de capacidades institucionales y sociales capaces de movilizar recursos endógenos y generar procesos sostenidos de innovación (Schejtman & Berdegué, 2004; Boisier, 2005). Bajo esta perspectiva, el territorio deja de entenderse como un simple soporte físico de las actividades económicas para concebirse como una construcción social donde actores, instituciones, conocimientos y recursos interactúan para producir trayectorias diferenciadas de desarrollo.

Los resultados obtenidos permiten observar que ambas organizaciones fortalecieron capacidades territoriales mediante mecanismos distintos, aunque complementarios. En el Grupo Manos Mágicas, la incorporación del módulo de producción de hongos comestibles generó un proceso continuo de aprendizaje colectivo que fortaleció las competencias técnicas de las integrantes y consolidó nuevas formas de cooperación dentro de la organización. La apropiación de conocimientos relacionados con el cultivo, manejo sanitario, procesamiento y comercialización de hongos no permaneció concentrada en personas específicas, sino que fue progresivamente compartida mediante procesos cotidianos de acompañamiento y enseñanza entre las integrantes del colectivo. Este mecanismo favoreció la construcción de capacidades organizativas relativamente autónomas respecto de la asistencia técnica externa, fortaleciendo la posibilidad de mantener la actividad productiva a largo plazo.

Al mismo tiempo, la organización incrementó su capacidad para articular conocimientos tradicionales asociados al cultivo del maíz criollo y a la elaboración de alimentos regionales con nuevos saberes derivados de la implementación de ecotecnias. Esta integración de conocimientos no implicó la sustitución de prácticas locales por tecnologías externas, sino la construcción de soluciones híbridas adaptadas a las condiciones específicas del territorio. En consecuencia, la innovación observada no puede reducirse a la incorporación de un nuevo sistema de producción, sino que debe entenderse como un proceso de aprendizaje social que amplió las capacidades colectivas para experimentar, adaptar y reproducir innovaciones de acuerdo con las necesidades de la comunidad.

En Finca El Espino, el fortalecimiento territorial adquirió características diferentes. La incorporación de huertos urbanos consolidó una estrategia organizativa previamente orientada a preservar funciones agrícolas dentro de un espacio sometido a intensos procesos de expansión urbana. En este contexto, la innovación social se manifestó principalmente mediante la ampliación de redes comunitarias de colaboración, la participación de nuevos actores en actividades agroecológicas y el fortalecimiento de iniciativas locales vinculadas con la seguridad alimentaria y la educación ambiental. Los huertos urbanos dejaron de constituir únicamente espacios de

producción para convertirse en dispositivos de articulación territorial capaces de fortalecer vínculos sociales y promover prácticas colectivas de gestión del territorio.

Este resultado permite observar que las capacidades territoriales desarrolladas por ambas organizaciones presentan orientaciones distintas. Mientras que en Manos Mágicas predomina una lógica de fortalecimiento de capacidades organizativas vinculadas con la autonomía económica de las mujeres y la reproducción de los hogares, en Finca El Espino las capacidades se orientan principalmente hacia la consolidación de procesos de gobernanza territorial y permanencia de la actividad agrícola dentro de un entorno urbano altamente dinámico. Estas diferencias no representan trayectorias contrapuestas, sino expresiones particulares de un mismo proceso de construcción territorial condicionado por las características históricas y sociales de cada comunidad.

La comparación también pone de manifiesto que la innovación social observada en ambos casos no surge exclusivamente como resultado de la incorporación de nuevas tecnologías. De acuerdo con Neumeier (2012), las innovaciones sociales emergen cuando los actores desarrollan nuevas formas de interacción que modifican positivamente las capacidades colectivas para resolver problemas comunes. Los resultados obtenidos respaldan esta interpretación al mostrar que las ecotecnias funcionaron como catalizadores de procesos organizativos previamente existentes, favoreciendo nuevas formas de coordinación, aprendizaje y cooperación que trascendieron ampliamente la dimensión técnica de la intervención.

En este sentido, las innovaciones identificadas poseen un carácter eminentemente institucional y relacional. La reorganización de actividades productivas, la circulación horizontal del conocimiento, la ampliación de redes comunitarias y la consolidación de mecanismos de cooperación constituyen transformaciones cuya permanencia depende menos de la infraestructura instalada que de la capacidad de las organizaciones para sostener relaciones sociales de colaboración en el tiempo. Esta constatación coincide con Moulaert et al. (2013), quienes sostienen que la innovación social debe entenderse como un proceso mediante el cual las comunidades amplían simultáneamente su capacidad para satisfacer necesidades colectivas, fortalecer relaciones sociales y empoderar a los actores locales.

Desde esta perspectiva, el desarrollo territorial observado en ambos casos puede interpretarse como un proceso acumulativo de expansión de capacidades. Las organizaciones no solamente incrementaron su base productiva, sino que fortalecieron recursos intangibles como la confianza, el aprendizaje colectivo, la capacidad de coordinación, la apropiación del conocimiento y la gestión compartida del territorio. Estos activos sociales constituyen condiciones fundamentales para sostener procesos de innovación a largo plazo y para responder de manera flexible frente a escenarios de incertidumbre ambiental y económica.

Un hallazgo particularmente relevante consiste en que dichas capacidades no fueron producidas directamente por las ecotecnias. La evidencia comparada indica que las tecnologías actuaron como recursos habilitadores cuya eficacia dependió de la existencia previa de organizaciones capaces de apropiarlas, reinterpretarlas e incorporarlas a proyectos colectivos de desarrollo. En consecuencia, el éxito de las intervenciones no puede atribuirse exclusivamente al diseño técnico del proyecto

regional, sino a la interacción entre las innovaciones promovidas y las capacidades organizativas acumuladas por cada comunidad.

En conjunto, los resultados permiten sostener que las economías alternas fortalecen el desarrollo territorial porque amplían las capacidades colectivas necesarias para sostener procesos de innovación social territorialmente situados. La diversificación productiva, el aprendizaje colectivo, la cooperación y la apropiación comunitaria del conocimiento conforman un entramado de relaciones que incrementa la resiliencia organizativa de las comunidades y fortalece su capacidad para construir estrategias económicas compatibles con la sostenibilidad ambiental y la reproducción de la vida. Desde esta perspectiva, el principal aporte de las experiencias analizadas no reside únicamente en la incorporación de nuevas actividades productivas, sino en la consolidación de territorios con mayor capacidad para generar respuestas colectivas frente a los desafíos del cambio climático y del desarrollo contemporáneo.

3.5 Discusión

Los resultados obtenidos permiten ampliar la comprensión de las relaciones entre Adaptación basada en Ecosistemas, innovación social y desarrollo territorial desde una perspectiva que coloca en el centro a las capacidades organizativas de las comunidades. Mientras que una parte importante de la literatura ha concentrado su atención en los beneficios ecológicos, productivos o institucionales derivados de las intervenciones basadas en ecosistemas, el análisis comparado realizado en este estudio muestra que la magnitud y orientación de dichos efectos dependen, en gran medida, de las trayectorias históricas mediante las cuales las organizaciones incorporan y resignifican las innovaciones promovidas desde el exterior. En consecuencia, las ecotecnias no constituyen factores explicativos suficientes para comprender las transformaciones observadas; su eficacia se encuentra mediada por procesos sociales acumulativos que condicionan las formas de apropiación, organización y reproducción económica de los colectivos.

Esta interpretación introduce un matiz relevante respecto de los enfoques que conciben la Adaptación basada en Ecosistemas como un conjunto de soluciones técnicas susceptibles de ser transferidas entre distintos territorios. La evidencia empírica indica que la incorporación de una misma estrategia de intervención produjo configuraciones económicas diferenciadas en el Grupo Manos Mágicas y en Finca El Espino, pese a compartir un marco institucional común y objetivos generales similares. Tales diferencias no pueden atribuirse únicamente a factores biofísicos o productivos, sino a la interacción entre las innovaciones promovidas y las capacidades organizativas previamente desarrolladas por cada comunidad. Desde esta perspectiva, la adaptación constituye un proceso socialmente construido cuya eficacia depende de las relaciones históricas entre actores, instituciones y territorio, más que de las características técnicas de las ecotecnias en sí mismas.

En este sentido, los hallazgos dialogan con la literatura sobre dependencia de trayectoria (*path dependence*), particularmente con los planteamientos de Mahoney (2000) y Pierson (2000), al mostrar que las decisiones organizativas acumuladas en el tiempo generan mecanismos de autorreforzamiento que orientan las posibilidades futuras de transformación. Sin embargo, el estudio amplía esta perspectiva al evidenciar que dichos mecanismos no solamente condicionan la

estabilidad institucional, sino que también explican la forma en que las comunidades reinterpretan innovaciones externas y las incorporan a procesos locales de desarrollo. La trayectoria organizativa deja de representar un antecedente histórico para convertirse en una variable explicativa capaz de dar cuenta de la diversidad de resultados producidos por una misma intervención.

Una segunda contribución del estudio consiste en replantear el concepto de economías alternas desde una perspectiva procesual y territorial. Con frecuencia, las investigaciones sobre economía social, economía solidaria o economías diversas han identificado este tipo de experiencias a partir de determinadas formas organizativas, modalidades de propiedad o principios normativos de funcionamiento (Coraggio, 2011; Gibson-Graham, 2006; Laville, 2010). Sin desconocer la importancia de estos aportes, los resultados obtenidos sugieren que las economías alternas no deben comprenderse únicamente como un conjunto de organizaciones diferenciadas del mercado capitalista, sino como configuraciones territoriales que emergen de la articulación histórica entre cooperación, diversificación productiva, aprendizaje colectivo y apropiación social del territorio.

Desde esta perspectiva, la economía alternativa no constituye un estado organizativo previamente definido ni un modelo institucional susceptible de replicarse de manera uniforme. Su configuración depende de procesos de construcción colectiva mediante los cuales las comunidades reorganizan sus recursos, capacidades y conocimientos para responder a desafíos económicos, ambientales y sociales específicos. Este hallazgo resulta consistente con la propuesta de Polanyi (2001), quien concibe la economía como un proceso institucionalmente incrustado en las relaciones sociales, pero introduce un elemento adicional: la territorialidad no actúa únicamente como contexto donde se desarrollan las actividades económicas, sino como una dimensión constitutiva de las propias formas de organización económica.

La comparación entre ambos casos permite ilustrar esta idea. En el Grupo Manos Mágicas, la economía alternativa se configuró alrededor del fortalecimiento de la autonomía económica de las mujeres, la diversificación de los ingresos familiares y la consolidación de capacidades organizativas derivadas del aprendizaje colectivo. En contraste, Finca El Espino orientó su proceso hacia la preservación de la actividad agrícola, la ampliación de redes comunitarias y la defensa de funciones territoriales amenazadas por la expansión urbana. Aunque ambos colectivos incorporaron innovaciones tecnológicas similares, las configuraciones económicas resultantes respondieron a necesidades territoriales distintas, confirmando que las economías alternas no constituyen una categoría homogénea, sino expresiones territorialmente diferenciadas de organización económica.

Los resultados también aportan elementos relevantes para el debate sobre innovación social. La literatura especializada ha definido este concepto como la generación de nuevas formas de interacción capaces de satisfacer necesidades colectivas y fortalecer procesos de participación y empoderamiento (Moulaert et al., 2013; Neumeier, 2012). La evidencia obtenida coincide con esta interpretación, pero permite profundizarla al mostrar que la innovación social no se produce exclusivamente mediante la incorporación de nuevas prácticas organizativas, sino mediante la consolidación de capacidades colectivas que permiten sostener dichas prácticas a lo largo del tiempo. En ambos casos, la circulación horizontal del conocimiento, el aprendizaje compartido, la cooperación cotidiana y la apropiación comunitaria de las ecotecnias constituyeron mecanismos

fundamentales para transformar innovaciones técnicas en capacidades organizativas relativamente estables.

Este hallazgo resulta especialmente relevante para las políticas públicas orientadas al fortalecimiento de iniciativas comunitarias de adaptación climática y desarrollo territorial. Con frecuencia, dichas intervenciones privilegian la provisión de infraestructura, equipamiento o asistencia técnica bajo el supuesto de que estos elementos producirán automáticamente procesos de innovación y fortalecimiento económico. La evidencia presentada en este estudio sugiere una interpretación diferente. Las tecnologías representan recursos habilitadores cuya eficacia depende de la existencia de organizaciones capaces de apropiarlas, reinterpretarlas e integrarlas a proyectos colectivos previamente construidos. En ausencia de estas capacidades, las innovaciones difícilmente logran consolidarse como procesos sostenibles de desarrollo territorial.

Finalmente, los resultados permiten proponer una reinterpretación del vínculo entre economías alternas y desarrollo territorial. Más que constituir estrategias orientadas exclusivamente al incremento de la producción o de los ingresos, las experiencias analizadas muestran que las economías alternas fortalecen el territorio mediante la expansión de capacidades colectivas para organizar recursos, producir conocimiento, construir cooperación y sostener procesos de innovación social compatibles con la reproducción de la vida y la conservación de los ecosistemas. En consecuencia, el principal aporte de estas iniciativas no radica únicamente en su contribución económica, sino en su capacidad para incrementar la autonomía organizativa de las comunidades frente a escenarios crecientes de incertidumbre ambiental, económica e institucional.

En conjunto, la investigación aporta evidencia empírica para sostener que las economías alternas deben comprenderse como procesos históricamente situados de construcción territorial, en los que la interacción entre trayectorias organizativas, diversificación productiva, aprendizaje colectivo e innovación social configura formas específicas de desarrollo. Esta perspectiva permite integrar aportes provenientes de la economía social, la geografía económica y los estudios sobre adaptación climática, ofreciendo un marco analítico capaz de explicar por qué intervenciones similares producen resultados diferenciados en contextos territoriales distintos.

Conclusiones

El presente estudio tuvo como propósito analizar comparativamente la manera en que la incorporación de ecotecnias asociadas a la Adaptación basada en Ecosistemas contribuyó a la configuración de economías alternas en el Grupo Manos Mágicas, en México, y Finca El Espino, en El Salvador. Los resultados permiten sostener que las transformaciones observadas en ambos colectivos no pueden atribuirse exclusivamente a la incorporación de innovaciones tecnológicas ni a la diversificación de actividades productivas. Por el contrario, dichas transformaciones responden a procesos históricos de organización comunitaria que condicionaron la apropiación de las ecotecnias y orientaron la construcción de capacidades económicas territorialmente situadas.

La comparación entre ambos casos confirma la hipótesis planteada al inicio del estudio. Las economías alternas no constituyen una condición preexistente ni un modelo organizativo homogéneo, sino un proceso dinámico de construcción territorial que emerge de la interacción entre trayectorias organizativas, diversificación productiva, aprendizaje colectivo y cooperación

comunitaria. Aunque ambas organizaciones participaron en un mismo programa regional de Adaptación basada en Ecosistemas e incorporaron innovaciones tecnológicas comparables, las configuraciones económicas resultantes fueron diferentes debido a las capacidades institucionales previamente acumuladas y a las necesidades específicas de cada territorio.

Desde una perspectiva teórica, la principal contribución del estudio consiste en proponer una reinterpretación de las economías alternas como configuraciones territoriales. Esta aproximación permite superar las concepciones que identifican las economías alternativas exclusivamente con determinadas formas jurídicas, modalidades de propiedad o principios normativos de organización. En cambio, el análisis demuestra que dichas economías deben comprenderse como procesos históricamente situados mediante los cuales las comunidades reorganizan recursos, conocimientos, relaciones sociales y capacidades institucionales para construir formas propias de reproducción económica y social. Bajo esta perspectiva, las actividades productivas constituyen únicamente una expresión visible de procesos organizativos más amplios cuyo eje articulador es la cooperación y el fortalecimiento de capacidades colectivas.

Asimismo, los hallazgos amplían la discusión sobre la Adaptación basada en Ecosistemas al mostrar que sus efectos trascienden los beneficios ecológicos y productivos comúnmente documentados por la literatura. Las ecotecnias actuaron como recursos habilitadores que facilitaron procesos de innovación social y reorganización económica; sin embargo, su eficacia dependió de la capacidad de las organizaciones para apropiarlas, reinterpretarlas e incorporarlas a proyectos colectivos previamente consolidados. En consecuencia, el éxito de las intervenciones no reside exclusivamente en la calidad técnica de las soluciones implementadas, sino en la existencia de capacidades organizativas que permitan transformar dichas innovaciones en procesos sostenibles de desarrollo territorial.

Los resultados también aportan elementos relevantes para el diseño de políticas públicas orientadas al fortalecimiento de iniciativas comunitarias frente al cambio climático. La evidencia obtenida sugiere que las estrategias de adaptación no deberían concentrarse únicamente en la transferencia de tecnologías o infraestructura, sino incorporar mecanismos permanentes de fortalecimiento organizativo, formación de capacidades locales, aprendizaje colectivo y gobernanza territorial. Las intervenciones que ignoran estas dimensiones corren el riesgo de producir resultados limitados o poco sostenibles, aun cuando incorporen tecnologías ambientalmente adecuadas.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación demuestra la utilidad del estudio de caso comparado y del enfoque de dependencia de trayectoria para analizar procesos complejos de innovación social y desarrollo territorial. La comparación permitió identificar mecanismos comunes (como la diversificación productiva, la cooperación y el aprendizaje colectivo), al mismo tiempo que evidenció la influencia decisiva de las trayectorias históricas sobre la configuración de las economías alternas. Este enfoque ofrece una alternativa para comprender por qué intervenciones institucionalmente similares generan resultados diferenciados cuando interactúan con contextos territoriales distintos.

No obstante, el estudio presenta algunas limitaciones. El análisis se concentró en dos experiencias comunitarias vinculadas a un mismo programa regional, por lo que los resultados no pretenden

establecer generalizaciones universales, sino ofrecer una explicación contextualizada de los mecanismos que favorecen la configuración de economías alternas en territorios específicos. Investigaciones futuras podrían ampliar el número de casos, incorporar comparaciones entre distintos tipos de intervenciones ambientales o analizar longitudinalmente la evolución de estas experiencias una vez concluido el acompañamiento institucional, con el fin de evaluar la permanencia de las capacidades organizativas y de las innovaciones sociales identificadas.

En síntesis, el estudio permite concluir que las economías alternas constituyen procesos de construcción territorial antes que modelos económicos predeterminados. Su consolidación depende menos de la incorporación de tecnologías específicas que de la capacidad de las comunidades para transformar dichas innovaciones en formas estables de cooperación, aprendizaje colectivo y organización económica. Esta perspectiva invita a comprender el desarrollo territorial como un proceso relacional e históricamente situado, en el que la sostenibilidad de las iniciativas comunitarias se encuentra estrechamente vinculada con la fortaleza de sus capacidades organizativas y con la posibilidad de construir respuestas colectivas frente a los desafíos ambientales, económicos y sociales contemporáneos.

Literatura citada

Boisier, S. (2005). ¿Hay espacio para el desarrollo local en la globalización? *Revista de la CEPAL, 86*, 47–62.

Coraggio, J. L. (2011). *Economía social y solidaria: El trabajo antes que el capital*. Ediciones Abya-Yala.

Ellis, F. (2000). *Rural livelihoods and diversity in developing countries*. Oxford University Press.

Gibson-Graham, J. K. (2006). *A postcapitalist politics*. University of Minnesota Press.

Laville, J.-L. (2010). *Politique de l'association*. Éditions du Seuil.

Mahoney, J. (2000). Path dependence in historical sociology. *Theory and Society, 29*(4), 507–548. https://doi.org/10.1023/A:1007113830879

Moulaert, F., MacCallum, D., Mehmood, A., & Hamdouch, A. (Eds.). (2013). *The international handbook on social innovation: Collective action, social learning and transdisciplinary research*. Edward Elgar Publishing.

Neumeier, S. (2012). Why do social innovations in rural development matter and should they be considered more seriously in rural development research? *Sociologia Ruralis, 52*(1), 48–69. https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2011.00553.x

Pierson, P. (2000). Increasing returns, path dependence, and the study of politics. *American Political Science Review, 94*(2), 251–267. https://doi.org/10.2307/2586011

Polanyi, K. (2001). *The great transformation: The political and economic origins of our time* (2nd Beacon Paperback ed.). Beacon Press. (Trabajo original publicado en 1944).

Schejtman, A., & Berdegué, J. A. (2004). *Desarrollo territorial rural*. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP).

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.

Variabilidad de las prácticas agrícolas y su contribución potencial a las emisiones de gases de efecto invernadero en pequeñas parcelas de Guerrero, México

Pablo Emilio Escamilla García[4], Claudia Alejandra Hernández Herrera[5], Ángel Eustorgio Rivera[6], Gibran Rivera González[7]

Resumen

La agricultura de pequeña escala presenta una elevada diversidad de prácticas de manejo que puede generar diferencias importantes en sus emisiones de gases de efecto invernadero. Este estudio caracterizó 33 parcelas agrícolas ubicadas en comunidades rurales de Guerrero, México, considerando variables relacionadas con superficie, cultivos, fertilización, uso de abonos orgánicos, maquinaria, transporte, bombeo y quema de residuos. Mediante un análisis descriptivo y una estimación simplificada basada en las directrices del IPCC, se identificó que la fertilización sintética fue la práctica más frecuente y la principal fuente potencial de emisiones directas. La urea aportó la mayor proporción del nitrógeno aplicado, seguida del DAP y el MAP. También se observaron diferencias considerables entre parcelas y comunidades en la intensidad de uso de insumos y en las emisiones estimadas por hectárea. Los resultados muestran que las pequeñas unidades productivas no constituyen un grupo homogéneo y que las estrategias de mitigación deben adaptarse a las condiciones específicas de cada sistema agrícola. Esta investigación deriva del proyecto de investigación IND-2026-0011 "Mitigación de la contaminación ambiental medianteenfoques agroecológicos y participación comunitaria en regiones agrícolas rurales del centro y sur de México".

Palabras clave: Agroecología, Emisiones GEI, Agricultura de pequeña escala, Guerrero

Abstract

Small-scale agriculture exhibits a high diversity of management practices that can generate significant differences in its greenhouse gas emissions. This study characterized 33 agricultural plots located in rural communities of Guerrero, Mexico, considering variables related to area, crops, fertilization, use of organic fertilizers, machinery, transportation, pumping, and residue burning. Through descriptive analysis and a simplified estimate based on IPCC guidelines, synthetic fertilization was identified as the most frequent practice and the main potential source of direct emissions. Urea contributed the largest proportion of applied nitrogen, followed by DAP and MAP. Considerable differences were also observed between plots and communities in the intensity of input use and in estimated emissions per hectare. The results show that small production units do not constitute a homogeneous group and that mitigation strategies must be

[4] Doctor of Philosophy, Instituto Politécnico Nacional, UPIICSA, peescamilla@ipn.mx
[5] Doctora en ciencias sociales en educación, Instituto Politécnico Nacional, UPIICSA, cahernandezh@ipn.mx
[6] Doctor en Filosofa en Administración, Instituto Politécnico Nacional, UPIICSA, aerivera@ipn.mx
[7] Doctor of Philosophy, Instituto Politécnico Nacional, UPIICSA, griverag@ipn.mx

adapted to the specific conditions of each agricultural system. This research stems from the research project IND-2026-0011 “Mitigation of environmental pollution through agroecological approaches and community participation in rural agricultural regions of central and southern Mexico”.

Keywords: Agroecology, GHG emissions, Small-scale agriculture, Guerrero

Introducción

La agricultura constituye uno de los sectores con mayor contribución a las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI). De acuerdo con la FAO (2024), los sistemas agroalimentarios generaron aproximadamente 16.2 Gt CO_2eq en 2022, equivalentes a cerca del 31 % de las emisiones antropogénicas globales, mientras que las actividades estrictamente agrícolas aportaron alrededor de 7.8 Gt CO_2eq, principalmente por la producción de cultivos y la ganadería. En el caso de la agricultura, una proporción importante de estas emisiones proviene del uso de fertilizantes nitrogenados, el manejo de estiércol, el consumo de combustibles fósiles en maquinaria agrícola y la quema de residuos de cosecha (Moldavan et al., 2024). La aplicación de fertilizantes nitrogenados favorece la emisión de óxido nitroso (N_2O), un gas cuyo potencial de calentamiento global es aproximadamente 273 veces superior al del dióxido de carbono (CO_2) en un horizonte de 100 años (IPCC, 2021). Estas emisiones se relacionan tanto con la intensidad de uso de insumos como con las prácticas de manejo adoptadas en cada unidad de producción.

Sin embargo, los sistemas agrícolas no presentan un comportamiento uniforme, debido a que las decisiones productivas dependen de factores como la superficie disponible, el tipo de cultivo, el acceso a maquinaria, la disponibilidad de abonos orgánicos, las condiciones climáticas y la capacidad económica de los productores (Nuruzzaman et al., 2025). En consecuencia, la magnitud de las emisiones puede variar considerablemente incluso entre parcelas con características biofísicas similares, lo que dificulta la aplicación de estrategias de mitigación homogéneas.

Esta heterogeneidad es especialmente importante en la agricultura de pequeña escala, donde parcelas con superficies similares pueden presentar diferencias considerables en las cantidades de fertilizantes aplicadas, el uso de tractor, el transporte de insumos y productos, el manejo de residuos o la incorporación de estiércol y composta (FAO, 2013). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura estima que las explotaciones agrícolas de menos de 2 ha representan alrededor del 84 % de las unidades agrícolas del mundo, aunque ocupan únicamente cerca del 12 % de la superficie agrícola global (Lowder et al., 2021). Esta amplia diversidad en las formas de producción implica que las estimaciones agregadas a escala regional pueden ocultar contrastes relevantes entre productores y limitar la identificación de medidas de mitigación adaptadas a las condiciones locales.

En México, una parte importante de la producción agrícola se desarrolla en pequeñas unidades familiares y bajo condiciones de temporal. De acuerdo con el Censo Agropecuario 2022 del INEGI, existen aproximadamente 4.4 millones de unidades de producción agropecuaria, de las cuales una elevada proporción corresponde a productores de pequeña escala con superficies reducidas y alta dependencia de la precipitación. Asimismo, alrededor del 74 % de la superficie agrícola nacional se cultiva bajo condiciones de temporal, lo que incrementa la vulnerabilidad de la producción frente a la variabilidad climática. En estos sistemas, el uso de fertilizantes sintéticos constituye una práctica frecuente para mantener la productividad; sin embargo, su aplicación sin un diagnóstico previo de fertilidad del suelo puede incrementar los costos de producción, reducir la eficiencia del uso del nitrógeno y favorecer pérdidas hacia el ambiente en forma de N_2O, lixiviación de nitratos o volatilización de amoníaco. De manera paralela, prácticas como el aprovechamiento de residuos orgánicos, el uso de composta o estiércol, la incorporación de bioinsumos y la reducción de la quema de residuos agrícolas pueden contribuir a mejorar el reciclaje de nutrientes, incrementar el contenido de materia orgánica del suelo y disminuir ciertos impactos ambientales.

El estado de Guerrero presenta una amplia diversidad de sistemas agrícolas rurales, caracterizados por parcelas de pequeña extensión, condiciones productivas heterogéneas y diferentes niveles de acceso a insumos y tecnología. Según información del INEGI (2022), el estado cuenta con más de 300 mil unidades de producción agropecuaria, predominando explotaciones familiares de pequeña escala dedicadas principalmente al cultivo de maíz, frijol, calabaza y otros cultivos básicos. A pesar de ello, existe información limitada sobre la variabilidad de las prácticas agrícolas y su relación potencial con las emisiones de gases de efecto invernadero en estas unidades productivas. Generar este tipo de diagnóstico resulta necesario para identificar los principales puntos críticos de manejo, reconocer las fuentes de emisión predominantes y orientar recomendaciones técnicamente viables para los productores, considerando las particularidades de cada sistema agrícola.

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo caracterizar la variabilidad de las prácticas agrícolas y estimar su contribución potencial a las emisiones de gases de efecto invernadero en 33 pequeñas parcelas ubicadas en comunidades rurales de Guerrero, México. Para ello, se analizaron variables relacionadas con la superficie cultivada, el uso de fertilizantes sintéticos y orgánicos, la mecanización, el bombeo, el transporte, el uso de plaguicidas y la quema de residuos. Asimismo, se estimaron las emisiones directas potenciales asociadas con la aplicación de fertilizantes nitrogenados, con el propósito de identificar las prácticas y fuentes con mayor relevancia para el diseño de estrategias locales de mitigación.

Metodología

Área de estudio y unidades de análisis

El estudio se realizó en pequeñas unidades de producción agrícola ubicadas en comunidades rurales de los municipios de Chilapa de Álvarez, Ahuacuotzingo y Zitlala, en el estado de Guerrero, México. La región se caracteriza por el predominio de agricultura de temporal, parcelas de pequeña extensión y sistemas productivos basados principalmente en el cultivo de maíz, frecuentemente asociado con frijol y otros cultivos complementarios. Se analizaron 33 parcelas agrícolas pertenecientes a productores de distintas comunidades. Cada parcela fue considerada como una unidad independiente de análisis. Para cada una se registró la comunidad de procedencia, nombre o identificación de la parcela, superficie cultivada y principales cultivos establecidos.

Recolección de información

La información fue obtenida mediante entrevistas directas con los productores y el levantamiento de una ficha técnica por parcela durante las visitas de campo realizadas entre 2025 y 2026. El instrumento se diseñó para identificar las principales prácticas agrícolas relacionadas con el consumo de insumos, energía y manejo de residuos. Las variables recopiladas se organizaron en cinco grupos:

Cuadro 1. Variables consideras en la evaluación

Categoría	**Variables registradas**
Características de la parcela	Comunidad, superficie cultivada y cultivos establecidos
Fertilización sintética	Cantidad aplicada de urea, fosfato monoamónico y fosfato diamónico
Insumos orgánicos	Tipo y cantidad de estiércol, así como cantidad de composta
Uso de maquinaria y energía	Horas de trabajo del tractor, tiempo de bombeo para riego y uso de mochila fumigadora
Transporte y manejo de residuos	Tamaño del motor del vehículo, distancia recorrida y cantidad de residuos agrícolas quemados

También se registró el uso de plaguicidas, particularmente clorpirifos, paraquat y paratión metílico, con el propósito de complementar la caracterización de las prácticas de manejo. Estas sustancias no se incorporaron directamente al cálculo de emisiones de GEI, pero se utilizaron como indicadores descriptivos del nivel de utilización de insumos agrícolas. Los datos fueron revisados para identificar registros duplicados, unidades inconsistentes y valores faltantes. La ausencia de un insumo o actividad reportada por el productor se consideró como valor cero únicamente cuando la entrevista confirmó que dicha práctica no se realizaba. Los casos sin información suficiente se conservaron como datos faltantes y se excluyeron del cálculo específico correspondiente.

Caracterización de las prácticas agrícolas

El análisis se centró en describir la variabilidad de las prácticas agrícolas entre parcelas y comunidades. Para las variables cuantitativas se calcularon: media; mediana; desviación estándar; valores mínimo y máximo y coeficiente de variación. Debido a que varias variables presentaron valores extremos y una distribución asimétrica, la mediana y el rango intercuartílico se utilizaron como medidas principales de comparación, mientras que la media se mantuvo como referencia descriptiva. Para las variables categóricas y las prácticas registradas como presencia o ausencia, se calcularon frecuencias absolutas y porcentajes. Se estimó la proporción de parcelas que utilizaron fertilizantes sintéticos, estiércol, composta, tractor, bombeo, plaguicidas y quema de residuos agrícolas.

Las cantidades de insumos se expresaron tanto por parcela como por unidad de superficie. La normalización se efectuó mediante:

$$I_{ha} = \frac{I_p}{A_p}$$

Donde: I_{ha} es la cantidad del insumo por hectárea; I_p es la cantidad total utilizada en la parcela; A_p es la superficie de la parcela en hectáreas.

Estimación simplificada de emisiones potenciales

La contribución potencial de las prácticas agrícolas a las emisiones de gases de efecto invernadero se estimó mediante un inventario simplificado basado en las directrices del IPCC (2006, 2019). El propósito no fue desarrollar una evaluación exhaustiva del ciclo de vida, sino identificar las fuentes de emisión más relevantes dentro de las actividades registradas en las parcelas. La estimación general se realizó mediante:

$$E_i = AD_i \times FE_i$$

Donde: E_i son emisiones correspondientes a la fuente i; AD_i es el dato de actividad; FE_i es el factor de emisión aplicable.

Las fuentes consideradas fueron: 1) aplicación de fertilizantes nitrogenados; 2) uso de estiércol y composta; 3) consumo de diésel por el trabajo del tractor; 4) energía o combustible asociado al bombeo de agua; 5) transporte de insumos o productos; 6) quema de residuos agrícolas.

Para la fertilización sintética se estimó primero la cantidad de nitrógeno aportada por cada producto, de acuerdo con su concentración comercial. Posteriormente se aplicó el factor de emisión directo de N_2O recomendado por el IPCC. Las emisiones de N_2O fueron convertidas a dióxido de carbono equivalente mediante el potencial de calentamiento global correspondiente. Las emisiones totales de cada parcela se calcularon como:

$$E_{\text{total}} = \sum_{i=1}^{n} E_i$$

Además, se obtuvo un indicador de intensidad de emisiones:

$$E_{ha} = \frac{E_{\text{total}}}{A_p}$$

Donde E_{ha}representa las emisiones potenciales en kg CO_2e ha^{-1}.

Análisis y presentación de los resultados

El tratamiento de la información se limitó a un análisis descriptivo y comparativo. No se aplicaron técnicas multivariadas, modelos predictivos ni pruebas estadísticas complejas. Los resultados se organizaron en cuatro componentes:

Características generales de las parcelas: distribución por comunidad, superficie y principales cultivos.

Variabilidad en el uso de insumos: cantidades de fertilizantes sintéticos y orgánicos por parcela y por hectárea.

Frecuencia de las prácticas agrícolas: porcentaje de parcelas que utilizaron maquinaria, bombeo, composta, estiércol, plaguicidas o quema de residuos.

Contribución potencial a las emisiones: emisiones totales e intensidad de emisiones por parcela, comunidad y fuente.

Resultados y discusión

Características generales de las parcelas

Se analizaron 33 parcelas agrícolas, distribuidas en siete comunidades de Guerrero. La superficie total evaluada fue de 27.5 ha, con una extensión promedio de 0.83 ha por parcela y una mediana de 0.50 ha (Ver cuadro 2). Los valores oscilaron entre 0.25 y 2.40 ha, lo que confirma el predominio de unidades productivas de pequeña escala.

Cuadro 2. Distribución de las parcelas y superficie evaluada

Comunidad	**Parcelas**	**Superficie total (ha)**	**Mediana por parcela (ha)**
Acatlán	4	2.50	0.50
Lodo Grande	3	4.50	1.50
Mexcaltepec II	5	5.60	1.20
Oxtoyahualco	6	3.50	0.50
Pantitlán	2	0.50	0.25
Topiltepec	11	8.65	0.50
Zitlala	2	2.25	1.13
Total	33	27.50	0.50

Topiltepec concentró el mayor número de parcelas evaluadas, con 11 unidades y 8.65 ha, seguido de Oxtoyahualco, con seis parcelas, y Mexcaltepec II, con cinco. Aunque el número de parcelas no fue uniforme entre comunidades, la muestra permitió observar una amplia diversidad en el tamaño de las unidades y en las prácticas de manejo. La reducida superficie mediana sugiere que la producción se desarrolla principalmente bajo esquemas familiares o de pequeña agricultura. En este tipo de sistemas, las decisiones sobre fertilización, uso de maquinaria y manejo de residuos pueden depender más de la disponibilidad inmediata de insumos y recursos económicos que de programas técnicos de manejo.

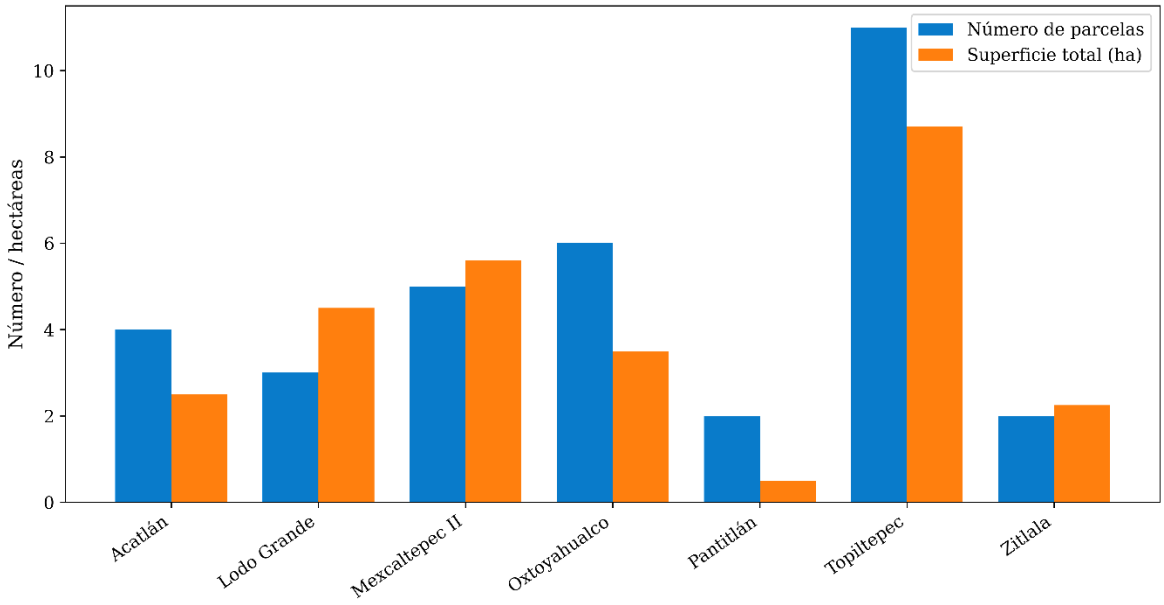


Figura 1. Parcela y superficie evaluada por comunidad

La figura 1 muestra la distribución de las 33 parcelas evaluadas y la superficie agrícola total por comunidad. Topiltepec concentró el mayor número de parcelas (11) y la mayor superficie evaluada (8.7 ha), representando la principal área de muestreo. En contraste, Pantitlán registró únicamente dos parcelas y la menor superficie (0.5 ha). Aunque en general existe una relación entre el número de parcelas y la superficie evaluada, se observan diferencias entre comunidades. Por ejemplo, Lodo Grande presentó menos parcelas que Oxtoyahualco (3 vs. 6), pero una mayor superficie total (4.5 vs. 3.5 ha), lo que indica la presencia de parcelas de mayor tamaño promedio. Estos resultados reflejan la heterogeneidad espacial de las unidades de producción incluidas en el estudio y evidencian que el número de parcelas no necesariamente está asociado con la superficie agrícola evaluada.

Variabilidad en la aplicación de fertilizantes

La fertilización sintética fue la práctica más generalizada, al registrarse en 31 de las 33 parcelas, equivalentes al 93.9 % de la muestra. Los fertilizantes empleados fueron principalmente urea, fosfato monoamónico (MAP) y fosfato di amónico (DAP). La intensidad de aplicación presentó diferencias importantes entre parcelas y comunidades. Mexcaltepec II, Zitlala, Acatlán y algunas parcelas de Topiltepec registraron las mayores cantidades de fertilizantes por hectárea. En contraste, dos parcelas de Topiltepec no reportaron aplicación de fertilizantes sintéticos.

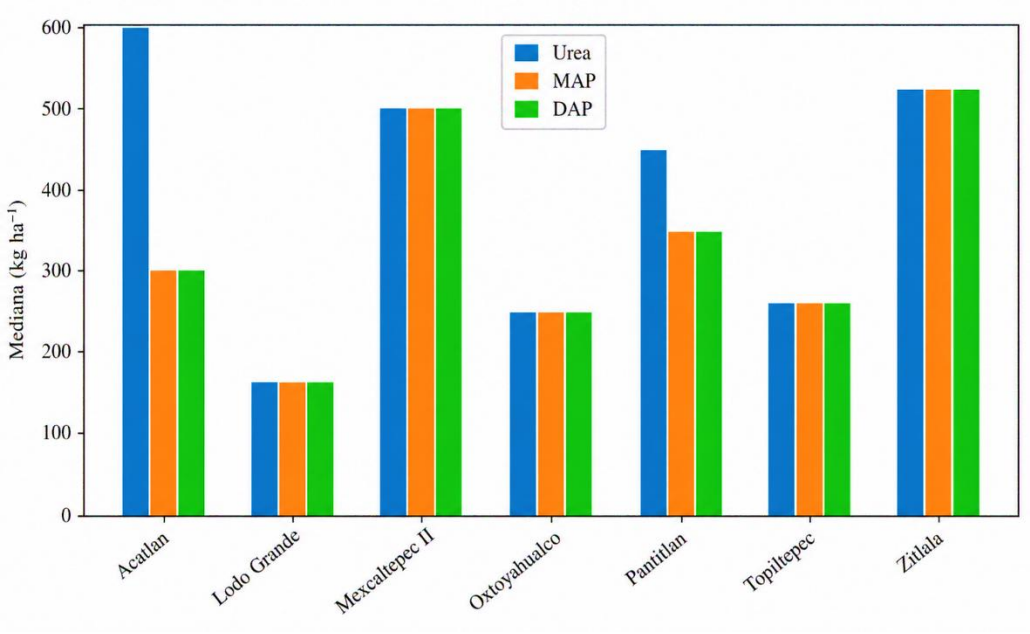


Figura 2. Intensidad media de fertilización por comunidad

La figura 2 presenta las medianas por comunidad y muestra que las diferencias no se explican únicamente por el tamaño de la parcela. Algunas unidades pequeñas recibieron aplicaciones elevadas de fertilizantes cuando los datos se expresaron por hectárea. Esto evidencia que la intensidad de manejo puede ser muy distinta incluso dentro de sistemas considerados de pequeña escala.

El predominio de aplicaciones combinadas de urea, MAP y DAP también sugiere que algunos productores podrían estar aportando nitrógeno mediante más de una fuente sin disponer necesariamente de un diagnóstico previo de fertilidad del suelo. Este patrón puede generar costos innecesarios para el productor y aumentar el riesgo de pérdidas de nitrógeno por volatilización, lixiviación o emisiones de N_2O.

No obstante, los datos reflejan cantidades reportadas por los productores y no permiten determinar si las dosis fueron aplicadas en una sola ocasión, fraccionadas durante el ciclo productivo o ajustadas conforme a las necesidades específicas de cada cultivo. Por ello, los resultados deben interpretarse como un diagnóstico de intensidad de uso y no como una evaluación agronómica definitiva de las dosis.

Frecuencia de las principales prácticas agrícolas

Además de la fertilización sintética, el transporte fue una actividad frecuente: 63.6 % de las parcelas contó con información sobre tamaño del motor y distancia recorrida. La composta y el uso de plaguicidas estuvieron presentes en 39.4 % de las unidades, mientras que el tractor se utilizó en 36.4 %. El estiércol se reportó en 24.2 % de las parcelas. Los materiales mencionados incluyeron estiércol de bovino, caprino, equino, porcino y burro, además de un registro de material de origen humano. Esta diversidad muestra que los productores aprovechan recursos orgánicos disponibles localmente, aunque su utilización no fue generalizada. La quema de residuos se registró en cinco parcelas, equivalentes al 15.2 %, y el bombeo para riego únicamente en tres, correspondientes al 9.1 %. La baja frecuencia del bombeo coincide con el predominio de sistemas agrícolas de temporal.

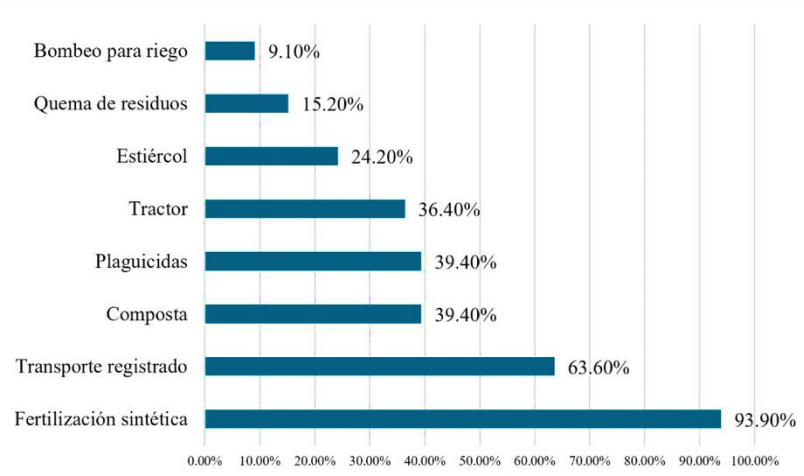


Figura 3. Frecuencia de prácticas agrícolas

La coexistencia de fertilización mineral, abonos orgánicos y mecanización muestra que las parcelas no siguen un único modelo productivo. Algunas dependen principalmente de insumos sintéticos; otras complementan la fertilización con composta o estiércol, mientras que un grupo reducido conserva prácticas de baja dependencia de insumos externos. La presencia de composta en casi cuatro de cada diez parcelas constituye un elemento favorable desde la perspectiva del reciclaje de nutrientes. Sin embargo, la base disponible no permite conocer su grado de madurez, composición química, método de elaboración ni eficiencia agronómica. Tampoco debe suponerse automáticamente que su aplicación reduce las emisiones, dado que el efecto depende del manejo, la humedad, las dosis y las condiciones del suelo.

Cuadro 3. Frecuencia de las prácticas registradas

Práctica	**Parcelas**	**Porcentaje**
Fertilización sintética	31	93.9 %
Transporte registrado	21	63.6 %
Composta	13	39.4 %

Plaguicidas	13	39.4 %
Tractor	12	36.4 %
Estiércol	8	24.2 %
Quema de residuos	5	15.2 %
Bombeo para riego	3	9.1 %

Por otra parte, aunque la quema se observó en una proporción relativamente baja, sigue siendo una práctica relevante porque genera emisiones directas y pérdida de materia orgánica y nutrientes. Su sustitución por incorporación de residuos, acolchado o compostaje representa una medida factible de mitigación y conservación del suelo.

Emisiones potenciales asociadas con la fertilización nitrogenada

Con la información disponible fue posible estimar las emisiones directas potenciales de N_2O derivadas de la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Para ello se consideraron contenidos de nitrógeno de 46 % para urea, 11 % para MAP y 18 % para DAP, junto con el factor de emisión directo del IPCC.

En las 33 parcelas se estimó una aplicación conjunta de 5,791 kg de nitrógeno, equivalente a emisiones potenciales directas de aproximadamente 24,843 kg CO_2e. La intensidad promedio fue de 1,058.5 kg CO_2e ha^{-1}, mientras que la mediana fue de 858.0 kg CO_2e ha^{-1}. La diferencia entre media y mediana evidencia una distribución asimétrica, determinada por algunas parcelas con aplicaciones considerablemente mayores. Por esta razón, la mediana resulta más representativa del comportamiento general de la muestra.

Cuadro 4. Emisiones potenciales directas por fertilización y comunidad

Comunidad	**Emisiones totales (kg CO_2e)**	**Mediana de intensidad (kg CO_2e ha^{-1})**
Acatlán	3,311.88	1,557.27
Lodo Grande	2,413.13	536.25
Mexcaltepec II	7,722.00	1,608.75
Oxtoyahualco	2,288.72	804.38
Pantitlán	661.73	1,323.47
Topiltepec	6,193.69	858.00
Zitlala	2,252.25	1,689.19
Total	24,843.39	858.00

Mexcaltepec II presentó las emisiones acumuladas más elevadas, debido tanto al número de parcelas como a las altas cantidades de fertilizantes registradas. Sin embargo, al normalizar los resultados por hectárea, Zitlala mostró la mayor mediana, seguida de Mexcaltepec II y Acatlán.

Esta diferencia es importante porque las emisiones totales y la intensidad de emisiones responden a preguntas distintas. Las emisiones acumuladas permiten identificar dónde se concentra la mayor contribución absoluta, mientras que las emisiones por hectárea muestran qué parcelas presentan un manejo más intensivo. Para orientar medidas de mitigación, ambos indicadores deberían considerarse conjuntamente. Las diferencias entre comunidades no deben interpretarse todavía como contrastes estadísticamente confirmados, debido al reducido y desigual número de parcelas en algunas localidades. En Pantitlán y Zitlala, por ejemplo, únicamente se analizaron dos parcelas. Los resultados tienen, por tanto, un carácter descriptivo y exploratorio.

Contribución de los fertilizantes al nitrógeno aplicado

La urea fue responsable de aproximadamente 63.9 % del nitrógeno total aplicado, seguida del DAP, con 22.4 %, y del MAP, con 13.7 %. Debido a que las emisiones directas estimadas dependen de la cantidad de nitrógeno incorporada al suelo, estas proporciones representan también la contribución relativa de cada fertilizante a las emisiones potenciales calculadas.

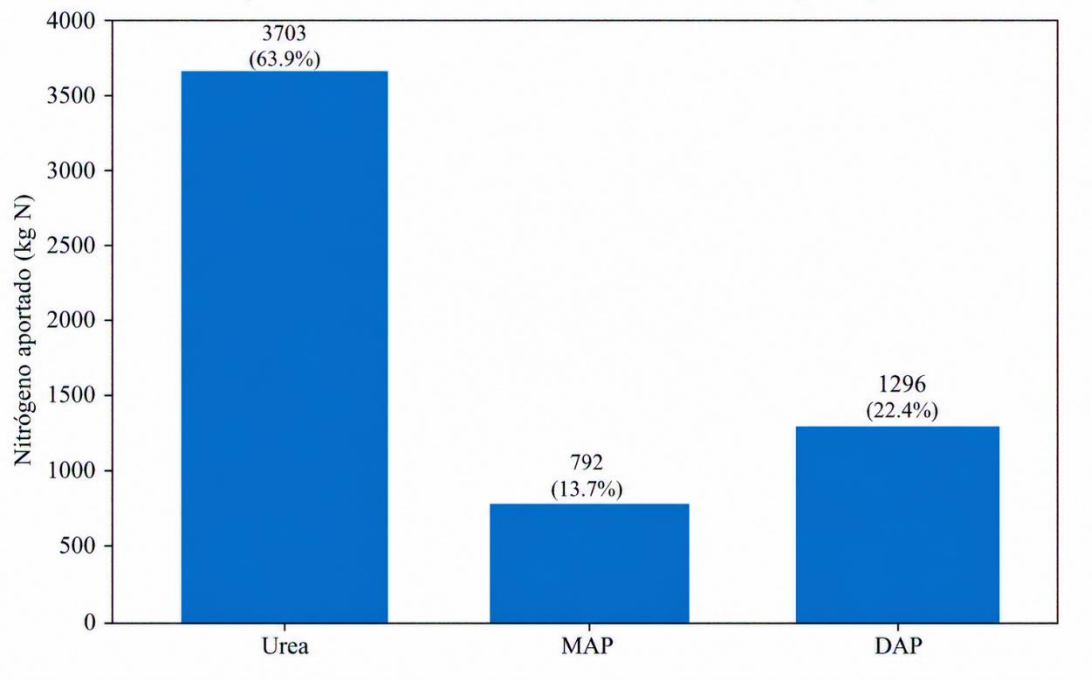


Figura 4. Contribución de los fertilizantes al nitrógeno aplicado

El resultado confirma que la urea constituye el principal punto de intervención para reducir las emisiones asociadas con la fertilización. Sin embargo, esto no implica necesariamente su eliminación. Las medidas más viables consistirían en ajustar las dosis conforme a análisis de suelo, fraccionar las aplicaciones, evitar su uso antes de lluvias intensas y combinarla de manera planificada con fuentes orgánicas. La aplicación de MAP y DAP también aportó nitrógeno, aunque estos productos suelen emplearse principalmente como fuentes de fósforo. Este aspecto debe considerarse en los planes de fertilización, ya que su aporte nitrogenado puede ser ignorado al calcular la dosis total requerida por el cultivo. La suma de urea, MAP y DAP podría conducir a una aplicación de nitrógeno mayor a la prevista por el productor.

Implicaciones desde la perspectiva agroecológica y la sustentabilidad

Los resultados obtenidos evidencian que la principal oportunidad para reducir el impacto ambiental de las pequeñas unidades agrícolas de la región no radica en incrementar el nivel de tecnificación o sustituir completamente los insumos convencionales, sino en mejorar la eficiencia con que éstos son utilizados. La elevada dependencia de fertilizantes nitrogenados, particularmente de la urea, representa el principal punto crítico identificado; sin embargo, este hallazgo debe interpretarse dentro del contexto socioeconómico de los productores estudiados, quienes desarrollan sistemas de producción predominantemente de autoconsumo, con superficies reducidas, disponibilidad limitada de capital y una alta dependencia de la mano de obra familiar. En estas condiciones, la adopción de estrategias de mitigación únicamente será viable si, además de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuye a reducir costos, mantener la productividad y fortalecer la resiliencia de los sistemas agrícolas.

Desde la perspectiva agroecológica, la heterogeneidad observada entre parcelas constituye un resultado particularmente relevante. Mientras algunos productores dependen casi exclusivamente de fertilizantes sintéticos, otros complementan la fertilización mediante composta o estiércoles disponibles localmente, reflejando diferentes niveles de integración entre procesos ecológicos y productivos. La agroecología plantea precisamente que los agroecosistemas deben diseñarse aprovechando los procesos biológicos naturales, favoreciendo el reciclaje de nutrientes, la diversificación productiva y la reducción gradual de la dependencia de insumos externos (Altieri & Nicholls, 2020; Wezel et al., 2020). En consecuencia, la variabilidad identificada en este estudio sugiere que no existen soluciones universales para todas las parcelas, sino que las estrategias de manejo deben construirse considerando las características biofísicas, económicas y culturales de cada comunidad.

Los resultados también muestran que existe un importante potencial para fortalecer el reciclaje local de nutrientes. Aunque únicamente una parte de las parcelas utiliza composta o estiércol, prácticamente todas las comunidades generan residuos orgánicos agrícolas y pecuarios que podrían

reincorporarse al suelo mediante procesos de compostaje, lombricompostaje o producción de bioinsumos. Desde la economía circular, estos materiales dejan de ser considerados residuos para convertirse en recursos capaces de sustituir parcialmente fertilizantes minerales, disminuir la extracción de recursos naturales y reducir los costos asociados con la compra de insumos agrícolas (Velenturf & Purnell, 2021; Kirchherr et al., 2017). Además, la incorporación continua de materia orgánica favorece el incremento del carbono del suelo, mejora la estructura, incrementa la capacidad de retención de humedad y contribuye a una mayor estabilidad productiva frente a eventos climáticos extremos, aspectos particularmente importantes en sistemas agrícolas de temporal como los predominantes en Guerrero.

No obstante, la transición hacia prácticas agroecológicas no debe entenderse como la sustitución inmediata de todos los fertilizantes sintéticos por fuentes orgánicas. Diversos estudios han señalado que, en pequeñas explotaciones agrícolas, la integración gradual entre fertilización mineral y orgánica suele generar mejores resultados agronómicos y ambientales que la eliminación completa de cualquiera de ellas, debido a que permite mantener la disponibilidad inmediata de nutrientes mientras se recupera progresivamente la fertilidad biológica del suelo (FAO, 2024; IPCC, 2019). En este sentido, acciones relativamente sencillas, como realizar análisis básicos de suelo, contabilizar conjuntamente el nitrógeno aportado por urea, MAP y DAP, fraccionar las aplicaciones de nitrógeno, incorporar residuos de cosecha y evitar aplicaciones previas a lluvias intensas, pueden incrementar significativamente la eficiencia en el uso del nitrógeno sin requerir inversiones elevadas por parte de los productores.

Otro aspecto relevante es el papel del conocimiento tradicional. En muchas comunidades rurales de Guerrero persisten prácticas de manejo desarrolladas durante generaciones, como el aprovechamiento de estiércoles, la asociación de cultivos, el uso de semillas criollas y el reciclaje de residuos orgánicos. Aunque algunas de estas prácticas han sido parcialmente desplazadas por el uso creciente de insumos externos, representan una base importante para impulsar procesos de transición agroecológica. La literatura reconoce que los sistemas agrícolas tradicionales contienen mecanismos de regulación ecológica adaptados a las condiciones locales y que su integración con el conocimiento científico permite desarrollar estrategias de producción más resilientes y socialmente aceptadas (Altieri y Nicholls, 2020; Gliessman, 2018). Por ello, las políticas públicas orientadas a reducir emisiones deberían priorizar procesos participativos de capacitación y coinnovación, donde el conocimiento técnico complemente, y no sustituya, la experiencia acumulada por los propios agricultores.

Desde una perspectiva económica, las medidas propuestas también presentan ventajas importantes. En sistemas de autoconsumo, el costo de los fertilizantes representa una proporción considerable del gasto anual de producción, por lo que incrementar la eficiencia de uso del nitrógeno puede traducirse en una reducción directa de costos sin comprometer el rendimiento cuando las dosis son ajustadas a las necesidades reales del cultivo. Asimismo, el aprovechamiento de residuos agrícolas

y pecuarios disponibles dentro de la propia unidad productiva disminuye la dependencia de insumos externos y fortalece la autonomía de las familias rurales, aspecto ampliamente reconocido como uno de los principios fundamentales de la agroecología y de la soberanía alimentaria (FAO, 2013; FAO, 2019). De esta forma, las acciones de mitigación dejan de representar únicamente una estrategia ambiental para convertirse también en una alternativa de fortalecimiento económico y social.

Por consiguiente, los resultados confirman que la sustentabilidad de los pequeños sistemas agrícolas debe evaluarse desde una perspectiva integral. La reducción de emisiones constituye un objetivo importante, pero no puede desvincularse de la conservación de la fertilidad del suelo, la seguridad alimentaria, la viabilidad económica y el bienestar de las familias rurales. En consecuencia, la transición hacia sistemas agrícolas con menores emisiones en Guerrero requiere enfoques territoriales que combinen el uso eficiente de fertilizantes, el reciclaje de nutrientes, la valorización de residuos mediante principios de economía circular, el fortalecimiento del conocimiento tradicional y la participación activa de los productores en el diseño e implementación de las estrategias de manejo. Bajo este enfoque, la mitigación del cambio climático deja de ser un objetivo aislado y se convierte en un componente del desarrollo rural sostenible, capaz de generar beneficios ambientales, económicos y sociales de manera simultánea.

Conclusión

Las parcelas estudiadas presentaron una amplia variabilidad en tamaño, uso de fertilizantes, incorporación de abonos orgánicos, mecanización y manejo de residuos. La fertilización nitrogenada constituyó el principal punto crítico, tanto por su alta frecuencia como por su contribución potencial a las emisiones de N_2O. La urea fue la fuente dominante de nitrógeno, aunque el aporte adicional del MAP y el DAP también debe considerarse para evitar aplicaciones excesivas. Estos hallazgos sugieren que las acciones de mitigación deben priorizar el análisis de suelo, el ajuste y fraccionamiento de las dosis de fertilizante, la contabilización conjunta de todas las fuentes de nitrógeno y la reducción de la quema de residuos. Asimismo, la heterogeneidad observada confirma que no es conveniente aplicar recomendaciones uniformes a todos los productores. El diagnóstico constituye una base inicial para diseñar estrategias de manejo más eficientes y adaptadas a las condiciones productivas de las comunidades rurales de Guerrero.

Referencias

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies, 47*(5), 881–898. https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1782891

Gliessman, S. R., Méndez, V. E., Izzo, V. M., & Engles, E. W. (2022). *Agroecology: Leading the transformation to a just and sustainable food system* (4th ed.). CRC Press.

FAO. (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition* (HLPE Report No. 14). High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition, Committee on World Food Security. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_Reports/HLPE-Report-14_EN.pdf

FAO. (2013). *Inversión en la agricultura a pequeña escala en favor de la seguridad alimentaria.* Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. https://www.fao.org/3/a-i2953s.pdf

FAO. (2024). *Greenhouse Gas Emissions from Agrifood Systems: Global, Regional and Country Trends 2000–2022.* https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/greenhouse-gas-emissions-from-agrifood-systems.-global--regional-and-country-trends--2000-2022/en

INEGI. (2022). *Censo Agropecuario 2022.* https://www.inegi.org.mx/programas/ca/2022/

IPCC. (2019). *2019 refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Volume 4: Agriculture, forestry and other land use*. Institute for Global Environmental Strategies. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol4.html

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis.* https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling, 127*, 221–232. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

Lowder, S. K., Sánchez, M. V., & Bertini, R. (2021). *Which farms feed the world and has farmland become more concentrated? World Development*, 142, 105455. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105455

Moldavan, L., Pimenowa, O., Prus, P., & Pimenow, S. (2024). Pollution problems in the economic agricultural sector: Evaluating the impact on natural resources and solutions for improvement. *Sustainability*, 16(24), 11294. https://doi.org/10.3390/su162411294

Nuruzzaman, M., Bahar, M. M., & Naidu, R. (2025). Diffuse soil pollution from agriculture: Impacts and remediation. *Science of the Total Environment*, 962, 178398. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.178398

Velenturf, A. P. M., & Purnell, P. (2021). Principles for a sustainable circular economy. *Sustainable Production and Consumption, 27*, 1437–1457. https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.018

Wezel, A., Gemmill Herren, B., Kerr, R. B., Barrios, E., Gonçalves, A. L. R., & Sinclair, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems: A review. *Agronomy for Sustainable Development, 40*, Article 40. https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z

Posicionamiento de las principales cadenas agrícolas del estado de Zacatecas (2014-2023)

Blanca Isabel Sánchez-Toledano[1], Rafael García Vázquez[2], Jorge A. Zegbe[3], Oscar Palmeros Rojas[4]

Resumen

Las cadenas agroalimentarias permiten entender la agricultura moderna no como un ente aislado, sino como un sistema interconectado en el que intervienen múltiples actores. En los últimos años, factores como la globalización, el cambio climático, el desarrollo tecnológico y la geopolítica, entre otros, han originado una profunda reconfiguración global de las cadenas de valor. Para estudiar el dinamismo de estas, orientar a los agricultores en la toma de decisiones y a los gobiernos en el desarrollo de políticas agrarias más eficientes, se ha empleado como principal herramienta la investigación científica y tecnológica. Este mecanismo permite comprender cómo interactúan y reaccionan estos sistemas complejos ante los cambios económicos, climáticos, tecnológicos y sociales. En el presente trabajo se estudiaron diferentes cadenas productivas del estado de Zacatecas para identificar las que presentan mayor competitividad e impacto socioeconómico. Los resultados muestran que, para este estado, las cadenas de frijol, cebolla y ajo son de alta importancia socioeconómica y alta competitividad. En tanto que, el tomate rojo, la uva y el durazno fueron clasificados como de alta competitividad, pero de baja importancia social y económica. El chile, la tuna, el maíz grano y el tomate verde se posicionaron como de alta importancia socioeconómica, pero de baja competitividad. Se identificó que, en las cadenas de forrajes, trigo en grano, nopalitos, lechuga, zanahoria, cebada grano, avena grano, manzana y guayaba existen áreas de oportunidad debido a su baja competitividad y baja importancia social.

Palabras clave: Sostenibilidad, Innovación, Seguridad alimentaria, Criterios ponderados.

Abstract

Agrifood chains allow us to understand modern agriculture not as an isolated entity, but as an interconnected system involving multiple stakeholders. In recent years, factors such as globalization, climate change, technological development, and geopolitics, among others, have driven a profound global reconfiguration of value chains. Scientific and technological research has served as the primary tool for studying the dynamics of these chains and for guiding farmers in decision making and governments in the development of more efficient agricultural policies. This approach enables an understanding of how these complex systems interact and react to economic, climatic, technological, and social changes. This study examined various production chains in the state of Zacatecas to identify those with the highest competitiveness and socioeconomic impact.

[1]Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. toledano.blancaisabel@gmail.com; sanchez.blanca@inifap.gob.mx

[3]Universidad Autónoma Chapingo. URUZA. rafael.garcia@chapingo.uruza.edu.mx

3Campo Experimental Pabellón, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. zegbe.jorge@inifap.gob.mx

[4]Departamento de Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. opalmerosr@chapingo.mx

The results indicate that, for this state, the bean, onion, and garlic chains are of high socioeconomic importance and high competitiveness. Whereas, red tomatoes, grapes, and peaches were classified as highly competitive but of low socioeconomic importance. Chili peppers, prickly pears, grain corn, and tomatillos were identified as having high socioeconomic importance but low competitiveness. Finally, opportunities for improvement were identified in the chains for forage crops, grain wheat, prickly pear, lettuce, carrots, grain barley, grain oats, apples, and guavas, due to their low competitiveness and low socioeconomic importance.

Keywords: *Sustainability, Innovation, Food security, Weighted criteria.*

Introducción

La investigación científica y tecnológica desempeña un papel predominante en el modelo de planeación estratégica de un país. La investigación debe anticipar los retos y necesidades que plantea un mundo con cambios profundos. El desafío de la investigación es modernizar y hacer más eficiente la actividad agropecuaria para incrementar la producción y la productividad y, con ello, mejorar los ingresos, el bienestar y la calidad de vida de la población rural (Sánchez-Toledano y Rumayor-Rodríguez, 2010). De igual manera, es necesario equilibrar las actividades de investigación orientadas a la productividad (suficiencia y eficacia), a la calidad nutricional (sanidad e inocuidad alimentaria) y a la seguridad alimentaria, sin descuidar el cuidado del medio ambiente (Félix-Verduzco *et al.,* 2018).

El desarrollo metodológico que guía la identificación y caracterización de las cadenas agroalimentarias fue elaborado por el Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR, por sus siglas en inglés; IICA, 1999). La misión del ISNAR es ayudar a hacer accesibles las innovaciones a las instituciones de investigación agrícola para que, a su vez, estas incrementen su presencia mediante investigación pertinente en el desarrollo agrícola en los sectores más marginados. El ISNAR conduce su trabajo de innovación institucional a través de las siguientes seis áreas temáticas: (1) políticas para la innovación institucional de la investigación agrícola, (2) vinculación de organizaciones de Investigación y usuarios en un contexto de cambio global, (3) búsqueda de innovación Institucional, (4) uso de nuevas tecnologías por Instituciones de Investigación nacionales, (5) lograr una mayor de capacidad de respuesta a una gran variedad de demandantes y (6) apoyo para financiar Investigación agrícola (Valenzuela-Cornejo *et al.,* 1999).

Las condiciones actuales y las demandas del sector conllevan la necesidad de considerar de manera integral las cadenas agropecuarias. En este sentido, es necesario definir las cadenas de mayor relevancia para una región, una entidad federativa y a nivel nacional, con el propósito de centrar los esfuerzos de innovación tecnológica de manera coordinada y con altas probabilidades de generar impacto económico, social y ambiental (Sánchez-Toledano *et al.,* 2023). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue identificar las cadenas productivas relevantes del estado de Zacatecas y, así, caracterizar y priorizar dichas cadenas por su importancia socioeconómica y productiva en el periodo 2014-2023.

Materiales y métodos

Para la priorización de las cadenas, se utilizó el Método de Planificación del Desarrollo Tecnológico en Cadenas Agroindustriales propuesto por el Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (Korzeniewicz & Martin, 1994), que adopta el criterio de identificación de un producto genérico. Este método se basa en determinar el posicionamiento de las cadenas a partir de dos dimensiones de soporte: la importancia socioeconómica y la competitividad (Moctezuma *et al.,* 2014; Tovar *et al.*, 2018).

La dimensión de importancia socioeconómica es aquella característica de las cadenas que las convierte en atributos importantes para considerar una actividad productiva como justificable y se compone de los criterios de tamaño, dinamismo y especialización. La dimensión de competitividad explica la capacidad de los involucrados en una cadena productiva para enfrentar los retos del cambio y adaptarlos, así como superarlos; se integra por la productividad, la sustentabilidad y el desempeño comercial de la cadena (Loeza-Deloya *et al.,* 2016). Ambos son aspectos clave de las motivaciones y oportunidades que las actividades agropecuarias proveen y explican en el quehacer económico de una sociedad (Rincón *et al.,* 2004).

La metodología consistió en jerarquizar, de acuerdo con criterios ponderados, las diferentes cadenas productivas del estado de Zacatecas, de manera tal que, mediante una matriz, se identificaran las cadenas estratégicas del estado. Los dos ejes o dimensiones, denominados socioeconómico y de competitividad, están conformados por criterios integrados en un valor numérico, así como por las variables indicadoras utilizadas para realizar las estimaciones. En los cuadros 1 y 2 se presentan los criterios de cada eje y sus métodos de obtención correspondientes.

Cuadro 1. Criterios del eje de importancia socioeconómica.

Eje uno: Importancia socioeconómica				
Criterio	**Puntaje**	**Indicador**	**Ponderación**	**Método de obtención**
Tamaño	0.3	Valor de la producción	5	Información obtenida del SIAP (2024).

		Superficie ocupada	5	
		Jornales utilizados en la actividad	5	Consulta de fuentes secundarias e información personal de expertos de las cadenas.
Dinamismo	0.4	Tendencia del valor de producción	6	Con información obtenida del SIAP (2024), se calcularon la media y la desviación estándar de los últimos 10 años de producción.
		Evolución de los precios reales	7	Se obtuvieron los precios medios rurales de frijol, los cuales fueron deflactados para estimar los precios reales, y se calcularon la media y la desviación estándar de los últimos cuatro años.
		Evolución del empleo	7	Con información obtenida de fuentes secundarias, se estimó una regresión lineal simple de los empleos generados en el Estado por cadena productiva.
Especialización	0.3	Concentración	8	Relación entre el valor de la producción de la cadena y el valor total de la producción de las cadenas en el Estado. Información obtenida de SIAP (2024).
		Índice de especialización	7	Es la relación entre el valor de la producción de la cadena en el Estado y el valor de la producción total nacional. La información se obtuvo de SIAP (2024).

Cuadro 2. Criterios del eje de competitividad.

Eje dos: Competitividad

Criterio	Puntaje	Indicador	Ponderación	Método de obtención

Productividad	0.3	Rendimiento del capital	7	Datos medidos de costos de producción y análisis de rentabilidad en términos de la relación beneficio-costo.
		Productividad de la mano de obra	8	Es la relación entre el costo pagado por jornales y el ingreso bruto por hectárea.
Medio ambiente	0.35	Erosión del suelo	9	Información obtenida de expertos. Se estimó la ecuación universal de pérdida de suelo y se utilizó el valor medio de la erosión estatal por cadena.
		Uso eficiente del agua	9	Se utilizó información de 16 expertos del INIFAP sobre valores de uso consuntivo, se utilizó un valor inverso para favorecer a las cadenas que hacen un uso más eficiente del recurso.
		Niveles de contaminación por uso de fertilizantes	8	Se consultó con investigadores que han trabajado en fertilización y han identificado los valores medios de la fertilización nitrogenada. Se utilizó un valor inverso para favorecer a los de menor uso de nitrógeno.
Desempeño comercial	0.35	Desempeño comercial	9	Se utilizó la tendencia de los precios reales al productor, para lo que se estimó a través de una regresión lineal simple, la pendiente de los valores de precios se consideró como la tasa de cambio.

Una vez estimados los valores de los indicadores que conformaron cada criterio, estos fueron normalizados a media cero y desviación estándar. Con los indicadores normalizados, se generó una matriz de posicionamiento en los ejes ya definidos: socioeconómico y de competitividad. Esto último facilita el ordenamiento y el posicionamiento de las cadenas productivas según su relevancia en una gráfica bidimensional construida con los valores estandarizados.

Resultados y discusión

La figura 1 muestra que las cadenas con alta importancia socioeconómica y competitiva para el estado de Zacatecas fueron el frijol, la cebolla y el ajo (Cuadrante I). En el cuadrante II, las cadenas de tomate rojo, uva y durazno se posicionaron con baja importancia social y económica, pero con alta competitividad. Las cadenas de forrajes, trigo grano, nopalitos, lechuga, zanahoria, cebada grano, avena grano, manzana y guayaba se posicionaron en el Cuadrante III, con baja competitividad y baja importancia social (Cuadrante III). En el cuadrante IV, las cadenas productivas como el chile, la tuna, el maíz grano y el tomate verde se posicionaron como de alta importancia socioeconómica y de baja competitividad.

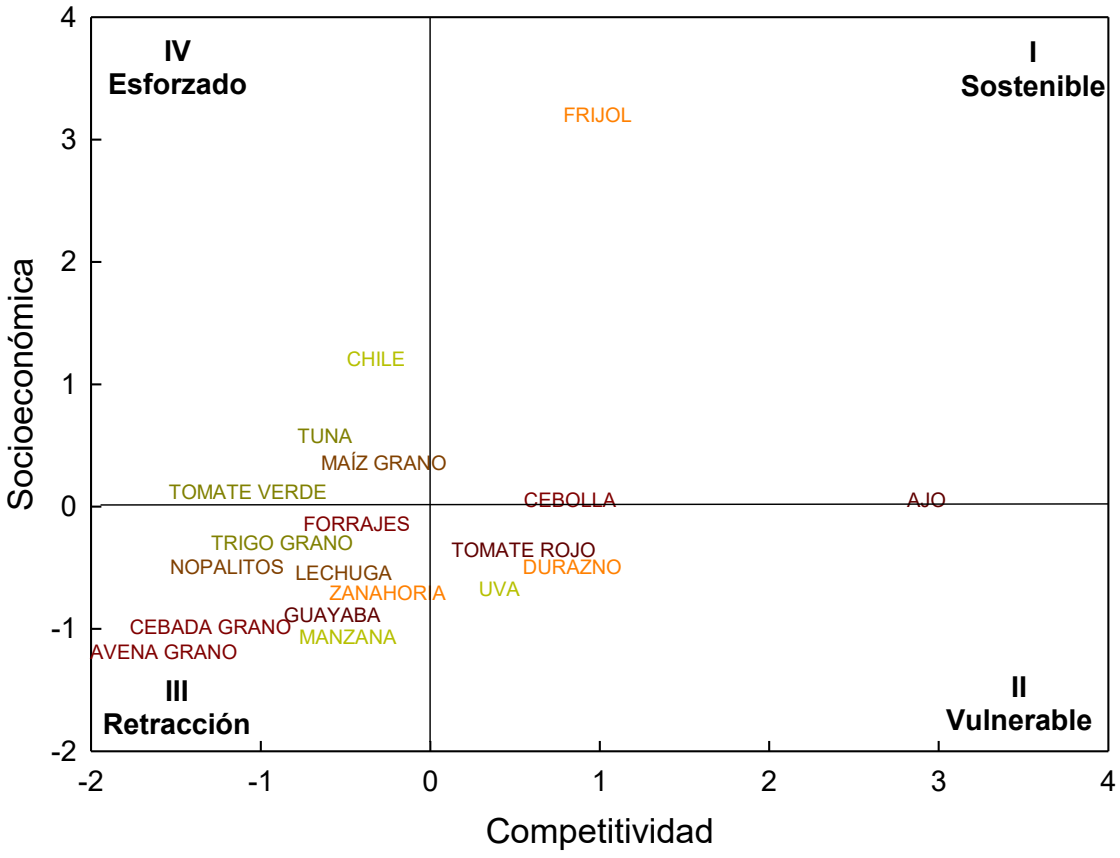


Figura 1. Matriz de posicionamiento de las cadenas productivas agrícolas de 2014 a 2023.

Se analizan algunas de las cadenas prioritarias del estado de Zacatecas para ejemplificar su contexto.

La cadena del frijol se ubicó en el Cuadrante I (Sostenible) como una estructura de alta importancia socioeconómica y competitiva. El resultado se debe principalmente a la mejora de la

productividad, la sustentabilidad y el desempeño comercial de dicho sector. Al respecto, es pertinente destacar que durante el periodo de 2000 a 2009, el sector agropecuario de México se encontraba en proceso de constantes cambios, como consecuencia de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Con la firma del TLCAN, los mercados de productos agrícolas fueron liberalizados, incluido el de frijol, lo que derivó en un incremento importante de las importaciones de leguminosas. Paralelamente, la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO) y los precios de garantía también desaparecieron, dejando una infraestructura deficiente para el acopio y la comercialización del grano, con altos inventarios en las regiones productoras y una baja productividad de esta leguminosa (Ayala *et al*., 2007; Borja-Bravo y García-Salazar, 2008). Esta problemática impulsó la búsqueda de estrategias para fortalecer la productividad y la competitividad de esta cadena productiva. Entre los programas gubernamentales que destacaron se encontraron el PROCAMPO y el Programa de Apoyo a la Comercialización (SAGARPA, 2006). Este último, en el caso de Zacatecas, consistió en el fortalecimiento de las integradoras para sufragar los gastos de almacenamiento, traslado y financiamiento, e incentivar a los productores a beneficiar este grano en dichos centros de acopio. También, entre las estrategias, se destacó el consenso sobre el precio de garantía del frijol entre el gobierno y los productores de frijol (Ceceñas-Jacquez y Morales-Carrillo, 2015). Otro programa importante fue el denominado Alianza para el Campo, que brindó subsidios para la inversión a nivel de predio, la capacitación, el fomento a la investigación y la transferencia de tecnología (SAGARPA, 2006).

Desde el punto de vista tecnológico, se desarrollaron paquetes tecnológicos acordes con las condiciones agroclimáticas para mejorar la productividad en las regiones productoras; además, se impulsó la generación de variedades mejoradas tolerantes a la sequía, plagas y enfermedades (Borja-Bravo *et al.,* 2018). Un aspecto importante en la parte productiva fue el cambio en los patrones de producción, considerando las variedades de mayor preferencia en el mercado.

No obstante que la cadena productiva del frijol se encuentra en una situación sostenible, se deben establecer estrategias que permitan mantenerla y mejorarla. Por ejemplo, a través de programas de capacitación, incentivar la productividad mediante la adopción de innovaciones tecnológicas que mejoren el aprovechamiento y la conservación de los recursos hídricos y de suelo disponibles en las áreas productoras del estado. Además, no deja de ser imperativo observar de manera constante el comportamiento de la demanda en los distintos mercados y desarrollar políticas públicas que garanticen precios de compraventa que beneficien tanto al productor como al consumidor (Flores-De Jesús *et al.*, 2023).

La cadena productiva de maíz grano se situó en el Cuadrante IV (Esforzado), lo que denota una disminución tanto en la importancia socioeconómica como en la competitiva. Entre 2000 y 2009, la producción de maíz en el estado experimentó fluctuaciones debido a factores económicos y climáticos. De acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en 2003 se pusieron en marcha iniciativas como "Alianza Contigo", con el objetivo de promover la inversión y la capitalización en el sector agrícola, lo que afectó directamente la cadena productiva del maíz grano (SIAP, 2010).

El clima árido en la zona centro-norte de México, donde se ubica el estado de Zacatecas, restringe la producción agrícola debido a la irregularidad de la precipitación y a la disponibilidad de agua para riego. La calidad de los suelos y el clima inciden en la viabilidad de los sistemas de producción agrícola (Soto, 2003). Además, la escasez de financiamiento y de soporte técnico para el sector ha representado un impedimento para la implementación de tecnologías que podrían incrementar los rendimientos y la eficacia de la producción (Hernández y Semerena, 2012). Lo anterior son algunos factores que podrían haber afectado negativamente la relevancia socioeconómica y la competitividad del maíz grano (maíces criollos, variedades sintéticas e híbridos).

La cadena de grano de cebada se encontró en el III cuadrante, lo que la sitúa en estado de retracción, con baja importancia socioeconómica y competitividad. Para la agroindustria, el cultivo de la cebada es de gran relevancia en el estado de Zacatecas. Ha contribuido a la generación de empleos, incentivado la inversión en tecnología agrícola y fortalecido los vínculos entre productores y empresas transformadoras, lo cual ha resultado esencial para el desarrollo económico y social de la región (Álvarez-Díaz *et al.,* 2006).

Con una importante superficie dedicada a su cultivo, Zacatecas es uno de los principales productores de cebada en México. La cebada es especialmente atractiva para los agricultores por su resistencia a la sequía. A mediados de la década del 2000, se implementaron programas de reconversión agrícola en Zacatecas, orientados a incentivar la siembra de cebada en lugar de otros cultivos menos rentables. Estas iniciativas contaron con la colaboración de empresas cerveceras, como Grupo Modelo, que establecieron acuerdos de compra garantizados con los productores locales. Estas alianzas público-privadas buscaron asegurar el abastecimiento de materia prima de calidad para la industria, al tiempo que ofrecieron a los agricultores una fuente estable de ingresos. Cabe señalar que los contratos de Grupo Modelo con los pequeños productores resultaron ventajosos y que quien más se ha beneficiado de los subsidios para la producción de cebada es la cervecera. Además de que Grupo Modelo extrae 14.16 millones de metros cúbicos anuales del acuífero de Calera, este acuífero se considera de buena calidad; sin embargo, su administración no es sustentable (Muñoz y Tetreault, 2020). No obstante, esta alianza no trascendió, ya que esta cervecera produjo y produce su materia prima y la reconversión productiva ya no fue impulsada en la última década, factores que podrían explicar el estado actual de esta cadena productiva.

La cadena de chile se posicionó en un estado de esfuerzo (Figura 1; Cuadrante IV). Esto se debió a que es un cultivo que requiere riego, consume grandes cantidades de nitrógeno y, aun cuando su nivel erosivo es intermedio, los suelos se contaminan significativamente con hongos fitopatógenos (Serna y Zegbe, 2011), lo que podría explicar, en parte, la posición actual de esta cadena productiva. Por lo tanto, será necesario mejorar los indicadores de productividad, ambientales y de desempeño comercial para que este cultivo regrese a niveles sustentables. De hecho, uno de los grandes problemas del chile a nivel nacional es el sistema de comercialización. Este consiste en la concentración de grandes volúmenes de productos frescos y secos por parte de comercializadores mayoristas, lo que provoca un comportamiento de mercado similar al de un monopolio. Con este

esquema, el proveedor carece prácticamente por completo de capacidad de negociación tanto en el mercado de chile fresco como en el de chile procesado. Otro aspecto que influye negativamente en la competitividad de este cultivo es el encarecimiento de los fertilizantes químicos, como resultado del conflicto bélico entre Rusia y Ucrania y del aumento de la demanda mundial de insumos desde inicios de la pandemia, lo que ha repercutido en los costos de producción del cultivo de chile.

Los precios reales del ajo mejoraron significativamente durante el periodo de estudio. En la región del altiplano zacatecano y en regiones agroecológicas similares, la cosecha de ajo se realiza entre la tercera semana de mayo y la segunda semana de junio. Esto induce la saturación del mercado, con la consecuente caída del precio del producto hasta un 50% respecto del precio observado al inicio del periodo de cosecha. Las innovaciones tecnológicas han permitido adelantar la fecha de cosecha y se ha logrado aprovechar una ventana de mercado, en la que el precio suele ser el doble del registrado en la fecha normal de cosecha. Además, los bulbos obtenidos de nuevas variedades han alcanzado una mayor coloración que los provenientes de semilla sin frigotratamiento, lo que ha propiciado una mejor aceptación en el mercado (Reveles *et al.,* 2012). La adopción de tecnologías agrícolas se ha asociado con múltiples beneficios, que incluyen mayores ingresos, reducción de la pobreza (Kassie et al., 2011; Sánchez-Toledano et al., 2021), una mejor nutrición y precios más bajos de los alimentos. Sin embargo, la tasa de adopción de variedades mejoradas ha sido baja en Zacatecas, especialmente entre los pequeños productores (Rodríguez *et al.,* 2015). Diversos factores, como las condiciones intrínsecas y las variables socioeconómicas, culturales, institucionales y políticas, pueden afectar la capacidad de un agricultor para adoptar tecnologías (Beyene y Kassie, 2015). Por ende, es necesario buscar modelos de transferencia de tecnología que permitan a los agricultores adoptar tecnologías agrícolas que continúen minimizando el impacto ambiental (Espinoza-Vaca *et al.,* 2025). Pero, además, los indicadores socioeconómicos, tales como el tamaño, el dinamismo y la especialización, deben mejorarse de manera simultánea para llevar esta cadena productiva a un estado sostenible.

La fruticultura contribuye de manera significativa a la seguridad alimentaria mundial (Hanif *et al.,* 2024). Sin embargo, esta actividad primaria enfrenta varios retos, tales como el cambio climático (calentamiento global), la degradación de las tierras cultivables (erosión, fertilidad y salud de los suelos) y la disponibilidad de agua para uso agrícola (Xu, 2022). Esta circunstancia también afecta a la fruticultura mexicana, en particular a la zacatecana (Guzmán-Lopez et al., 2024), además de los altos costos de insumos y servicios (INEGI, 2023). Sin embargo, a pesar de que es una actividad sumamente lucrativa por unidad de superficie en comparación con otros cultivos (Schwentesius-Rindermann y Sangerman-Jarquín, 2014), se implementan pocas o nulas políticas públicas para su crecimiento y desarrollo, en comparación con aquellos cultivos que, "políticamente", contribuyen a la soberanía y la autosuficiencia alimentaria nacional (Massieu, 2022). Este estudio reveló que la uva (mesa e industrial) se mantuvo en estado vulnerable, con una ligera tendencia a la retracción, como resultado de la contracción de su importancia socioeconómica detectada en el período estudiado (2014-2023), lo cual ya había sido evidenciado en 2010 (Zegbe-Domínguez *et al.,* 2010). Sin embargo, en este rubro, Zacatecas es líder en la producción nacional de uva industrial y

segundo en la de uva de mesa (SIAP, 2024). En contraste, el cultivo del durazno se encuentra en situación de vulnerabilidad (Figura 2; Cuadrante II). Esto se debió a que, en términos socioeconómicos, mejoró sus indicadores de tamaño y dinamismo, en particular la especialización del cultivo de este frutal. Además, la competitividad de este fruto mejoró significativamente los indicadores de sustentabilidad, productividad y desempeño comercial. Pese a que ocupa el cuarto lugar a nivel nacional (SIAP, 2024), esta evaluación observa una firme tendencia hacia un estatus de sostenibilidad (Sánchez-Toledano y Rumayor-Rodríguez, 2010). Por otro lado, el cultivo del manzano se encontraba en retracción y la tuna, en estado esforzado. Esto se debió a que, mientras sus indicadores socioeconómicos mejoraron significativamente, los indicadores de competitividad, productividad y desempeño comercial disminuyeron simultáneamente, mientras que aumentó el indicador de sustentabilidad.

La guayaba representa una alternativa de aprovechamiento de recursos agroecológicos para el estado, ya que la zona productora forma parte de la región conocida como "Calvillo-Los Cañones", ubicada entre Aguascalientes y Zacatecas (Sánchez-Toledano *et al.,* 2013). Esta zona es considerada la segunda región más importante, ya que aporta el 37% de la producción nacional de esta fruta (SIAP, 2024); mientras que, a nivel estatal, se ubica como tercera opción productiva para los productores zacatecanos de la región del Cañón de Juchipila. Sin embargo, el posicionamiento de la cadena productiva de guayaba se mantuvo en retracción debido a su baja importancia socioeconómica y competitividad, quizá explicadas por la disminución significativa del área establecida con guayaba, inducida por diversos factores climáticos como heladas y granizo, así como por la disponibilidad de agua y por factores productivos y económicos que los productores han experimentado anualmente (Sánchez-Toledano et al., 2023). No obstante, la competitividad ha mejorado gracias a la productividad, mediante el uso de innovaciones tecnológicas para la eficiencia en el manejo del agua en el cultivo, la aplicación de abonos orgánicos, el control biológico, la prevención de heladas y los avances en biotecnología (Aguilar y Granados, 2012).

Conclusiones

Las cadenas agrícolas se encuentran en constante dinamismo; por tanto, la generación de innovaciones tecnológicas, unida a su correcta difusión, permitirá a los agricultores tomar mejores decisiones para construir una agricultura sostenible que contribuya a los indicadores estudiados. El desarrollo de políticas públicas que mejoren los indicadores socioeconómicos y competitivos por cadenas productivas es y será de suma importancia para llevar al sector primario a niveles sustentables.

Literatura citada

Aguilar, S. G. y Granados, R. R. (2012). Guayaba: innovaciones tecnológicas en Zacatecas. Problemas del desarrollo. 43(169): 174-175.

Álvarez-Díaz, P. A., Luna Flores, M., Hernández Martínez, J., Lara Herrera, A., Salas Luévano, M. Á., & Cabañas Cruz, B. (2006). Sistemas de producción de cebada maltera (Hordeum vulgare l.) en el estado de Zacatecas, México. Agricultura Técnica en México, 32 (2), 181-190.

Ayala, G. A. V., Schwentesius, R. R., Gómez, C. M. A. y Almaguer, V. G. (2007). Competitividad del frijol mexicano frente al de Estados Unidos en un contexto de liberación comercial. Región y sociedad. 20(42): 37-62.

Beyene, D.; Kassie, M. 2015. Speed of adoption of improved maize varieties in Tanzania: An application of duration analysis. Technol Forecast Soc Change. 96: 298-307. https://doi. org/10.1016/j.techfore.2015.04.007.

Borja-Bravo, M. y García-Salazar, J. A. (2008). Políticas para disminuir las importaciones de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México: un análisis por tipo de variedad. Agrociencia. 42(8):949-958.

Borja-Bravo, M., Osuna-Ceja, E. S., Arellano-Arciniega, S., García-Hernández, R. V., & Martínez-Gamiño, M. Á. (2018). Competitividad y eficiencia en la producción de frijol en condiciones de temporal con tecnología tradicional y recomendada. Revista fitotecnia mexicana, 41(4), 443-450.

Ceceñas-Jacquez, O. y Morales-Carrillo, N. (2015). Perspectivas de desarrollo de los productores de frijol en Sombrerete, Zacatecas. Ra Ximhai. 11(5): 97-109.

Espinoza-Vaca, J. S., Morales, C. M. C., Rojas, J. R. A., & Muñoz, M. K. L. (2025). La economía agrícola y su relación con el comercio internacional. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, 17(2), 224-231.

Fafchamps, M. and Minten, B. (2001). Social Capital and Agricultural Trade. American Journal of Agricultural Economics, 83: 680-685.

Félix-Verduzco, G., Aboites-Manrique, G. y Castro Lugo, D. (2018). La seguridad alimentaria y su relación con la suficiencia e incertidumbre del ingreso: un análisis de las percepciones del hogar. Acta Universitaria 28(4):74-86. https://doi.org/10.15174/au.2018.1757.

Flores-De Jesús, V., García-Salazar, J. A., Matus-Gardea, J. A. y Almeraya-Quintero, S. X. (2023). Efectos de los precios de garantía en el mercado de frijol en los Valles Centrales de Oaxaca, México. Estud. Soc. Rev. Aliment. Contemp. Desarro. Reg. 32(59): 2-18. https://doi.org/10.35196/rfm.2018.4.443-450

Gobierno del Estado de Zacatecas (2017). Principales cultivos del estado y su lugar en el contexto nacional. Recuperado https://coepla.zacatecas.gob.mx/wpcontent/uploads/2018/04/Cierre_Agricola2017_Zac.pdf

Guzmán-López, F., Guerrero-Medina, M. del R., & Durán-Sosa, R. Y. (2024). Escasez hídrica en la agricultura como impacto del cambio climático en Zacatecas, México, 2000-2022. *Revista Latinoamericana De Recursos Naturales*, *20*(2), 56-66. Recuperado a partir de https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/346

Hernández, S, & Semerena, R. (2012). Impacto de la crisis en el sector agropecuario en México. Economía UNAM, 9(25), 51-73. Recuperado en 09 de marzo de 2025, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-952X2012000100004&lng=es&tlng=es

Hanif, S., Tahira, I., Murad, M.H., Rani, S., Amam, M., Shah, M.A.R., Fatima, I., and Zubair, M. 2024. Role of horticulture in addressing food security and global nutrition challenges. Cornous Biology 2(1); 45-51. DOI: https://doi.org/10.37446/corbio/ra/2.1.2024.45-51

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (1999). Desarrollo institucional e innovación tecnológica: uniendo esfuerzos IICA-ISNAR. https://repositorio.iica.int/handle/11324/11432

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2023. Censo 2022 Agropecuario. Resultados oportunos del estado de Zacatecas. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/cagf/2022/doc/CA2022_ROZAC.pdf (Consultado 1 marzo de 2025).

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2022). Pinto Saltillo: variedad de frijol para el Altiplano de México. https://www.gob.mx/inifap/articulos/pinto-saltillo-variedad-de-frijol-para-el-altiplano-de-mexico.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2024. Comunicado de prensa núm. 759/22. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/PIBEF/PIBEF_Zac.pdf. Consultada el 13 marzo de 2025.

Kassie, M., Shiferaw, B., & Muricho, G. (2011). Agricultural technology, crop income, and poverty alleviation in Uganda. *World development*, *39*(10), 1784-1795.

Korzeniewicz, P. end W. Martin. (1994). The global distribution of commodity chains. En G. Gereffi y M. Korzeniewicz (eds), Commodity chains and global capitalism. Praeger Publishers. 48 p.

Loeza-Deloya, V., Uzcanga-Pérez, N., Cano-González, A., Ramírez-Jaramillo, G., Ramírez-Silva, J., y Aguilar-Duarte, Y. (2016). Cadenas de importancia socioeconómica para el desarrollo agrícola e industrial de la Península de Yucatán, México. Agroproductividad, 9 (5), 3-8.

Massieu, Y. (2022). Producción para el bienestar: inclusión y soberanía alimentaria. En: Revoluciones agroecológicas en México. Bartra-Vergés, A., Pérez-Suárez, E., Hernández-García, M.G., Medellín-Urquiaga, S., García-Crespo, H., Robles-Berlanga, H. y Castañeda-Abad, W (Eds.).Ed. Libros del Campo. Impreso y hecho en México. pp.118-121.

Medina-García, G., Rumayor-Rodríguez, A., Cabañas-Cruz, B., Luna-Flores, M., Ruiz-Corral, J.A., Gallegos-Vázquez, C., Madero-Tamargo, J., Gutiérrez-Sánchez, J.R., Rubio-Díaz, S. y Bravo-Lozano, A.G. (2003). Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de Zacatecas. Centro de Investigación Regional Norte Centro-Campo Experimental Zacatecas. Libro Técnico No. 2. 157 p.

Moctezuma, G., Jolalpa, J. L., Pérez, M. M., González, A., Moreno, F., y Pérez, R. (2014). Jerarquización de cadenas forestales ante la vulnerabilidad al cambio climático en el Estado de México. *Revista mexicana de ciencias forestales, 5*(21), 08-23.

Mora, M. 2017. Mercado, estrategias y limitaciones de comunicación. En: Inglese, P., Mondragón, C., Nefzaoui, A. y Sáenz, C. (eds.). Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Centro Internacional de Investigaciones Agrícolas en Zonas Áridas.pp. 199-206.

Muñoz, I. & Tetreault, D. (2020). Reconversión agrícola a la cebada para la producción de cerveza en Zacatecas. *Carta económica regional*, *33*(126), 133-156. Epub 27 de septiembre de 2024. https://doi.org/10.32870/cer.v0i126.7749

Reveles-Hernández, M., Velásquez-Valle, R., Trejo-Calzada, R. (2012). Reducción de tiempo de cosecha en ajo Cv. Calerense mediante frigotratamiento de semilla. Revista AGROFAZ. Vol. 12. Núm. 4 (www.agrofaz.mx/wpcontent/wpload/articulos/2012124III_3.pdf).

Reyes R. E., H. Salinas G., A. G. Bravo L. y L. E. Padilla B. (2001) Tecnología de producción de chile seco en el estado de Zacatecas, México. *Terra Latinoamericana* 19:83-88.

Rincón, F., Echavarría, F., Rumayor, A., Mena, J., Bravo, A., Acosta, E., y Salinas, H. (2004). *Cadenas de Sistemas Agroalimentarios de Chile Seco, Durazno y Frijol en el Estado de Zacatecas: Una Aplicación de la Metodología ISNAR.* Publicación Especial 14. Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. 157 p.

Rodríguez, R.; Donnet, L.; Jácome, S.; Jolalpa, J.; López, D.; Domínguez, C.; Moctezuma, G.; Espinoza, J.; Cepeda, J.; Rentería, I.; Sauceda, G. 2015. Caracterización de la demanda de semillas me joradas de maíz en tres agro-ambientes de producción de temporal en México. Rodríguez, R; Donnet, L; editors. México. 170 p.

SIAP-AGRICULTURA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2023. https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119. Consultada el 1 marzo de 2025.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2006). Situación Actual y Perspectivas de Frijol en México 2000- 2005. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/97937/Frijol00-05.pdf

Sánchez-Toledano, B.I. y Rumayor-Rodríguez, A.F. (2010). Evaluación del entorno para la innovación tecnológica en Zacatecas: identificación de las cadenas productivas relevantes. Publicación Especial No. 18. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 20 p.

Sánchez-Toledano, B.I., Rumayor-Rodríguez, A.F. y Espinoza-Arellano, J.J. (2011). Adopción de la tecnología "siembra en surco doble hilera y pileteo" en cebada maltera en el estado de Zacatecas; Un análisis del proceso y los impactos. Folleto Técnico No. 31. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 62 p.

Sánchez-Toledano, B., Borja-Bravo, M., Zegbe, J.A. and Figueroa-González, J.J. (2023).Current situation of the guava agrifood chain in Zacatecas, Mexico. ECORFAN Journal-Spain. 10(18):21-26. DOI: 10.35429/EJS.2023.18.10.21.26.

Sánchez-Toledano, B., Cuevas-Reyes, V., Palmeros Rojas, O., & Borja Bravo, M. (2021). Modelando la adopción de una variedad de ajo (Allium sativum L.) en México mediante análisis de supervivencia. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, *53*(2), 178-192.

Sánchez-Toledano, B., Zegbe, J., Rumayor, A., & Moctezuma, G. (2013). Estructura económica competitiva del sector agropecuario de Zacatecas: un análisis por agrocadenas. Revista Mexicana de Agronegocios, 33, 552-563.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). *Cierre de la producción agrícola (1980-2023).* Recuperado de https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2010). *Maíz: Situación Actual y Perspectivas (1996-2010).* Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/97934/maiz96-10.pdf?utm_source=chatgpt.com

Serna, A y J.A. Zegbe. (2011). Rendimiento, calidad de fruto y eficiencia en el uso del agua del chile 'Mirasol' bajo riego deficitario. Revista Fitotecnia Mexicana 35:53-56.2013.

Soto, C. (2003). La agricultura comercial de los distritos de riego en México y su impacto en el desarrollo agrícola. Investigaciones geográficas, (50), 173-195. Recuperado en 09 de marzo de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112003000100016&lng=es&tlng=es.

Schwentesius-Rindermann, R. Sangerman-Jarquín, D. (2013). Desempeño competitivo de la fruticultura mexicana, 1980-2011. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 5(7): 1287-1300.

Tovar, N. J., Bermeo, H. P., Torres, J. F., y Gómez, M. I. (2018). Metodología para priorizar la intervención de agrocadenas. En Barmeo, H. P. y Tovar, N. J. (Ed.), Logística *para la integración del valor en el sector hortofrutícola del Tolima: aportes desde la ciencia y la tecnología* (pp. 16-40). Tolima, Colombia: Ediciones Unibagué, Sello Editorial Universidad del Tolima,

Valenzuela-Cornejo, E., Espinoza-García, J.A, Barrera-Camacho, G., Vaquera-Huerta, H., Moreno-Ramos, O.H., Velázquez-Hernández, M.A., Casas-Díaz, E. (1999). Evaluación del impacto ambiental y productivo de proyectos de desarrollo tecnológico en el cultivo de trigo en México. Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA); Banco Interamericano de Desarrollo (BID). https://repositorio.iica.int/handle/11324/12593.

Xu, X. (2022). Major challenges facing the commercial horticulture. Front. Hortic. 1:980159. doi: 10.3389/fhort.2022.980159

Zegbe-Domínguez, J.A., Rumayor-Rodríguez, A.F. y Mena-Covarrubias, J. (2010). Situación actual y agenda de trabajo para la innovación tecnológica del sistema producto vid en Zacatecas. Publicación Especial No. 17. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 28 p.

La trampa de la pobreza rural agrícola en México: mecanismos institucionales, históricos y de tenencia de la tierra

Rolando Javier Robledo-Arroyo[8], Ramón Valdivia Alcalá[9], Bonifacio Gaona-Ponce[10]

Resumen

La trampa de la pobreza es uno de los fenómenos más persistentes y complejos del desarrollo socioeconómico rural, ha sido asociada en la literatura internacional con factores institucionales, geográficos, culturales e históricos; no obstante, la relación causal profunda que vincula dichos elementos con el estancamiento de las comunidades agrícolas mexicanas permanece poco esclarecida. El artículo examina los mecanismos que perpetúan esta condición en el medio rural mexicano, integrando tres dimensiones interrelacionadas: el legado de instituciones extractivas coloniales y poscoloniales, la estructura de tenencia de la tierra, -ejidal, comunal, indígena-, y la aversión al riesgo como comportamiento inducido institucionalmente. Con base en una revisión de literatura reciente y en los marcos teóricos de Acemoglu y Robinson (2011), Banerjee y Duflo (2013), y Barrett y Carter (2013), se propone un marco integrador que articula estos tres componentes como un sistema de retroalimentación que reproduce el estancamiento socioeconómico rural. Los hallazgos indican que intervenciones desacopladas –orientadas exclusivamente al capital físico o a transferencias monetarias- resultan insuficientes si no van acompañadas de una reforma institucional simultánea. Se concluye que el cambio institucional estable y progresivo exige el reconocimiento formal de los derechos territoriales colectivos, el acceso diferenciado a tecnología agrícola y el fortalecimiento del capital social comunitario como condiciones necesarias para romper el ciclo del estancamiento rural en México.

Palabras clave: instituciones extractivas, tenencia de la tierra, comunidades rurales, México.

Abstract

The poverty trap is one of the most persistent and complex phenomena in rural socioeconomic development. It has been associated in the international literature with institutional, geographic, cultural, and historical factors; nevertheless, the deep causal relationship linking these elements to the stagnation of Mexican agricultural communities remains poorly clarified. This article examines the mechanisms that perpetuate this condition in rural Mexico, integrating three interrelated dimensions: the legacy of colonial and postcolonial extractive institutions, the structure of land tenure -ejidal, communal, indigenous- and risk aversion as an institutionally induced behavior. Drawing on a review of recent literature and on the theoretical frameworks of Acemoglu and

[8] Universidad Autónoma Chapingo, Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola. División de Ciencias Económico Administrativas. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México, C.P. 56230, México. Correo: al25620185@chapingo.mx

[9] Universidad Autónoma Chapingo, Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola. División de Ciencias Económico Administrativas. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México, C.P. 56230, México. Correo: ramvaldi@gmail.com

[10] Universidad Autónoma Chapingo, Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola. División de Ciencias Económico Administrativas. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México, C.P. 56230, México. Correo: bgaonap@chapingo.mx

Robinson (2011), Banerjee and Duflo (2013), and Barrett and Carter (2013), an integrative framework is proposed that articulates these three components as a feedback system that reproduces rural socioeconomic stagnation. The findings indicate that decoupled interventions – aimed exclusively at physical capital or cash transfers- prove insufficient unless accompanied by simultaneous institutional reform. It is concluded that stable and progressive institutional change requires formal recognition of collective territorial rights, differentiated access to agricultural technology, and the strengthening of community social capital as necessary conditions for breaking the cycle of rural stagnation in Mexico.

Keywords: extractive institutions, land tenure, rural communities, Mexico.

Introducción

La pregunta del por qué algunas sociedades logran escapar de la pobreza mientras otras permanecen estancadas generaciones enteras constituye uno de los grandes enigmas de la economía del desarrollo (Barrett & Swallow, 2006). Aunque existe consenso en que la pobreza no es un estado aleatorio sino el resultado de mecanismos autorreforzantes, la identificación precisa de sus causas fundamentales ha eludido tanto a economistas como a formuladores de política pública durante décadas (Azariadis & Stachurski, 2005). En el contexto latinoamericano, y particularmente en México, esta problemática adquiere dimensiones historias territoriales e institucionales de particular complejidad.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2025) documenta que el 25.5% de la población latinoamericana -aproximadamente 162 millones de personas- vive en condiciones de pobreza monetaria, con una concentración desproporcionada en áreas rurales. Esta cifra no solo revela la magnitud del problema, sino que subraya su persistencia estructural: a pesar de décadas de programas de transferencia de ingresos, crédito rural y asistencia técnica, el estancamiento económico de las comunidades rurales agrícolas mexicanas continúa siendo la regla, no la excepción.

La literatura económica contemporánea distingue entre correlatos de la pobreza: los factores asociados estadísticamente y, las causas fundamentales, mecanismos que generan y reproducen el estancamiento (Acemoglu & Robinson, 2011). Dentro de estas últimas, el debate ha girado en torno a cuatro grandes hipótesis: la geográfica, la cultural, la institucional y la histórica. Sin embargo, para el caso específico de las comunidades rurales agrícolas de México, ninguno de estos marcos ha sido aplicado de manera integrada que reconozca la interacción simultanea entre herencia colonial, estructura de tenencia de la tierra y comportamiento adaptativo inducido institucionalmente.

Este vacío analítico resulta particularmente relevante dado que México presenta características únicas: una historia colonial de explotación territorial y laboral documentada, una reforma agraria posrevolucionaria que creó el régimen ejidal como respuesta a las haciendas extractivas (Warman, 2001), y la persistencia contemporánea de neoextractivismo -modelo económico donde se extraen masivamente recursos naturales-, que amenaza los territorios de comunidades indígenas y campesinas (Tetreault, 2020). La combinación de estos factores crea un contexto en el que las

trampas de pobreza no son simplemente el resultado de escasez de capital, sino de estructuras institucionales que inhiben la acumulación, el acceso a mercados y la adopción tecnológica.

El objetivo del presente artículo es proponer un marco integrador que explique los mecanismos causales de la trampa de pobreza en comunidades rulares agrícolas mexicanas, a través de la articulación de tres dimensiones, la primera son las instituciones extractivas históricas y su persistencia contemporánea; la segunda, la estructura de la tenencia de la tierra como variable mediadora; y por último, la aversión al riesgo como comportamiento inducido institucionalmente. Se argumenta que estas tres dimensiones constituyen un sistema de retroalimentación negativa que, a menos que sea intervenido de manera simultánea y sistémica, perpetúa el estancamiento socioeconómico rural. El artículo está organizado de la siguiente manera: revisión del estado del arte sobre el tema principal, análisis de los tres mecanismos causales propuestos, discusión del marco integrador y sus implicaciones para la política pública, y conclusiones.

Materiales y métodos

El presente trabajo adopta una metodología de revisión sistemática narrativa de literatura especializada, siguiendo los principios de la revisión semi-sistemática propuesta por Snyder (2019), adaptada al análisis de marcos teóricos en economía del desarrollo y sociología rural. Esta estrategia metodológica resulta apropiada cuando el objetivo no es la síntesis estadística de resultados -como un metaanálisis- sino la construcción de un marco conceptual integrador a partir de contribuciones teóricas y empíricas heterogéneas (Torraco, 2005).

La revisión de literatura se realizó mediante búsqueda sistemática en las bases de datos Web of Science, Scopus, ScienceDirect y Google Scholar. Se utilizaron combinaciones de los siguientes términos: “poverty trap”, “extractive institutions”, “land tenure”, “rural poverty Mexico”, “institutional change”, “colonial legacy”, “ejido”, “risk aversion poverty”, “trampa de la pobreza”, “tenencia de la tierra”, “comunidades rurales México”. El período de búsqueda abarcó publicaciones de 2001 a 2025, con énfasis en la producción de los últimos diez años (2015-2025). Se incluyeron también otras obras anteriores a este período cuando su relevancia teórica lo justificaba.

Se incluyeron artículos científicos publicados en revistas indexadas, capítulos de libros académicos y reportes de organismos internacionales (CEPAL, PNUD, Banco Mundial) que abordarán en primer lugar: mecanismos causales de trampas de pobreza a nivel comunitario, regional o nacional, el papel de instituciones formales e informales en la persistencia de la pobreza rural, la relación entre tenencia de la tierra y pobreza en contextos latinoamericanos y mexicanos, y finalmente, el comportamiento económico bajo condiciones de riesgo e incertidumbre en hogares rurales. Se excluyeron publicaciones centradas exclusivamente en pobreza urbana sin vinculación con dinámicas rurales, así como estudios de caso sin sustento teórico explícito. La revisión final integró más de diez fuentes primarias y secundarias que cumplieron los criterios establecidos.

El análisis se estructura a partir de tres marcos teóricos complementarios. Primero, la teoría de instituciones extractivas e inclusivas de Acemoglu y Robinson (2011), que distingue entre instituciones que concentran el poder y la riqueza en élites contra aquellas que distribuyen oportunidades ampliamente. Segundo, el enfoque de trampas de pobreza basado en activos de

Barrett y Carter (2013), que identifica umbrales críticos de acumulación por debajo de los cuales los hogares no pueden escapar de equilibrios de bajo bienestar. Tercero, la economía conductual de la pobreza de Banerjee y Duflo (2013), que analiza como las restricciones cognitivas y de toma de decisiones bajo escasez, perpetúan el ciclo de pobreza. La integración de estos tres marcos permite abordar simultáneamente las dimensiones macro-institucionales, meso-comunitarias y micro-conductuales de la trampa de la pobreza.

Resultados y discusión

Las trampas de pobreza: más allá de las correlaciones

La literatura económica sobre trampas de pobreza ha evolucionado significativamente en las últimas dos décadas. Azariadis y Stachurski (2005) ofrecen una revisión exhaustiva de los modelos de mecanismos autorreforzantes que causan la persistencia de la pobreza, identificando tanto fallas de mercado como fallas institucionales como fuentes primarias de equilibrios de bajo bienestar. Estos autores argumentan que "la trampa de la pobreza no es una condición estática sino un proceso dinámico en el que los mecanismos de retroalimentación impiden la acumulación de capital físico y humano" (Azariadis & Stachurski, 2005, p.298).

Una contribución reciente de particular relevancia es la de Dupont y Roy (2025), quienes mediante un modelo de agentes heterogéneos identifican tres regímenes distintos en esta dinámica: un equilibrio único de trampa de pobreza severa, un equilibrio doble con alta desigualdad, y un régimen de prosperidad generalizada. Su hallazgo central es que las vulnerabilidades emergen de la interacción entre mecanismos individuales -aversión al riesgo, ahorro, diversificación- y mecanismos institucionales -inclusión financiera, acceso tecnológico, segregación económica-. Crucialmente, demuestran que intervenciones que abordan ambos niveles simultáneamente producen un "doble dividendo" de reducción de pobreza y desigualdad, lo que valida la necesidad de marcos analíticos integrados.

En esta misma línea, el trabajo de Barret y Schofield (2026) plantea una hipótesis complementaria: que las trampas de pobreza pueden estar impulsadas no solo por la falta de acceso al capital, sino también por la exposición diferencial a riesgo no asegurado. Esta perspectiva es especialmente pertinente para las comunidades rurales agrícolas mexicanas, donde la ausencia de mecanismos formales de seguro agrícola y la volatilidad climática crean condiciones de incertidumbre crónica que inhiben la inversión productiva y perpetúan comportamiento de subsistencia.

Mas recientemente, la investigación de Balconi y colaboradores (citada en Dupont & Roy, 2025) aporta evidencia empírica de que vivir en áreas pobres disminuye por sí mismo la productividad de las inversiones de los agricultores, con capital comunitario insuficiente -como infraestructura limitada- como factor potencialmente atrapante. Esta dimensión geográfica-institucional es particularmente relevante para las regiones de alta marginalidad en México, donde la combinación de aislamiento geográfico y debilidad institucional crea sinergias negativas difíciles de romper con intervenciones unidimensionales.

El legado de las instituciones extractivas coloniales: México como caso paradigmático

El marco de Acemoglu y Robinson (2011) postula que las instituciones extractivas -aquellas diseñadas para transferir recursos de la mayoría hacia una élite- constituyen la causa fundamental del fracaso económico de largo plazo. Para el caso mexicano, esta hipótesis encuentra sustento empírico contundente. Dell (2010) demostró mediante análisis de regresión discontinua que las regiones históricamente expuestas al sistema de mita -sistema de trabajo forzado que la Corona Española estableció en 1573, en Perú y Bolivia-, minera colonial presentan, siglos después, menores niveles de consumo per cápita e infraestructura vial, evidenciado la persistencia causal del legado institucional extractivo.

Sellars y Alix-García (2018) aportaron evidencia adicional sobre el caso mexicano específico, demostrando que el colapso demográfico indígena del siglo XVI -provocado por epidemias que redujeron la población entre 70% y 90%- facilitó la concentración de tierra y el surgimiento de una clase terrateniente que dominó la economía política mexicana por siglos. En sus palabras, este proceso generó "un ciclo de dependencia de trayectoria en el que la concentración inicial de tierra y poder político se reprodujo a través de instituciones que perpetuaron la desigualdad en el acceso a recursos" (Sellars & Alix-Garcia, 2018). La encomienda -explotación de mano de obra- y la hacienda -el control de la tierra-, fueron los vehículos institucionales de este proceso extractivo, y aunque formalmente desaparecieron, su legado en términos de distribución de la tierra y estructura de poder político rural persiste.

La Revolución Mexicana de 1910 intentó romper este ciclo mediante la reforma agraria y la creación del ejido como forma de tenencia colectiva. Sin embargo, la evidencia sugiere que esta ruptura fue parcial e incompleta. Warman (2001) argumenta que, si bien el ejido redistribuyó tierra a millones de campesinos, reprodujo en muchos casos nuevas formas de dependencia clientelar respecto al Estado posrevolucionario, particularmente a través del control corporativo del crédito agrícola, los precios de garantía y el acceso a infraestructura rural. El resultado fue un sistema en el que los ejidatarios tenían derechos de uso sobre la tierra, pero carecían de acceso pleno a mercados de crédito, tecnología y conocimiento agronómico.

En el contexto contemporáneo, Tetreault (2020) documenta la emergencia del neoextractivismo en México como una nueva forma de instituciones extractivas, donde empresas mineras, agroindustriales y energéticas acceden a territorios de comunidades indígenas y campesinas a través de marcos legales que subordinan los derechos territoriales colectivos a los intereses del capital privado. Este proceso, lejos de romper la trampa de la pobreza, la renueva bajo nuevas formas, despojando a las comunidades rurales de sus activos más fundamentales: la tierra y los recursos naturales.

La tenencia de la tierra como variable mediadora de la trampa

La estructura de tenencia de la tierra opera en el análisis propuesto no como causa independiente de la pobreza, sino como variable mediadora que amplifica o atenúa el impacto de las instituciones extractivas sobre los hogares rurales. Deininger y Feder (2001) establecieron el fundamento teórico de esta relación, demostrando que la seguridad en la tenencia de la tierra es condición necesaria -aunque no suficiente- para que los agricultores realicen inversiones de largo plazo en mejora del suelo, adopción tecnológica y acceso a crédito formal.

Para el contexto latinoamericano y mexicano, la revisión de Pierri y colaboradores (2025) confirma que la concentración y fragmentación de la tierra constituyen los principales motores de la pobreza rural. Su análisis señala que "la seguridad en la tenencia y el acceso a la tierra son centrales para la transformación rural inclusiva", y que las presiones sobre la tierra han aumentado bajo procesos simultáneos de crecimiento demográfico, intereses extractivos agroindustriales y cambio climático (Pierri et al., 2025, p. 12). Este hallazgo es directamente aplicable al contexto mexicano, donde la reforma al Artículo 27 constitucional en 1992 permitió la privatización de ejidos, creando un mercado de tierras que en muchos casos resultó en la pérdida de control territorial por parte de comunidades campesinas.

La investigación de Lazos y colaboradores (2021), centrada específicamente en comunidades indígenas de México, documenta cómo la pérdida de derechos de tenencia colectiva, los conflictos sobre tierra y las presiones de mercado crean condiciones en las que la regeneración forestal y la sostenibilidad ambiental -bases del sustento rural- quedan comprometidas. Este hallazgo subraya la dimensión ecológica de la trampa de pobreza: cuando las comunidades pierden control sobre sus territorios, y pierden simultáneamente la base de sus medios de vida: el capital natural que podría sustentar estrategias alternativas de desarrollo.

Desde la perspectiva del análisis de activos de Barrett y Carter (2013), la tierra en el contexto rural mexicano cumple una función triple: es activo productivo, es colateral potencial para crédito formal y es capital social acumulado que confiere identidad y cohesión comunitaria. La inseguridad en la tenencia ya sea por amenazas extractivas externas o conflictos internos de sucesión, degrada simultáneamente estas tres funciones, reduciendo el nivel de activos del hogar por debajo del umbral crítico, a partir del cual es posible escapar de la situación de estancamiento económico.

La aversión al riesgo como comportamiento institucionalmente inducido

Un elemento frecuentemente subestimado en los análisis macroeconómicos de la persistencia de la privación económica es la dimensión conductual: cómo las condiciones institucionales y limitación de activos materiales, moldean la toma de decisiones de los hogares rurales de maneras que perpetúan su estancamiento. Banerjee y Duflo (2013) argumentan que los hogares pobres no son agentes irracionales ni culturalmente predispuestos a la pasividad, sino que sus decisiones de subsistencia -baja inversión, alta aversión al riesgo, preferencia por el consumo presente- son respuestas racionales a un entorno caracterizado por alta incertidumbre, ausencia de seguros formales y rendimientos decrecientes de la inversión.

Barrett y Schofield (2026) han ampliado esta perspectiva, demostrando que el estrés económico crónico derivado de la exposición a riesgo no asegurado afecta la regulación emocional, la toma de decisiones y el compromiso con actividades de alto riesgo, pero alto retorno. En el contexto rural mexicano, la volatilidad climática, la inestabilidad de precios agrícolas y la ausencia de sistemas de seguro formal crean condiciones de estrés crónico que se manifiestan en estrategias de supervivencia conservadoras: cultivos de subsistencia en lugar de especialización productiva, diversificación hacia actividades de bajo riesgo y bajo retorno, y resistencia a adoptar innovaciones tecnológicas cuyo retorno es incierto.

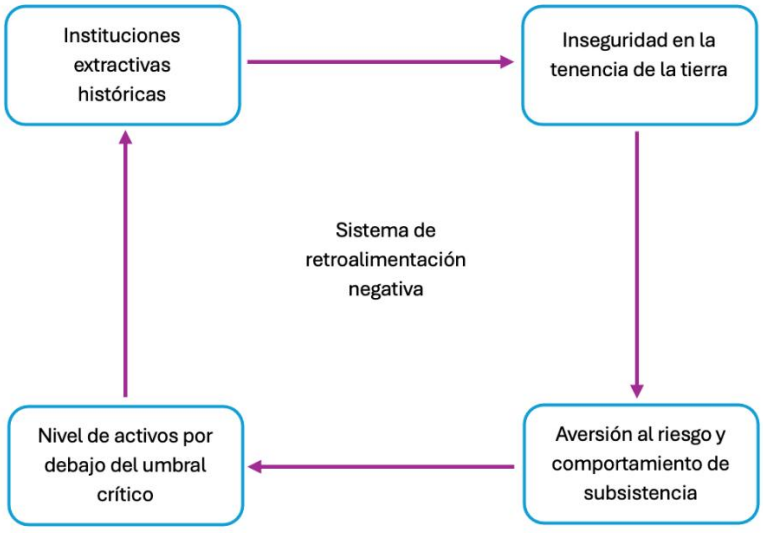
Esta dinámica es particularmente aguda en el contexto de las comunidades ejidales e indígenas mexicanas. Warman (2001) documenta cómo décadas de dependencia de subsidios estatales y precios de garantía crearon en muchas comunidades ejidales una cultura institucional de dependencia que desincentivó la innovación y el emprendimiento agrícola. Cuando estos apoyos fueron eliminados en el marco de las reformas de 1992, los ejidatarios enfrentaron el mercado sin los activos -capital humano, redes comerciales, acceso a crédito- necesarios para competir, consolidándose en la pobreza en lugar de escapar de ella.

La evidencia de Resilience Alliance (Lade et al. 2017) agrega una dimensión adicional: las intervenciones que ignoran la cultura y los sistemas de conocimiento local pueden reforzar la pobreza, especialmente en entornos de alta agrobiodiversidad. En las comunidades campesinas e indígenas de México, el conocimiento agroecológico tradicional constituye un activo invisible pero real -capital cultural- que los modelos convencionales de desarrollo rural no contabilizan. Su erosión, como consecuencia de la imposición de paquetes tecnológicos externos, puede destruir capital comunitario sin ser reemplazado por nuevas capacidades productivas, profundizando la trampa.

Marco integrador: el sistema de retroalimentación de la trampa de pobreza rural

Los tres mecanismos analizados -instituciones extractivas, inseguridad en la tenencia de la tierra y aversión al riesgo inducida- no operan de manera independiente sino como un sistema de retroalimentación negativa que se autorrefuerza. La Figura 1 ilustra esquemáticamente este marco integrador.

Figura 1. Marco integrador: Sistema de retroalimentación de la trampa de pobreza rural en México.



Fuente: Elaboración propia

El mecanismo de retroalimentación funciona de la siguiente manera: las instituciones extractivas históricas -encomienda, hacienda, corporativismo posrevolucionario, neoextractivismo

contemporáneo- generaron y mantienen una distribución desigual de derechos sobre la tierra. Esta inseguridad en la tenencia reduce el horizonte de planificación de los hogares rurales y el valor de sus activos como colateral, limitando el acceso a crédito formal y tecnología agrícola. La exclusión del crédito y la tecnología combinada con la exposición a riesgos climáticos y de mercado sin mecanismos de seguro formal, genera aversión al riesgo y comportamientos de subsistencia que inhiben la acumulación de capital. El resultado es un nivel de activos permanentemente por debajo del umbral crítico identificado por Barrett y Carter (2013), lo que hace que cualquier shock externo -sequía, caída de precios, enfermedad -devuelva al hogar al punto de partida o lo sumerja más profundamente en la trampa.

Este marco es consistente con los hallazgos de Dupont y Roy (2025), quienes demuestran que vulnerabilidades multi-nivel emergen de la interacción entre factores individuales e institucionales, y que solo intervenciones que abordan ambas dimensiones simultáneamente producen cambio estructural sostenible. También es coherente con la evidencia CEPAL (2025) sobre la trampa latinoamericana de alta desigualdad y baja movilidad social, que identifica la debilidad institucional como uno de los ejes centrales del estancamiento.

Una implicación importante del marco propuesto es que el cambio institucional necesario para romper la trampa debe ser simultáneamente estable y progresivo. La experiencia latinoamericana muestra que reformas radicales no graduales – como la eliminación abrupta de subsidios en 1992 o las privatizaciones de tierras ejidales- pueden desestabilizar sin transformar, dejando a los hogares rurales sin los activos ni las instituciones necesarias para aprovechar las nuevas condiciones. Por contraste, el marco integrador sugiere que el fortalecimiento gradual de derechos territoriales colectivos, combinado con el desarrollo de mercados locales y el acceso diferenciado a tecnología agrícola, crea las condiciones para que el cambio institucional sea absorbido productivamente por las comunidades.

La perspectiva de la soberanía alimentaria, documentada por Altieri y Toledo (2011) en el contexto latinoamericano, ofrece un modelo alternativo de desarrollo rural que es consistente con el maro integrado propuesto: la combinación de seguridad en la tenencia de la tierra, reconocimiento del conocimiento agroecológico local, inclusión financiera comunitaria y articulación con mercados regionales como estrategia para romper el ciclo de la trampa de pobreza sin destruir el capital cultural y ecológico que constituye la base de sustento rural.

Implicaciones para la política pública

El marco integrador propuesto tiene implicaciones concretas para el diseño de políticas de desarrollo rural en México. En primer lugar, sugiere que los programas de transferencia condicionada de ingresos –como Sembrando Vida o sus predecesores- son necesarios pero insuficientes sino van acompañados de reformas en la seguridad de la tenencia de la tierra y el acceso a servicios financieros formales. En segundo lugar, apunta a que la política agrícola debe reconocer la función triple de la tierra -productiva, financiera y social- e incorporar mecanismos de protección territorial colectiva que prevengan el despojo por parte de intereses extractivos.

En tercer lugar, el marco sugiere la necesidad de diseñar sistemas de seguro agrícola adaptados a las condiciones de pequeños productores rurales, que reduzcan la exposición a riesgo no asegurado

y permitan horizontes de inversión más largos. La evidencia de Barrett y Schofield (2026) indica que la reducción de riesgo tiene efectos multiplicadores sobre el comportamiento económico de los hogares pobres que van más allá del impacto directo sobre el ingreso. Finalmente, el reconocimiento formal del conocimiento agroecológico local como activo productivo -y su integración en los paquetes de extensionismo rural- puede reducir los costos de adopción de innovaciones tecnológicas y aumentar su pertinencia para las condiciones específicas de cada comunidad.

Conclusiones

La trampa de la pobreza en las comunidades rurales agrícolas de México no es el resultado de un único factor causal, sino de un sistema de retroalimentación negativa que articula instituciones extractivas históricas, inseguridad en la tenencia de la tierra y aversión al riesgo inducida institucionalmente. El marco integrador propuesto en este artículo permite superar los límites de los enfoques unidimensionales -geográfico, cultural, institucional o conductual- al identificar los mecanismos de interacción entre estos factores como la clave explicativa del estancamiento rural persistente.

El análisis demuestra que el legado colonial y poscolonial de instituciones extractivas en México ha generado una distribución persistentemente desigual de derechos sobre la tierra, que opera como variable mediadora entre las condiciones macro-institucionales y el comportamiento económico de los hogares rurales. Esta inseguridad territorial, combinada con la ausencia de mecanismos de seguro formal y mercados de crédito inclusivos, produce aversión al riesgo y estrategias de subsistencia que son racionalmente adaptativas en el corto plazo pero que inhiben la acumulación de capital y la adopción tecnológica necesarias para escapar del equilibrio de bajo bienestar.

Las implicaciones de este análisis para la política pública son claras: el cambio institucional estable y progresivo que permita romper el ciclo de la trampa de la pobreza rural requiere intervenciones simultaneas en los tres niveles del sistema de retroalimentación. El fortalecimiento de los derechos territoriales colectivos, el desarrollo de los sistemas de seguro agrícola pertinentes para pequeños productores y la construcción de capital social comunitario no son alternativas entre sí, sino componentes complementarios e inseparables de una estrategia de desarrollo rural transformadora.

Este artículo presenta limitaciones que abren agenda de investigación futura. En particular, la falta de evidencia empírica cuantitativa específica sobre las interacciones entre los tres mecanismos identificados: institucional, territorial y conductual. Esto genera que en contextos comunitarios mexicanos se constituya un vacío que investigaciones empíricas con datos longitudinales podrían abordar. Así mismo, la heterogeneidad regional de México – que incluye desde comunidades indígenas con sistemas de gobierno comunal fuertemente consolidados hasta ejidos integrados a cadenas agroindustriales- sugiere que el marco integrador propuesto debe ser calibrado y validado en contextos específicos antes de derivar recomendaciones de política púbica universales.

Literatura citada

Acemoglu, D., Johnson, S., & Robinson, J. A. (2001). The colonial origins of comparative development: An empirical investigation. American economic review, 91(5), 1369-1401.

Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. Journal of peasant studies, 38(3), 587-612.

Arjona, M. M. (2021). Atrapados: alta desigualdad y bajo crecimiento en América Latina y el Caribe: informe regional de desarrollo humano 2021. PNUD.

Azariadis, C., & Stachurski, J. (2005). Poverty traps. Handbook of economic growth, 1, 295-384.

Banerjee, A., & Duflo, E. (2013). Poor economics: A radical rethinking of the way to fight global poverty. Society and Economy, 35(4), 573-587.

Barrett, C. B., & Carter, M. R. (2013). The economics of poverty traps and persistent poverty: Empirical and policy implications. The Journal of Development Studies, 49(7), 976-990.

Barrett, C. B., & Schofield, H. (2026). On risk-based poverty traps. World Development, 201, 107317.

Barrett, C. B., & Swallow, B. M. (2006). Fractal poverty traps. World development, 34(1), 1-15.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2025). Panorama Social de América Latina y el Caribe, 2025: cómo salir de la trampa de alta desigualdad, baja movilidad social y débil cohesión social. Naciones Unidas. CEPAL. LC/PUB.2025/23-P/-*

Deininger, K., & Feder, G. (2001). Land institutions and land markets. Handbook of agricultural economics, 1, 287-331.

Dell, M. (2010). The persistent effects of Peru's mining mita. Econometrica, 78(6), 1863-1903.

Dupont, C., & Roy, D. (2025). Emergent poverty traps at multiple levels impede social mobility. Humanities and Social Sciences Communications, 12(1), 1777.

Engerman, S. L., & Sokoloff, K. L. (2002). Factor endowments, inequality, and paths of development among new world economics.

Lade, S. J., Haider, L. J., Engström, G., & Schlüter, M. (2017). Resilience offers escape from trapped thinking on poverty alleviation. Science Advances, 3(5), e1603043.

Lazos-Chavero, E., Meli, P., & Bonfil, C. (2021). Vulnerabilities and threats to natural forest regrowth: Land tenure reform, land markets, pasturelands, plantations, and urbanization in indigenous communities in Mexico. Land, 10(12), 1340.

North, D. C. (1990). Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge Univ Pr.

Pierri, F. M., Anseeuw, W., & Campolina, A. (2025). Land tenure for resilient and inclusive rural transformation. Global Food Security, 44, 100835.

Robinson, J. A., & Acemoglu, D. (2012). Why nations fail: The origins of power, prosperity and poverty (pp. 45-47). London: Profile.

Sachs, J. D. (2001). Tropical underdevelopment.

Sellars, E. A., & Alix-Garcia, J. (2018). Labor scarcity, land tenure, and historical legacy: Evidence from Mexico. Journal of Development Economics, 135, 504-516.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of business research, 104, 333-339.

Tetreault, D. (2020). The new extractivism in Mexico: Rent redistribution and resistance to mining and petroleum activities. World Development, 126, 104714.

Torraco, R. J. (2005). Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. Human resource development review, 4(3), 356-367.

Warman, A. (2001). El campo mexicano en el siglo XX. (No Title).

Producción nacional e importaciones de trigo en México: un análisis de largo plazo

Jessica Liliana Castillo Torres[1], Belem Dolores Avendaño Ruíz[2], Myriam Livier Hernández Alcantar[3]

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar la evolución de la disponibilidad interna, la autosuficiencia alimentaria y la dependencia de las importaciones de trigo en México durante el periodo 1994–2024. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, no experimental y descriptivo. Se utilizaron datos anuales de producción, importaciones y exportaciones obtenidos de FAOSTAT, a partir de los cuales se calcularon el consumo aparente, el Índice de Autosuficiencia Alimentaria y el Índice de Dependencia. Los resultados muestran que el consumo aparente aumentó 25.84% durante el periodo analizado, mientras que la producción nacional disminuyó 36.20% y las importaciones crecieron 202.59%. El Índice de Autosuficiencia Alimentaria pasó de 75.80% en 1994 a 38.43% en 2024, en tanto que el Índice de Dependencia aumentó de 0.26 a 0.62. Estos resultados indican que el crecimiento de la disponibilidad interna de trigo estuvo sostenido en mayor medida por las compras externas que por la producción nacional. Se concluye que la estructura del abastecimiento se modificó hacia una menor participación de la producción interna y un mayor impacto de las importaciones, por lo que la hipótesis planteada se acepta en términos descriptivos. El estudio aporta una perspectiva de largo plazo sobre los cambios registrados en el abastecimiento de trigo en México, aunque su alcance no permite establecer relaciones causales entre la apertura comercial, las políticas agrícolas y las tendencias observadas.

Palabras clave: trigo, consumo aparente, autosuficiencia alimentaria, dependencia de importaciones, México.

Abstract

The objective of this study is to analyze the evolution of domestic availability, food self-sufficiency, and dependence on wheat imports in Mexico during the 1994–2024 period. The research follows a quantitative, non-experimental, and descriptive approach. Annual data on production, imports, and exports were obtained from FAOSTAT and used to calculate apparent consumption, the Food Self-Sufficiency Index, and the Import Dependency Index. The results show that apparent consumption increased by 25.84% over the period analyzed, while domestic production decreased by 36.20% and imports grew by 202.59%. The Food Self-Sufficiency Index fell from 75.80% in 1994 to 38.43% in 2024, whereas the Import Dependency Index rose from 0.26 to 0.62. These findings indicate that the growth in domestic wheat availability was supported to a greater extent by external purchases than by domestic production. It is concluded that the structure of wheat supply shifted toward a lower contribution from domestic production and a greater reliance on imports; therefore, the proposed hypothesis is accepted in descriptive terms. The study provides a long-term perspective on changes in wheat supply in Mexico, although its

scope does not allow causal relationships to be established between trade liberalization, agricultural policies, and the observed trends.

Keywords: wheat, apparent consumption, food self-sufficiency, import dependency, Mexico.

1. Introducción

El trigo constituye uno de los cereales de mayor importancia para la alimentación humana y es la materia prima de numerosos productos de consumo cotidiano como panes, pastas, galletas y otros alimentos elaborados por las industrias harinera y panificadora. Su relevancia no se limita a la producción agrícola, ya que alrededor de este cultivo se articulan actividades de almacenamiento, molienda, transformación industrial y comercialización. Con base en la SADER (2022), en México, el trigo es considerado el segundo cereal de mayor importancia en la alimentación de la población, después del maíz.

Una característica relevante del sector triguero mexicano es que la producción no corresponde a un producto completamente homogéneo. En el país se cultivan principalmente trigo cristalino y trigo panificable, cuyas propiedades y usos industriales son diferentes. El trigo cristalino o durum se destina principalmente a la elaboración de pastas alimenticias, mientras que el trigo panificable se emplea en la producción de harinas para panes, galletas y otros productos. Esta diferenciación es importante para comprender la estructura del abastecimiento, ya que las necesidades de la industria no pueden satisfacerse indistintamente con cualquier tipo de grano (SADER, 2022).

En el caso del trigo cristalino, México presenta una producción excedentaria, por lo que una parte puede destinarse a la exportación o a la alimentación pecuaria. En contraste, la producción de trigo panificable resulta insuficiente para atender las necesidades de la industria nacional, lo que obliga a complementar el abastecimiento mediante la adquisición de grano suave en el exterior. La coexistencia de excedentes en un tipo de trigo y déficits en otro explica por qué el país puede exportar una parte de su producción y, al mismo tiempo, mantener una presencia importante de importaciones. Esta situación refleja una estructura productiva que no coincide completamente con la composición y las características de la demanda interna (SADER, 2022).

Por ello, el análisis del abastecimiento no debe limitarse al volumen agregado de producción. También es necesario considerar la relación entre la oferta generada dentro del país, las necesidades de la industria y los flujos de comercio exterior. En el caso del trigo panificable, las importaciones han mantenido una participación relevante en el consumo nacional, lo que evidencia las dificultades existentes para satisfacer la demanda mediante la producción interna (Cruz Herrera et al., 2021).

El estudio de esta situación se relaciona con el debate sobre la autosuficiencia alimentaria. La autosuficiencia hace referencia a la capacidad de un país para atender sus necesidades internas de un producto mediante su propia producción. Esto no significa necesariamente eliminar el comercio exterior, sino identificar en qué medida la oferta nacional participa en el abastecimiento. Desde esta perspectiva, un nivel elevado de autosuficiencia refleja una mayor contribución de la producción interna, mientras que un nivel reducido indica una mayor necesidad de complementar la disponibilidad con importaciones.

La autosuficiencia alimentaria no debe confundirse con la seguridad alimentaria. De acuerdo con la FAO, la seguridad alimentaria se presenta cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos. Este concepto comprende cuatro dimensiones: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad a lo largo del tiempo (FAO, 2011). En consecuencia, la autosuficiencia se concentra principalmente en el origen nacional o externo del abastecimiento, mientras que la seguridad alimentaria incorpora también la capacidad de la población para acceder a los alimentos y utilizarlos adecuadamente.

Un país puede mantener la disponibilidad de un producto mediante importaciones y presentar, al mismo tiempo, un nivel bajo de autosuficiencia. Sin embargo, una elevada participación del abastecimiento externo puede aumentar la exposición a cambios en las condiciones de los mercados internacionales. Por ello, el estudio de la autosuficiencia y de la dependencia de las importaciones no parte de la idea de que el comercio exterior sea negativo, sino de la necesidad de conocer la forma en que se estructura el abastecimiento de un producto estratégico.

La dependencia de las importaciones expresa la importancia relativa que tienen las compras externas dentro de la disponibilidad interna. Mientras la autosuficiencia dirige la atención hacia la capacidad de la producción nacional para cubrir las necesidades del mercado, la dependencia permite observar en qué medida el abastecimiento se sostiene con producto procedente del exterior. Ambos conceptos son complementarios y resultan especialmente útiles para analizar el trigo mexicano, debido a la presencia simultánea de producción nacional, exportaciones e importaciones.

Diversos antecedentes han examinado la autosuficiencia y la dependencia alimentaria en México. Cruz Herrera et al. (2021) analizaron el trigo panificable y el arroz durante el periodo 2011–2020 mediante un índice de dependencia alimentaria. Sus resultados muestran que las importaciones de ambos productos continuaron representando más de la mitad del consumo nacional y no presentaron reducciones importantes durante el periodo estudiado. Este antecedente resulta relevante porque analiza la relación entre producción, importaciones, exportaciones y consumo aparente para valorar el grado de dependencia externa.

Por su parte, Favila Tello (2024) calculó el Índice de Autosuficiencia Alimentaria para nueve cultivos estratégicos de México, incluido el trigo, durante el periodo 2011–2020. El autor señala que este indicador permite medir el estado y la evolución de la capacidad nacional para satisfacer el abastecimiento interno de un producto. Este trabajo proporciona un antecedente metodológico importante para estudiar la relación entre producción nacional y disponibilidad interna (Favila Tello, 2024).

De manera más específica, Favila Tello y Armas Arévalos (2024) estudiaron la competitividad internacional del trigo mexicano durante el periodo 2012–2021 mediante el saldo comercial, el Índice de Autosuficiencia Alimentaria, el Índice de Apertura Comercial y la importancia relativa de las exportaciones. Los autores encontraron que México mantuvo una posición deficitaria en el comercio de trigo y una elevada dependencia de las condiciones del mercado externo. Sus resultados constituyen un antecedente directo para el presente estudio, al mostrar la necesidad de analizar conjuntamente la producción nacional y el comercio exterior del cereal.

Aunque estos trabajos ofrecen elementos metodológicos y empíricos relevantes, los antecedentes revisados se concentran principalmente en periodos relativamente cortos, en tipos específicos de trigo o en conjuntos amplios de cultivos estratégicos. En este sentido, resulta pertinente ampliar el horizonte temporal y analizar de manera conjunta la disponibilidad interna, la autosuficiencia y la dependencia de las importaciones de trigo durante el periodo 1994–2024.

El problema de investigación no consiste únicamente en determinar si México importa trigo, sino en conocer cómo se ha modificado la composición de su abastecimiento interno durante las últimas tres décadas. La presencia simultánea de producción nacional, importaciones y exportaciones hace necesario identificar la contribución relativa de cada componente y analizar si la capacidad productiva del país ha mantenido su participación dentro de la disponibilidad interna. Para examinar estos cambios, la investigación utiliza el consumo aparente, el Índice de Autosuficiencia Alimentaria y el Índice de Dependencia, cuyas definiciones y procedimientos de cálculo se presentan en el apartado metodológico.

A partir de lo anterior, la investigación busca responder la siguiente pregunta: ¿cómo evolucionaron la disponibilidad interna, la autosuficiencia alimentaria y la dependencia de las importaciones de trigo en México durante el periodo 1994–2024?

El objetivo general es analizar la evolución de la disponibilidad interna, la autosuficiencia alimentaria y la dependencia de las importaciones de trigo en México durante el periodo 1994–2024, mediante el análisis del consumo aparente, el Índice de Autosuficiencia Alimentaria y el Índice de Dependencia.

Como hipótesis se plantea que, durante el periodo 1994–2024, la capacidad de la producción nacional para cubrir la disponibilidad interna de trigo presentó una tendencia descendente, mientras que la participación de las importaciones en el abastecimiento nacional mostró una tendencia creciente.

2. Metodología

2.1 Generalidades de la investigación

El presente trabajo analiza la evolución de la producción y del comercio exterior del trigo en México entre 1994 y 2024. Para ello, se utilizan datos anuales de producción, importaciones, y exportaciones, obtenidos de FAOSTAT, base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Debido a que el estudio se basa en información previamente publicada y observa el comportamiento de estas variables a lo largo del tiempo, se trata de una investigación cuantitativa, no experimental y de carácter descriptivo.

El periodo de análisis inicia en 1994, año en que entró en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), hecho que modificó de manera importante el entorno comercial de México. Tomar este año como punto de partida permite observar el comportamiento del sector triguero en un contexto de mayor apertura y seguir los cambios registrados durante las décadas posteriores. El análisis concluye en 2024, último año considerado en la base de datos, lo que permite contar con un periodo amplio para identificar los principales cambios registrados en la producción y el comercio exterior del trigo.

2.2 Variables

El Cuadro 1 presenta las variables utilizadas para el cálculo de los tres indicadores analizados. Para cada una se especifica su unidad de medida y la fuente de información correspondiente.

Cuadro 1. Descripción de variables

Variable	Unidad	Fuente
Producción nacional de trigo	Toneladas	FAOSTAT
Volumen de importaciones de trigo	Toneladas	FAOSTAT
Volumen de exportaciones de trigo	Toneladas	FAOSTAT

Fuente: Elaboración propia

La información se organizó en series anuales. Las variables de producción, importaciones y exportaciones se expresaron en toneladas para asegurar su comparabilidad. A partir de estas series se calcularon, para cada año, el consumo aparente, el Índice de Autosuficiencia Alimentaria y el Índice de Dependencia, cuya evolución se analizó mediante cuadros y gráficas. La definición, el procedimiento de cálculo y la interpretación de cada indicador se presentan en el siguiente apartado.

2.3 Indicadores

Consumo aparente

El consumo aparente nos permite estimar la disponibilidad interna de trigo en México durante el periodo analizado. Para su cálculo, se suma a la producción nacional el volumen de las importaciones y se resta el correspondiente a las exportaciones. De acuerdo con Durán Lima y Álvarez (2008), se calcula mediante la siguiente expresión:

$$CA_t = P_t + (M_t - X_t) \quad (\mathbf{1})$$

donde, CA_t representa el consumo aparente de trigo en el año t; P_t, la producción nacional; M_t, las importaciones; y, X_t, las exportaciones.

El resultado representa la cantidad estimada de trigo disponible en el mercado interno después de considerar los intercambios comerciales con el exterior. Por ello, debe entenderse como una aproximación a la disponibilidad interna y no como una medida directa del consumo efectivo de la población.

Índice de Autosuficiencia Alimentaria

El Índice de Autosuficiencia Alimentaria (IAA) nos permite conocer en qué medida la producción nacional puede cubrir la disponibilidad interna de un determinado producto. De acuerdo con Favila Tello (2024), con base en Ireta et al. (2015), el indicador se calcula mediante la siguiente expresión:

$$IAA_t = \frac{P_t}{P_t + M_t - X_t} \times 100 \quad (\mathbf{2})$$

donde, IAA_t representa el Índice de Autosuficiencia Alimentaria en el año t.

El resultado se expresa en porcentaje. Valores más altos del IAA indican una mayor capacidad de la producción nacional para satisfacer el consumo interno, mientras que valores bajos reflejan una mayor dependencia del abastecimiento externo y, por tanto, una mayor vulnerabilidad ante cambios en los mercados internacionales.

Índice de Dependencia (IDE)

El Índice de Dependencia (IDE) permite estimar el grado de dependencia de un país respecto a las importaciones de cereales. Cruz Herrera et al. (2021), con base en el índice de importación de cereales de la FAO (2010), emplean este indicador para analizar la dependencia alimentaria de México. Para su cálculo, se relaciona el volumen de las importaciones con la disponibilidad interna del producto, obtenida a partir de la producción nacional, las importaciones y las exportaciones. El indicador se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$IDE_t = \frac{M_t}{P_t + M_t - X_t} \quad (\mathbf{3})$$

donde, IDE_t representa el Índice de Dependencia en el año t.

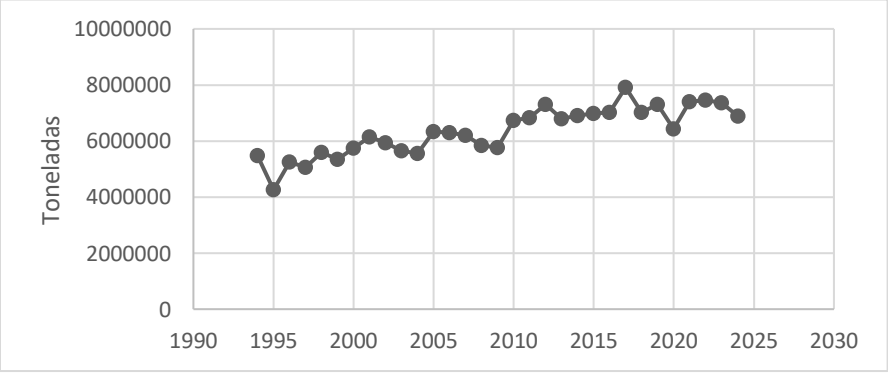
El indicador proporciona una medida de la dependencia del país respecto a las importaciones de trigo. A medida que aumenta su valor, mayor es la participación de las importaciones en la disponibilidad interna del producto.

3. Resultados y discusión

Consumo aparente

El gráfico 1 presenta la evolución del consumo aparente de trigo en México durante el periodo 1994–2024. Este indicador permite observar los cambios registrados en la disponibilidad interna del producto una vez consideradas la producción nacional, las importaciones y las exportaciones. Su análisis ofrece una aproximación del comportamiento del abastecimiento de trigo en el país.

Gráfico 1. Consumo aparente de trigo en México, 1994-2024



Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

Durante el periodo 1994–2024, el consumo aparente de trigo en México mostró una tendencia general creciente, aunque acompañada de fluctuaciones anuales. El consumo aparente pasó de 5,476,490 toneladas en 1994 a 6,891,848 toneladas en 2024, lo que representa un aumento de 25.84%. El valor mínimo se registró en 1995, con 4,259,098 toneladas, mientras que el máximo se alcanzó en 2017, con 7,914,338 toneladas. La serie completa de las variables y de los indicadores se presenta en el Anexo 1.

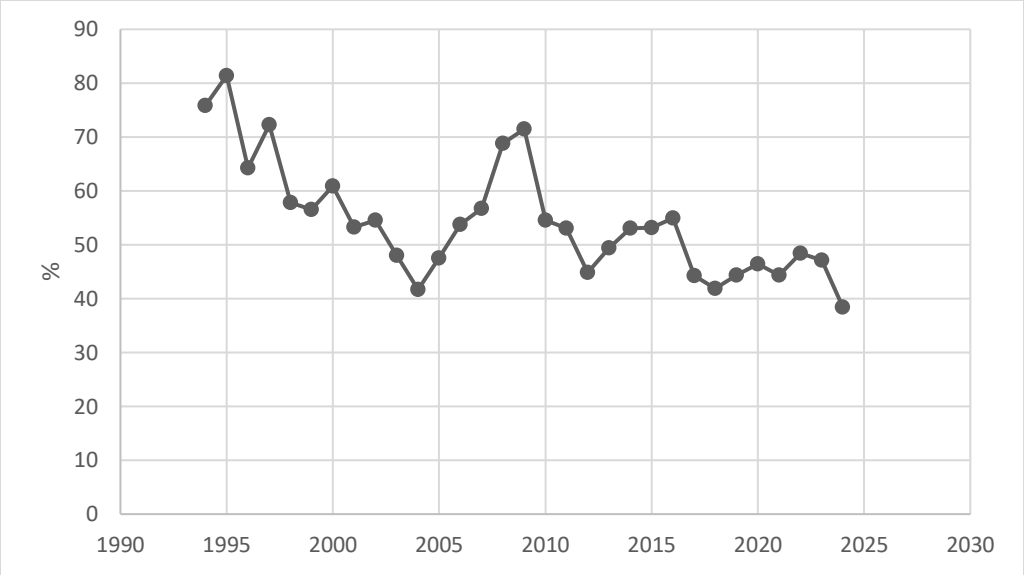
La trayectoria puede dividirse en varias etapas. Entre 1994 y 2001 se observaron fluctuaciones, pero con una recuperación gradual después de la caída de 1995. De 2002 a 2009, la disponibilidad interna se mantuvo principalmente entre 5.5 y 6.3 millones de toneladas. A partir de 2010 comenzó una etapa de mayor crecimiento, que culminó con el máximo registrado en 2017. Entre 2018 y 2024, el consumo aparente permaneció en niveles relativamente elevados, aunque con variaciones importantes y una disminución al cierre del periodo.

Además, los componentes del indicador muestran un cambio relevante: entre 1994 y 2024 la producción nacional disminuyó aproximadamente 36.20%, mientras que las importaciones aumentaron 202.59%. Esto sugiere que el incremento de la disponibilidad interna de trigo estuvo sostenido en mayor medida por las compras externas que por el crecimiento de la producción nacional.

Índice de Autosuficiencia Alimentaria

El Gráfico 2 presenta la evolución del Índice de Autosuficiencia Alimentaria del trigo en México durante el periodo 1994–2024. Este indicador permite observar en qué medida la producción nacional fue capaz de cubrir la disponibilidad interna del producto. Su comportamiento complementa el análisis del consumo aparente, al mostrar si el aumento de la disponibilidad de trigo estuvo respaldado por la producción nacional o por una mayor participación de las importaciones.

Gráfico 2. Índice de Autosuficiencia Alimentaria, 1994-2024



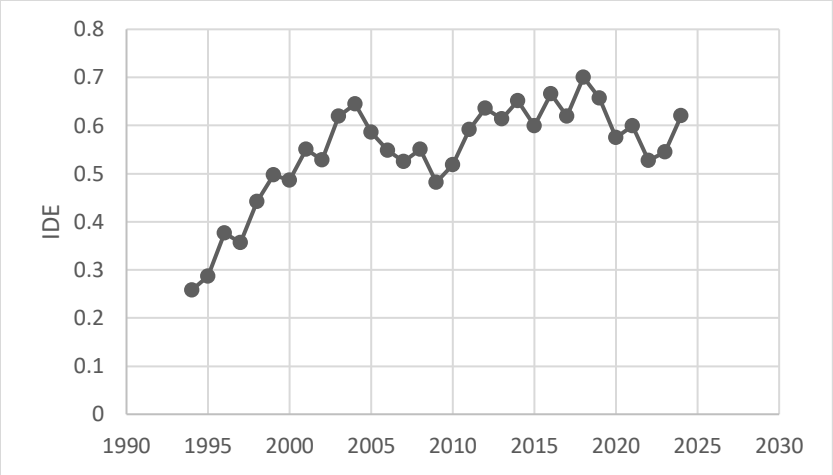
Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

El IAA mostró una tendencia descendente a lo largo del periodo analizado. El indicador pasó de 75.80% en 1994 a 38.43% en 2024, lo que representa una disminución de 37.37 puntos porcentuales. Aunque se registraron recuperaciones temporales, especialmente hacia finales de la década de 2000, a partir de 2010 el índice se mantuvo en niveles inferiores a los observados al inicio del periodo. Este comportamiento indica una reducción de la capacidad de la producción nacional para cubrir la disponibilidad interna de trigo y sugiere una mayor importancia de las importaciones para el abastecimiento del mercado mexicano.

Índice de Dependencia

El Gráfico 3 presenta la evolución del Índice de Dependencia del trigo en México durante el periodo 1994–2024. Este indicador muestra la participación de las importaciones en la disponibilidad interna del producto y complementa los resultados obtenidos para el consumo aparente y el Índice de Autosuficiencia Alimentaria. Su análisis permite identificar los cambios registrados en la importancia del abastecimiento externo dentro del mercado nacional.

Gráfico 3. Índice de Dependencia, 1994-2024



Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

El IDE mostró una tendencia creciente durante el periodo analizado. El indicador pasó de 0.26 en 1994 a 0.62 en 2024, lo que significa que la participación de las importaciones en la disponibilidad interna aumentó de 25.81% a 62.07%. La trayectoria presentó un crecimiento marcado entre 1994 y los primeros años de la década de 2000; posteriormente, el índice se mantuvo principalmente por encima de 0.50, aunque con fluctuaciones anuales. El valor más alto se registró en 2018, cuando alcanzó 0.70. Estos resultados muestran que las importaciones adquirieron una importancia creciente en el abastecimiento interno de trigo y son consistentes con la reducción observada en el Índice de Autosuficiencia Alimentaria.

Los tres indicadores muestran una transformación en la estructura del abastecimiento de trigo en México durante el periodo 1994–2024. Aunque el consumo aparente aumentó 25.84%, la producción nacional disminuyó 36.20% y las importaciones crecieron 202.59%, lo que indica que el incremento de la disponibilidad interna estuvo sostenido principalmente por las compras externas. Esta tendencia se confirma con la reducción del Índice de Autosuficiencia Alimentaria, que pasó de 75.80% a 38.43%, y con el aumento del Índice de Dependencia, de 0.26 a 0.62. Por tanto, los resultados evidencian una menor participación de la producción nacional y una creciente importancia de las importaciones dentro del abastecimiento interno de trigo. Estos hallazgos coinciden con los antecedentes que identifican una posición comercial deficitaria y una elevada dependencia externa del sector triguero mexicano, aunque el presente estudio permite observar que dicho comportamiento forma parte de una trayectoria de más largo plazo.

Los resultados coinciden con lo señalado por Cruz Herrera et al. (2021), quienes identificaron una participación elevada de las importaciones en el consumo nacional de trigo panificable, y con Favila Tello y Armas Arévalos (2024), quienes encontraron una posición comercial deficitaria del trigo mexicano durante 2012–2021. Sin embargo, el periodo analizado en este trabajo permite observar que la reducción de la autosuficiencia y el aumento de la dependencia no corresponden únicamente a una situación reciente, sino que forman parte de una transformación de largo plazo en la estructura del abastecimiento. La persistencia de esta tendencia sugiere que el crecimiento de la disponibilidad interna no ha estado acompañado por una expansión equivalente de la capacidad productiva nacional.

4. Conclusiones

El análisis realizado permite identificar cambios importantes en la disponibilidad interna, la autosuficiencia alimentaria y la dependencia de las importaciones de trigo en México entre 1994 y 2024. Durante este periodo, el consumo aparente presentó una tendencia general creciente, aunque con fluctuaciones anuales. Sin embargo, este crecimiento no estuvo acompañado por un fortalecimiento de la producción nacional, sino por una expansión considerable de las importaciones. En consecuencia, la mayor disponibilidad de trigo en el mercado interno se sostuvo progresivamente con producto procedente del exterior.

La disminución del Índice de Autosuficiencia Alimentaria muestra que la producción nacional perdió capacidad relativa para cubrir la disponibilidad interna. Al mismo tiempo, el crecimiento del Índice de Dependencia confirma que las importaciones adquirieron una participación cada vez mayor en el abastecimiento. La evolución opuesta de ambos indicadores permite sostener que la estructura de suministro de trigo se modificó en favor de una mayor presencia del mercado externo. La evidencia obtenida respalda en términos descriptivos la hipótesis planteada, ya que los resultados muestran una tendencia descendente de la autosuficiencia y un aumento de la dependencia de las importaciones durante el periodo estudiado.

Estos resultados no implican que el comercio exterior sea necesariamente desfavorable, pues las importaciones permiten complementar la oferta nacional y atender las necesidades de la industria, particularmente cuando la producción interna no coincide con el tipo de trigo requerido. No obstante, la creciente participación del abastecimiento externo pone de manifiesto la necesidad de fortalecer la capacidad productiva nacional, especialmente en aquellas variedades demandadas por la industria panificadora, y de considerar estrategias orientadas a mejorar la correspondencia entre la producción y las necesidades del mercado interno.

Finalmente, debido al carácter descriptivo de la investigación, los resultados permiten identificar tendencias y cambios en la composición del abastecimiento, pero no establecer relaciones causales entre la apertura comercial, las políticas agrícolas y el comportamiento de la producción o las importaciones. Estudios posteriores podrían incorporar variables relacionadas con precios, superficie sembrada, rendimiento, disponibilidad de agua, costos de producción y políticas de apoyo, con el propósito de explicar con mayor profundidad los factores asociados con la pérdida de autosuficiencia y el aumento de la dependencia externa del trigo en México.

5. Referencias

Libros

Durán Lima, J. E., & Álvarez, M. (2008). Indicadores de comercio exterior y política comercial: mediciones de posición y dinamismo comercial. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Revistas

Cruz Herrera, K. L., Valdivia Alcalá, R., Martínez Damián, M. Á., & Contreras Castillo, J. M. (2021). Autosuficiencia alimentaria en México: precios de garantía versus pagos directos al productor. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 12(6), 981–990.

Favila Tello, A. (2024). Análisis de los cultivos estratégicos básicos de México, a través del Índice de Autosuficiencia Alimentaria, 2011–2020. Espacio I+D, Innovación más Desarrollo, 13(35), 33–51.

Favila Tello, A., & Armas Arévalos, E. (2024). Competitividad internacional del trigo mexicano, 2012–2021: un análisis a través de indicadores comerciales. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas, 6(8), 1–16.

Referencias electrónicas

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). Una introducción a los conceptos básicos de la seguridad alimentaria. https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/49e470a7-a063-4f42-99b4-1849656ef9d1/content

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s. f.). FAOSTAT [Base de datos]. Recuperado el 15 de agosto de 2026, de https://www.fao.org/faostat/

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022, 11 de octubre). Cultivo de trigo en México: todo lo que debes saber. Gobierno de México. https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cultivo-de-trigo-en-mexico-todo-lo-que-debes-de-saber

Anexo 1.

Cuadro 2. Variables e indicadores del trigo en México, 1994–2024

Año	Producción	Exportaciones	Importaciones	Consumo Aparente	IAA	IDE
1994	4150920	88173	1413743	5476490	75.795263	0.25814765
1995	3468220	431775	1222653	4259098	81.430857	0.28706853
1996	3375008	102022	1979700	5252686	64.2529936	0.37689289
1997	3656594	401513	1801018	5056099	72.3204589	0.35620703
1998	3235080	116826	2473837	5592091	57.8509899	0.44238139
1999	3020889	333933	2658710	5345666	56.5109941	0.49735805
2000	3493210	548075.2	2794421	5739555.8	60.862027	0.4868706
2001	3275460	513001	3385801	6148260	53.274585	0.55069255
2002	3236183	439623	3139786	5936346	54.5147301	0.52890886
2003	2715800	565078	3499911	5650633	48.061872	0.61938388
2004	2321200	342969	3585471	5563702	41.7204228	0.6444398
2005	3015177	394578	3717624	6338223	47.5713303	0.58654042
2006	3378116	536372	3446635	6288379	53.7199809	0.54809594
2007	3515392	569194	3253305	6199503	56.7044165	0.52476868
2008	4019400	1397633	3217034	5838801	68.8394758	0.55097511
2009	4116161	1136317	2776926	5756770	71.5012238	0.48237571
2010	3676707	436995	3495480	6735192	54.5894905	0.51898743
2011	3627511	835908	4047832	6839435	53.0381676	0.59183719
2012	3274337	612499	4641718	7303556	44.8320928	0.63554219
2013	3357307	732745	4166753	6791315	49.4353008	0.61354141
2014	3669813.71	1263699.37	4503451.65	6909565.99	53.1120727	0.65177055
2015	3710706.27	909195.17	4182850.75	6984361.85	53.1287804	0.59888804
2016	3862914.27	1517088.01	4683804.74	7029631	54.9518783	0.66629454
2017	3503521	490030.92	4900848.18	7914338.26	44.268022	0.61923663
2018	2943445.12	838955.88	4920400.84	7024890.08	41.9002303	0.70042389
2019	3244062.03	736301.03	4804872.13	7312633.13	44.3624338	0.65706457
2020	2986689.24	255638	3698768.64	6429819.88	46.4505895	0.57525229
2021	3283613.73	318194.59	4434801.67	7400220.81	44.3718345	0.59927964
2022	3610847.35	84684.29	3938944.25	7465107.31	48.3696644	0.52764737
2023	3476026.8	126158.51	4022527.23	7372395.52	47.1492175	0.54562011
2024	2648377.74	34376.48	4277847.1	6891848.36	38.4276844	0.62071115

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

Nota: La producción, las importaciones, las exportaciones y el consumo aparente se expresan en toneladas; el IAA, en porcentaje; y el IDE, en proporción.

Cambio climático y estructura económica en los municipios del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca: una tipología territorial

Antonio Salazar Campos[1]

[1]Universidad del Istmo, Carretera Chihuitán Ixtepec S/N, C.P. 70110, Ciudad Ixtepec, Oaxaca. Autor de correspondencia: asalazar@bianni.unistmo.edu.mx

Resumen

El estudio examina la asociación de temperatura y la concentración de actividad económica productiva de los 46 municipios oaxaqueños ubicados en el área de influencia del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT). A partir de un diseño no experimental y de corte longitudinal, con un abordaje mixto de naturaleza explicativa, se combinaron procedimientos estadísticos y de análisis geoespacial para el lapso 2015–2024, empleando registros climáticos y el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Los resultados evidencian una elevada concentración territorial de la actividad económica y una marcada heterogeneidad productiva entre municipios. Asimismo, muestran que la exposición térmica no explica por sí sola las diferencias observadas en el desempeño económico municipal. Por el contrario, la capacidad adaptativa, la infraestructura, la conectividad y la especialización productiva emergen como factores determinantes para comprender la resiliencia económica territorial. Se propone una tipología económico-climática de cinco categorías que permite identificar territorios con distintos niveles de vulnerabilidad y potencial de desarrollo. Se concluye que la planificación regional del CIIT requiere incorporar criterios diferenciados de adaptación climática y fortalecimiento productivo para reducir las brechas territoriales existentes y consolidar un desarrollo regional sostenible.

Palabras clave: Cambio climático; Desarrollo regional; Análisis geoespacial; Estructura económica; Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec.

Abstract

This study examines the association between temperature and the concentration of productive economic activity across the 46 municipalities of Oaxaca located within the area of influence of the Interoceanic Corridor of the Isthmus of Tehuantepec (CIIT). Using a non-experimental longitudinal design and an explanatory mixed-methods approach, statistical and geospatial analysis techniques were combined for the 2015–2025 period, drawing on climate records and data from the National Statistical Directory of Economic Units (DENUE). The findings reveal a high territorial concentration of economic activity and marked productive heterogeneity among municipalities. They also indicate that thermal exposure alone does not account for the observed differences in municipal economic performance. Instead, adaptive capacity, infrastructure, connectivity, and productive specialization emerge as key factors for understanding territorial economic resilience. A five-category economic–climate typology is proposed to identify territories with different levels of vulnerability and development potential. The study concludes that regional planning within the CIIT should incorporate differentiated climate adaptation strategies and

productive strengthening policies to reduce existing territorial disparities and promote sustainable regional development.

Keywords: Climate change; Regional development; Geospatial analysis; Economic structure; Interoceanic Corridor of the Isthmus of Tehuantepec.

Introducción

La literatura internacional sobre economía del cambio climático ha consolidado evidencia robusta acerca de los efectos heterogéneos de la temperatura sobre el desarrollo económico. En el contexto asiático, Somanathan et al. (2021) documentaron reducciones de 2 a 4 % en la productividad laboral manufacturera por cada grado Celsius adicional en días de calor extremo en India, mientras que Yuan et al (2022) evidenció que los choques térmicos comprometen la producción industrial y la innovación empresarial en China. Por su parte, Feng, Krueger y Oppenheimer (2010) establecieron empíricamente el canal agrícola-migratorio como mecanismo causal central en la dinámica climática de México, demostrando que las anomalías térmicas reducen los rendimientos de cultivo y aceleran la emigración hacia Estados Unidos. Estos hallazgos configuran un marco de referencia para comprender cómo el estrés térmico modula los sistemas productivos en economías en desarrollo.

Desde la perspectiva de la modelación integrada, Takakura et al. (2019) demostraron que las trayectorias de desarrollo socioeconómico resultan tan determinantes como las trayectorias de emisiones para proyectar los impactos económicos del cambio climático, descomponiendo la incertidumbre en proyecciones multiregionales y multisectoriales. Shiogama, Takakura y Takahashi (2022) ampliaron este enfoque mediante el desarrollo de emuladores de impacto climático que permiten evaluar miles de escenarios sin simulaciones completas, facilitando la evaluación rápida de políticas de mitigación. En el ámbito del costo social del carbono, Cai y Lontzek (2019) extendieron el modelo DICE de Nordhaus incorporando incertidumbre estocástica, demostrando que la inclusión de riesgos económicos y climáticos eleva sustancialmente dicho costo y lo convierte en un proceso estocástico con variación significativa. Weitzman (2014), con su Teorema Pesimista sobre distribuciones de cola gruesa, sostuvo que la disposición a pagar para evitar el riesgo climático puede ser arbitrariamente grande cuando la aversión al riesgo supera cierto umbral, justificando una postura precautoria en territorios de alta vulnerabilidad.

La dimensión biofísica del análisis territorial demanda la incorporación de dinámicas hidrológicas y del ciclo del carbono. Oki y Kanae (2006), en su artículo seminal publicado en Science, cuantificaron que aproximadamente 2,400 millones de personas vivían bajo estrés hídrico, estableciendo que el cambio climático acelera el ciclo del agua pero que los cambios en patrones estacionales y eventos extremos pueden contrarrestar este efecto. Ito (2011) desarrolló un meta análisis histórico de la productividad primaria neta terrestre global, demostrando convergencia hacia valores de 56.2 Pg C año^{-1} con tendencias crecientes asociadas al efecto fertilización del CO_2, y desarrolló el modelo VISIT para simular el intercambio de gases de efecto invernadero entre la atmósfera y los ecosistemas terrestres. Cazcarro, Duarte y Sánchez-Chóliz (2013) construyeron el primer modelo multiregional de input-output para España (MRIO España) para

evaluar flujos de agua virtual y huellas hídricas regionales, revelando desequilibrios significativos entre origen y destino de los recursos hídricos.

El análisis espacial de la vulnerabilidad climática ha avanzado mediante la integración de técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica. Deng, Guneralp y Su (2014) sistematizaron la modelación climática de los cambios en el uso del suelo con aplicaciones a escenarios nacionales en China, integrando datos satelitales y modelos estadístico-espaciales. Kim, Moon y Park (2021) aplicaron análisis de componentes principales, SIG e índices compuestos de vulnerabilidad para evaluar impactos sectoriales del cambio climático a escala subnacional en Corea del Sur, demostrando que la vulnerabilidad climática posee una estructura espacial heterogénea cartografiable mediante indicadores compuestos. Nam, Waugh, Paltsev, Reilly y Karplus (2013) analizaron los cobeneficios de políticas climáticas y de control de contaminación del aire en China mediante modelos CGE y SIG, abordando la geografía económica del cambio climático y la transformación de estructuras económicas regionales.

La dimensión de resiliencia y desigualdad articula el análisis climático con el diseño de políticas públicas se índica por medio de Hallegatte, Vogt-Schilb, Bangalore y Rozenberg (2016) cuantificaron que el cambio climático podría añadir entre 32 y 132 millones de personas en pobreza extrema para 2030, amenazando la reducción de la pobreza al incrementar el riesgo de desastres para los más vulnerables. Fankhauser (2017) analizó las barreras de mercado y de gobernanza que impiden una adaptación eficiente, destacando el papel de la legislación climática nacional como señal de compromisos de largo plazo, por otro lado, Sgobbi y Carraro (2008) evaluaron los impactos económicos sectoriales del cambio climático en Italia utilizando modelos CGE, mientras que Bosello, Carraro y De Cian (2010) demostraron que la adaptación puede reducir los costos de mitigación de manera sustancial. Mysiak et al. (2019) desarrollaron un índice integral de resiliencia ante desastres para regiones italianas, conectando la planificación de adaptación con instrumentos de cohesión territorial, sin embargo, Hildrum, Svare, Finsrud y Vareide (2014) analizaron la reestructuración de la región industrial de Grenland en Noruega, aplicando un marco de evolución path-dependiente para entender transiciones económicas profundas en regiones dependientes de industrias emisoras de carbono, así mismo, Stansbury, Turner y Balls (2023) documentaron que la desigualdad regional en el Reino Unido está dominada por brechas de productividad entre Londres/Sureste y el resto del país, marco relevante para entender cómo el cambio climático interactúa con desigualdades espaciales preexistentes.

La dimensión de mitigación y transición energética regional indica que por medio de Markandya, González-Eguino, Criqui y Mima (2014) evaluaron la estabilización climática bajo diversos escenarios de crecimiento, demostrando que la inclusión de políticas de mitigación tempranas reduce los costos totales de la transición, otros autores como Eboli, Parrado y Roson (2010) exploraron los mecanismos de retroalimentación del cambio climático sobre el crecimiento económico mediante un modelo de equilibrio general dinámico, mostrando que los daños no lineales comprometen la sostenibilidad del crecimiento a largo plazo, por otro lado, Burke, Davis y Diffenbaugh (2018) estimaron que el cumplimiento de los objetivos internacionales de mitigación climática podría reducir significativamente los daños económicos derivados del aumento de las temperaturas globales. Sus resultados muestran que la limitación del calentamiento

global genera beneficios económicos sustanciales, especialmente en regiones vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, al disminuir las pérdidas de productividad y crecimiento económico. Sun, Li y Wang (2018) analizaron la optimización de la estructura de consumo energético de China bajo restricciones de carbono, empleando modelos de evaluación regional y enfoques multicriterio, por lo que, Link y Tol (2010) estimaron el impacto económico de cambios de temperatura inducidos por un colapso de la circulación termohalina sobre las pesquerías del Mar de Barents, ilustrando cómo eventos de baja probabilidad y alto impacto afectan sectores productivos específicos.

El Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT) opera en un territorio de alta complejidad climática y socioeconómica: 40 de sus 46 municipios exhiben estructuras productivas fragmentadas y baja capacidad adaptativa, mientras que los seis polos económicos (Juchitán, Tehuantepec, Salina Cruz, Ciudad Ixtepec, San Blas Atempa y Matías Romero) concentran la mayor densidad empresarial pero también registran las temperaturas máximas más elevadas, hasta 34 °C. Esta dualidad territorial exige un marco analítico capaz de articular escalas y dimensiones, lo cual constituye precisamente el aporte de las referencias aquí integradas. El propósito de este estudio es analizar las repercusiones del cambio climático —en particular el aumento de la temperatura máxima— sobre la estructura productiva de los 46 municipios de Oaxaca que se localizan en el Istmo de Tehuantepec, mediante la construcción de una tipología económico-climática que permita clasificar a los municipios de conformidad con su nivel de desarrollo productivo y su grado de exposición térmica.

El presente estudio sostiene que la incorporación ordenada de la variable climática en los procesos de decisión económica y de ordenamiento territorial constituye una necesidad de integración por los tomadores de decisiones. Se plantea que la diferenciación de estrategias de desarrollo atendiendo al perfil económico-climático de cada municipio resultará determinante para fortalecer la resiliencia económica regional y capitalizar las oportunidades de desarrollo vinculadas al Corredor Interoceánico, en un contexto motivado por la incertidumbre climática.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de esta investigación se adoptó un esquema metodológico de naturaleza mixta, con orientación explicativa y un alcance de carácter territorial, cuyo propósito central fue examinar la relación entre el cambio climático y la configuración productiva en el Istmo de Tehuantepec. El diseño implementado fue no experimental y de tipo longitudinal, en tanto se analizaron variables climáticas y económicas correspondientes al periodo 2015–2025 sin intervención directa sobre ellas. Dicho esquema facilitó la integración de evidencia cuantitativa —obtenida mediante análisis estadístico y geoespacial— con elementos provenientes de la revisión documental especializada, lo cual enriquece la comprensión del fenómeno desde una perspectiva multidimensional.

Zona de análisis

La zona bajo estudio comprende los municipios que conforman el área de influencia del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT) dentro del estado de Oaxaca, una región del sur de México considerada estratégica por su relevancia logística y su cada vez mayor dinamismo económico. Desde una óptica territorial, el Istmo de Tehuantepec exhibe condiciones de marcada

heterogeneidad estructural y vulnerabilidad climática, lo cual lo convierte en un escenario propicio para explorar la interacción entre factores ambientales y económicos.

Orígenes de los datos

El trabajo se apoya en fuentes de carácter secundario, tanto oficiales como académicas, con el fin de asegurar la validez y la confiabilidad de la información empleada:

- Registros climáticos: datos de temperatura máxima y reportes del Intergovernmental Panel on Climate Change (2021), complementados con bases climatológicas de alcance nacional.
- Información económica: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2024).
- Datos territoriales: delimitaciones municipales y coordenadas geográficas.
- Material documental: artículos científicos indexados, informes institucionales y bibliografía especializada en cambio climático y economía regional.

Procesamiento estadístico

Se obtuvieron indicadores descriptivos de la temperatura máxima anual promedio para el periodo 2015–2024, con la finalidad de detectar tendencias en el comportamiento climático. De manera paralela, se organizó y sistematizó la información referente a las unidades económicas por municipio, atendiendo a su distribución y grado de concentración. El empleo de estadística descriptiva constituye un recurso esencial para la exploración preliminar de datos y el reconocimiento de patrones.

Representación geoespacial (SIG)

Se recurrió a Sistemas de Información Geográfica (SIG) para georreferenciar los municipios y producir la representación cartográfica de las variables objeto de estudio. Mediante mapas temáticos y símbolos proporcionales, se exploró la distribución espacial de las unidades económicas y su vinculación con la temperatura máxima. La utilización de SIG en investigaciones de corte económico-territorial permite revelar configuraciones espaciales, agrupamientos y desigualdades regionales, contribuyendo así al examen de la dinámica del desarrollo.

Planteamiento analítico

La investigación se sustenta en un abordaje económico-territorial que conjuga elementos de la economía regional, la geografía económica y la sostenibilidad. Dentro de este marco, las unidades económicas operan como indicador proxy de la estructura productiva regional, mientras que la temperatura máxima se emplea como variable de presión climática. Este planteamiento permite examinar de qué manera las condiciones climáticas inciden en la configuración espacial de la actividad económica, en consonancia con los postulados de la economía ambiental y regional.

Se postula que la clasificación de las unidades económicas registradas en los 46 municipios oaxaqueños que componen el área de influencia del CIIT en el estado de Oaxaca permite aprehender la importancia que adquiere la instalación de parques industriales como instrumento

de dinamización del desarrollo económico y social de la zona. Dicha clasificación posibilita identificar patrones de concentración, diversificación y densidad empresarial, factores decisivos para evaluar el potencial productivo de cada territorio. No obstante, el tratamiento de más de 49,257 registros de unidades económicas representa un reto metodológico considerable, que requiere el empleo de herramientas avanzadas de analítica de datos para procesar, sistematizar e interpretar la información disponible.

Lo anterior garantiza los siguientes aspectos:

- Empleo de fuentes oficiales y verificables.
- Cruce de métodos cuantitativos y cualitativos.
- Examen territorial respaldado por herramientas geoespaciales.
- Fundamentación teórica en literatura indexada.

La articulación de estos componentes refuerza tanto la validez interna como la externa del estudio, y al mismo tiempo posibilita su replicación en otros contextos territoriales.

Resultados y discusión

Cabe señalar que los municipios comprendidos en el área de estudio del CIIT en el estado de Oaxaca —a los que en lo sucesivo se denominará municipios CIIT— se agrupan de la manera siguiente:

Cuadro 1. Distribución de municipios del CIIT según el número de unidades económicas.

Cantidad	Municipios
0 a 99 unidades económicas	7
100 a 199 unidades económicas	6
200 a 299 unidades económicas	5
300 a 399 unidades económicas	7
400 a 499 unidades económicas	1
500 a 599 unidades económicas	3
600 a 699 unidades económicas	2
700 a 799 unidades económicas	1
800 a 899 unidades económicas	2
900 a 999 unidades económicas	2
1000 a 1099 unidades económicas	2
1400 a 1499 unidades económicas	1
1700 a 1799 unidades económicas	1
2000 a 2999 unidades económicas	3
5000 a 5999 unidades económicas	1
6000 a 6999 unidades económicas	1
12,000 a 12,999 unidades económicas	1

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 1 se exhibe la forma en que se distribuyen los municipios integrantes del área de influencia del CIIT, estratificados conforme al número de unidades económicas registradas. Se advierte una notable concentración de municipios en los tramos más bajos, en especial entre 0 y 399 unidades económicas, lo que denota una estructura productiva predominantemente fragmentada. En contrapartida, un contingente reducido de municipios acumula volúmenes superiores de actividad económica, rebasando las 2,000 unidades, lo cual pone en evidencia la presencia de asimetrías territoriales de gran magnitud en la conformación del tejido empresarial de la zona.

Cuadro 2. Total de unidades económicas en los municipios CIIT por sector.

Tipo de unidades económicas en los municipios CIIT	Total
(55) Corporativos	2
(21) Minería	12
(49) Transportes, correos y almacenamiento (parte 2)	41
(23) Construcción	69
(22) Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	107
(51) Información en medios masivos	165
(48) Transportes, correos y almacenamiento (parte 1)	174
(53) Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes	259
(71) Servicios de esparcimiento culturales y deportivos	311
(56) Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos	433
(54) Servicios profesionales, científicos y técnicos	438
(93) Actividades legislativas, gubernamentales y de impartición de justicia	445
(52) Servicios financieros y de seguros	495
(43) Comercio al por mayor	694
(32) Industrias manufactureras (parte 2)	765
(11) Agricultura, cría y explotación de animales	793
(61) Servicios educativos	982
(33) Industrias manufactureras (parte 3)	1,226
(62) Servicios de salud y de asistencia social	1,250
(81) Otros servicios excepto actividades gubernamentales	4,511

(72) Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	7,833
(31) Industrias manufactureras (parte 1)	12,260
(46) Comercio al por menor	15,992
Total	49,257

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 2 expone la composición sectorial de las unidades económicas en los municipios del área de influencia del CIIT, poniendo de relieve una heterogeneidad acentuada en la estructura del aparato productivo regional. En términos globales, se registran 49,257 unidades económicas, cifra que refleja una base empresarial considerable, aunque fuertemente inclinada hacia actividades de baja y mediana complejidad.

El sector de comercio al por menor sobresale de manera preponderante, con 15,992 unidades económicas, lo que lo posiciona como el componente principal de la actividad económica de la zona. Este patrón es congruente con economías locales orientadas al consumo interno y con escasa integración a mercados externos. En segundo lugar, las industrias manufactureras, consideradas en conjunto (códigos 31, 32 y 33), suman 14,251 unidades económicas, lo que sugiere la presencia de una base productiva relevante con posibilidades de articulación hacia procesos industriales de mayor complejidad.

De igual forma, el sector de servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas alcanza 7,833 unidades, lo que refleja la relevancia de las actividades asociadas al turismo y a los servicios básicos. La categoría de "otros servicios excepto actividades gubernamentales" agrupa 4,511 unidades, lo que evidencia una fuerte presencia de actividades informales o de baja especialización.

En cambio, sectores considerados estratégicos para el desarrollo económico, tales como los servicios profesionales, científicos y técnicos (438 unidades), los servicios financieros y de seguros (495 unidades) y la información en medios masivos (165 unidades), muestran una participación relativamente escasa. Esta situación evidencia una sofisticación limitada del aparato productivo, así como restricciones en la generación de valor agregado y en la capacidad de innovación de la región.

Respecto a los sectores primarios, la agricultura, ganadería y actividades afines reúnen 793 unidades económicas, en tanto que la minería apenas registra 12 unidades, lo que revela una baja diversificación en actividades extractivas. Sectores fundamentales para la infraestructura, como la construcción (69 unidades) y la generación y distribución de energía (107 unidades), mantienen una participación marginal en términos relativos.

En su conjunto, la configuración observada permite reconocer un patrón económico definido por el predominio de actividades comerciales y de servicios tradicionales, acompañado de una base manufacturera en fase de consolidación. Este panorama subraya la necesidad de implementar estrategias de desarrollo encaminadas a la diversificación productiva, el fortalecimiento de

sectores de alto valor agregado y la integración de los municipios del CIIT en cadenas de valor tanto regionales como internacionales.

Cuadro 3. Tipología conjunta económico-climática de los municipios CIIT.

Grupo	Unidades económicas	Grados (°C)	Territorio
G1	0–199	30.5–32	Rural vulnerable
G2	200–499	31–32.5	Transición
G3	500–999	31.5–33	Diversificación incipiente
G4	1000–2999	32–33.5	Nodo regional
G5	3000+	32.5–34	Polo económico

Fuente: Elaboración propia.

La tipología conjunta articula dos ejes fundamentales del análisis territorial: por un lado, la estructura económica, representada mediante el número de unidades económicas; por otro, las condiciones climáticas, cuantificadas a través de la temperatura máxima promedio anual. La integración de ambas dimensiones permite elaborar una clasificación municipal que facilita el reconocimiento de patrones diferenciados de desarrollo en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

En una primera instancia, los Grupos G1 y G2, que abarcan municipios con entre 0 y 499 unidades económicas, exhiben niveles de desarrollo económico bajos o muy bajos. Estos territorios se distinguen por una escasa densidad empresarial, el predominio de actividades primarias o de comercio de subsistencia y una capacidad reducida de articulación productiva. Desde la perspectiva climática, se sitúan en rangos de temperatura entre 30.5 °C y 32.5 °C, lo que indica que, aunque enfrentan condiciones térmicas relevantes, estas no constituyen el principal obstáculo para su desarrollo, sino que lo es más bien su propia estructura económica.

En un plano intermedio, los Grupos G3 y G4 corresponden a una fase de desarrollo en transición, con entre 500 y 2,999 unidades económicas. Dichos municipios comienzan a mostrar señales de diversificación productiva, con una presencia más notable de servicios y de actividades manufactureras incipientes. En términos espaciales, empiezan a consolidarse como nodos regionales con mayor conectividad y dinamismo económico. Las temperaturas en estos grupos fluctúan entre 31.5 °C y 33.5 °C, lo que apunta a una exposición moderada ante condiciones climáticas elevadas, aunque con capacidades crecientes de adaptación derivadas de su estructura económica.

Por último, el Grupo G5 reúne a los municipios de mayor densidad económica, que superan las 3,000 unidades económicas. Estos territorios se erigen como polos económicos estratégicos, caracterizados por una alta concentración empresarial, infraestructura superior y un mayor potencial de integración en cadenas de valor regionales e internacionales, en particular en el marco del CIIT. No obstante, también registran los niveles más altos de temperatura (hasta 34 °C), lo cual

entraña riesgos más acuciantes asociados al cambio climático, especialmente en materia de estrés térmico, demanda energética y sostenibilidad urbana.

En su conjunto, la tipología pone de manifiesto que, si bien existe una relativa homogeneidad climática en la región, las disparidades en el grado de desarrollo económico resultan signativas. Ello sugiere que la temperatura opera como un factor condicionante, aunque no determinante, del desarrollo territorial. En consecuencia, las políticas públicas deben orientarse a fortalecer la estructura productiva, mejorar la infraestructura y fomentar la diversificación económica, con especial énfasis en los municipios de menor desarrollo, a la par que se implementan estrategias de adaptación climática en los polos económicos más dinámicos.

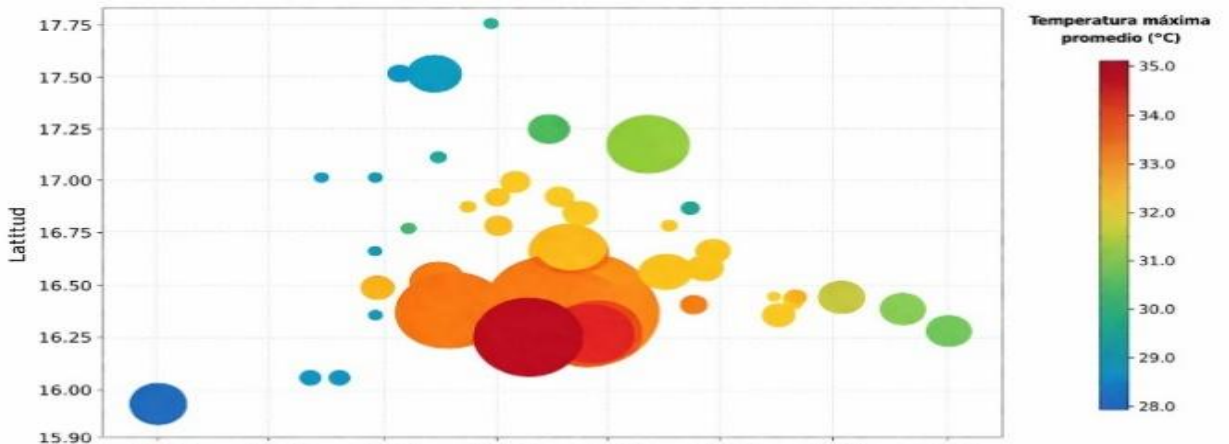
Análisis geoespacial

El examen geoespacial realizado con Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Figura 1) hace posible reconocer configuraciones territoriales diferenciadas en el Istmo de Tehuantepec, al poner de relieve una concentración importante de unidades económicas en los municipios litorales y urbanos, con especial protagonismo de Salina Cruz, Tehuantepec y Juchitán. Dichos resultados corroboran la existencia de un corredor económico regional de alta densidad empresarial, en contraste con extensas áreas de baja actividad económica. Además, el mapa revela que las zonas de mayor dinamismo económico coinciden con aquellas de mayor temperatura, lo cual indica que las condiciones climáticas no constituyen un limitante directo, sino que su impacto se halla mediado por la capacidad estructural de cada territorio.

El análisis espacial evidencia que las áreas con mayor temperatura (32.5–34 °C) coinciden con una mayor densidad económica, infraestructura logística desarrollada y proximidad al litoral. Esto apunta a que la temperatura no constriñe de manera directa la actividad económica, sino que sus efectos están modulados por factores estructurales como la conectividad, la inversión pública y la especialización productiva.

El SIG revela una dualidad territorial: por una parte, zonas dinámicas que configuran un clúster económico con alta concentración de unidades económicas y una integración más pronunciada al CIIT; por otra, zonas rezagadas y dispersas, caracterizadas por una baja densidad empresarial, aislamiento geográfico y infraestructura limitada. Esto refuerza el hallazgo de que 40 municipios requieren estrategias de desarrollo diferenciadas.

Figura 1. Relación espacial entre temperatura máxima promedio anual y concentración de unidades económicas en los municipios del área de influencia del CIIT en el estado de Oaxaca. La escala de color muestra la temperatura máxima promedio en grados Celsius, y el tamaño de cada círculo representa la magnitud de unidades económicas por municipio.



Fuente: Elaboración propia con datos climáticos y DENUE (INEGI, 2024), procesados en Python/Matplotlib con datos NASA POWER / DENUE-INEGI.

Discusión

La aplicación de la tipología económico-climática permite identificar una configuración territorial sumamente concentrada y jerarquizada entre los municipios del Istmo de Tehuantepec. En particular, los municipios de (20515) Santo Domingo Tehuantepec, (20079) Salina Cruz y (20043) Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza se sitúan en el Grupo G5 (polo económico, nivel muy alto), al superar las 5,000 unidades económicas cada uno. Estos municipios representan los principales centros económicos de la región, caracterizados por una densidad empresarial elevada y una mayor diversificación sectorial, lo cual les otorga ventajas comparativas para su inserción en cadenas de valor nacionales e internacionales.

Desde la óptica climática, estos territorios se localizan en rangos de temperatura máxima promedio entre 32.5 °C y 34.0 °C, lo que supone condiciones de alta exposición térmica. Sin embargo, su capacidad económica y su nivel relativamente avanzado de infraestructura les confieren una mayor resiliencia frente a los efectos del cambio climático, posicionándolos como nodos estratégicos dentro del CIIT.

En un escalón inferior, los municipios de (20014) Ciudad Ixtepec, (20124) San Blas Atempa y (20057) Matías Romero Avendaño se ubican en el Grupo G4 (nivel económico medio-alto), con registros de entre 2,000 y 2,999 unidades económicas. Estos municipios cumplen la función de nodos intermedios de articulación territorial, con una estructura productiva en proceso de consolidación y un potencial considerable para alcanzar grados superiores de desarrollo económico, particularmente si se refuerzan sus capacidades logísticas y de conectividad.

El análisis integrado permite concluir que solo seis municipios del CIIT (G4 y G5) reúnen condiciones estructurales propicias para el desarrollo de una industria orientada a la exportación, en línea con los objetivos estratégicos del programa del corredor interoceánico. Por el contrario, los 40 municipios restantes se concentran en los grupos G1, G2 y G3, definidos por una densidad económica baja o media, escasa diversificación productiva y una capacidad reducida de integración a mercados globales.

Este resultado pone de manifiesto una brecha territorial considerable, donde la mayoría de los municipios necesitan transitar hacia esquemas de desarrollo más robustos. En consecuencia, se torna indispensable la formulación e implementación de planes estratégicos municipales, orientados a:

- Reforzar la infraestructura urbana y logística.
- Impulsar la formalización y consolidación del empresariado.
- Fomentar la diversificación productiva.
- Mejorar las condiciones sociales y económicas de la población.

De igual manera, es preciso subrayar que la mera existencia de unidades económicas no garantiza la consolidación de negocios sostenibles. Por tanto, se sugiere complementar el análisis cuantitativo con trabajo de campo y muestreo dirigido, que permita determinar la calidad, el tamaño, el nivel de formalidad y el potencial de crecimiento de dichas unidades.

En su conjunto, estos resultados ponen de relieve que el Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca exhibe una estructura territorial de carácter dual, en la que un número limitado de municipios concentra de manera simultánea una mayor densidad económica y una mayor exposición térmica. Esta situación plantea un desafío de política pública diferenciado: mientras los municipios G1–G3 demandan políticas orientadas al fortalecimiento de la base productiva y la formalización empresarial como requisito previo a cualquier estrategia de adaptación climática, los municipios G4–G5 requieren la incorporación inmediata de criterios de sostenibilidad en la planificación urbana e industrial, con especial atención en el contexto de la expansión de parques industriales vinculados al CIIT. Desde una perspectiva comparada, el caso del Istmo de Tehuantepec muestra similitudes con otros corredores económicos de elevada vulnerabilidad climática en América Latina, donde la convergencia entre presión de desarrollo industrial e impactos climáticos intensos exige instrumentos de planeación territorial sustentados en evidencia.

Conclusiones

El trabajo aquí presentado examinó la relación entre el incremento de la temperatura máxima y la estructura productiva de los 46 municipios oaxaqueños incluidos en el área de influencia del CIIT durante el periodo 2015–2024. Los resultados de carácter cuantitativo ponen de manifiesto una desigualdad territorial acentuada: los grupos G1, G2 y G3 —que engloban 40 de los 46 municipios— presentan aparatos productivos fragmentados, un predominio de actividades comerciales de baja complejidad y una elevada vulnerabilidad frente al estrés térmico, dada su escasa infraestructura de adaptación. En contraste, los municipios clasificados en G4 (Ciudad Ixtepec, San Blas Atempa, Matías Romero Avendaño) y G5 (Juchitán, Tehuantepec, Salina Cruz) acumulan la mayor densidad económica de la región; no obstante, también experimentan las temperaturas máximas más elevadas (hasta 34 °C), lo que los expone a riesgos considerables de estrés térmico, presión sobre la demanda energética, merma de la productividad laboral en sectores intensivos en mano de obra, y deterioro de las condiciones sanitarias y de bienestar social en poblaciones urbanas vulnerables.

Un resultado transversal del estudio es que la temperatura no limita de forma directa la actividad económica, sino que su influencia está supeditada a condiciones estructurales preexistentes: infraestructura, conectividad, diversificación productiva y capital institucional. Este hallazgo dialoga con la evidencia internacional: Somanathan et al. (2021) demostraron que la productividad laboral manufacturera en India disminuye 2–4 % por grado Celsius en días de calor extremo, pero que el control climático en los lugares de trabajo mitiga significativamente estas pérdidas. Li (2022) evidenció que los choques térmicos impactan negativamente la producción industrial y la innovación empresarial en China, con efectos diferenciados según la intensidad del capital y la ubicación climática de las firmas. Para el CIIT, donde la manufactura concentra 14,251 unidades económicas, estos hallazgos sugieren que el estrés térmico constituye un riesgo operativo cuantificable que demanda atención explícita en la planificación de parques industriales.

Ello implica que la acción climática en la región debe ser territorialmente diferenciada: para los municipios G1–G3, las prioridades consisten en fortalecer la base productiva, promover la formalización empresarial y desarrollar infraestructura básica resiliente, en línea con los hallazgos de Hallegatte et al. (2016) sobre la resiliencia de los pobres y de Fankhauser (2017) sobre las barreras de adaptación. Para los municipios G4–G5, resulta impostergable la implementación de estrategias de adaptación climática en la planificación urbana e industrial, que abarquen sistemas de enfriamiento pasivo, eficiencia energética, gestión del agua y políticas de salud pública vinculadas al estrés térmico, tomando como referencia las experiencias de Kim, Moon y Park (2021) en Corea del Sur y de Nam et al. (2013) en China.

La utilización de herramientas de analítica de datos y ciencia de datos geoespaciales —como las empleadas en este estudio— se consolida como un recurso metodológico esencial para la planeación territorial basada en evidencia. La tipología económico-climática propuesta (G1–G5) constituye un instrumento replicable para clasificar municipios de acuerdo con su perfil de desarrollo y su exposición climática, y puede ser aprovechado por gobiernos municipales, instancias de planeación del CIIT y otros actores del desarrollo regional para priorizar inversiones y diseñar políticas diferenciadas. Los hallazgos de este trabajo revisten implicaciones concretas para diversos actores del desarrollo regional. Para los gobiernos municipales de los grupos G1–G3, la prioridad inmediata debe centrarse en robustecer la infraestructura productiva básica y promover la formalización empresarial como condición previa a cualquier estrategia de adaptación climática. Para los municipios G4–G5, urge incorporar criterios de sostenibilidad en la planificación urbana e industrial, contemplando sistemas de eficiencia energética, gestión del agua y protocolos de salud pública ligados al estrés térmico. Finalmente, para las instancias de planeación del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec (CIIT), este estudio ofrece una base de clasificación territorial susceptible de orientar la priorización de inversiones y el diseño de políticas públicas diferenciadas, asegurando que la expansión del corredor contribuya a reducir, y no a profundizar, las asimetrías territoriales existentes en la región. Como sostienen Takakura et al. (2019), las trayectorias de desarrollo socioeconómico son tan determinantes como las trayectorias de emisiones para proyectar el impacto climático; en consecuencia, las decisiones que se tomen hoy en el CIIT condicionarán las vulnerabilidades de las próximas décadas. La incorporación de criterios de carbono en la evaluación de inversiones, siguiendo el marco de Cai y Lontzek (2019), y la adopción de posturas precautorias ante incertidumbre profunda, en línea con Weitzman (2014), constituyen imperativos metodológicos para la planeación regional en contextos de alta exposición térmica.

Literatura citada

Bosello, F., Carraro, C., & De Cian, E. (2010). Climate policy and the optimal balance between mitigation, adaptation and unavoided damage. *Climate Change Economics.* 1(2), 71–92. https://doi.org/10.1142/S201000781000008X

Burke, M., Hsiang, S. M., & Miguel, E. (2015). Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature.* 527(7577), 235–239. https://doi.org/10.1038/nature15725

Cai, Y., & Lontzek, T. S. (2019). The social cost of carbon with economic and climate risks. Journal of Political Economy. 127(6), 2684–2734. https://doi.org/10.1086/701890

Cazcarro, I., Duarte, R., & Sánchez-Chóliz, J. (2013). Multiregional input–output model for the evaluation of Spanish water flows. *Environmental Science & Technology.* 47(21), 12275–12283. https://doi.org/10.1021/es4019964

Dellink, R., Lanzi, E., & Chateau, J. (2019). The sectoral and regional economic consequences of climate change to 2060. *Environmental and Resource Economics.* 72(2), 309–363. https://doi.org/10.1007/s10640-017-0197-5

Deng, X. Z., Guneralp, B., & Su, H. B. (2014). Observations and modeling of the climatic impact of land-use changes. *Advances in Meteorology.* 2014, 718695. https://doi.org/10.1155/2014/718695

Eboli, F., Parrado, R., & Roson, R. (2010). Climate-change feedback on economic growth: Explorations with a dynamic general equilibrium model. *Environment and Development Economics.* 15(5), 515–533. https://doi.org/10.1017/S1355770X10000252

Fankhauser, S. (2017). Adaptation to climate change. *Annual Review of Resource Economics.* 9, 209–230. https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-033554

Feng, S., Krueger, A. B., & Oppenheimer, M. (2010). Linkages among climate change, crop yields and Mexico–US cross-border migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 107(32), 14257–14262. https://doi.org/10.1073/pnas.1002632107

Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., Bangalore, M., & Rozenberg, J. (2016). Unbreakable: Building the resilience of the poor in the face of natural disasters. *World Bank Publications.* https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0673-5

Hildrum, J. M., Svare, H., Finsrud, H. D., & Vareide, K. (2014). The restructuring of the old industrial region of Grenland in Norway: Between lock-in, adjustment, and renewal. Norsk Geografisk Tidsskrift. *Norwegian Journal of Geography*. 68(2), 121–132. https://doi.org/10.1080/00291951.2014.894566

Ito, A. (2011). A historical meta-analysis of global terrestrial net primary productivity: Are estimates converging? *Global Change Biology*. 17(10), 3161–3175. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02450.x

Kainuma, M., Matsuoka, Y., Morita, T., Masui, T., & Takahashi, K. (2004). Analysis of global warming stabilization scenarios: *The Asian-Pacific Integrated Model. Energy Economics*. 26(4), 775–789. https://doi.org/10.1016/S0140-9883(04)00039-8

Kim, S., Moon, T. H., & Park, C. S. (2021). Analyzing climate change impacts on health, energy, water resources, and biodiversity sectors for effective climate change policy in South Korea. *Scientific Reports.* 11, 17512. https://doi.org/10.1038/s41598-021-97108-7

Yuan, B., Cui, Y., Wang, X., & Xu, H. (2022). Study on the heterogeneity of China's agricultural economic growth in the context of temperature shocks. *Scientific Reports.* 12, 10440. https://doi.org/10.1038/s41598-022-11877-3

Link, P. M., & Tol, R. S. J. (2010). Estimation of the economic impact of temperature changes induced by a shutdown of the thermohaline circulation: An application of FUND. Climatic Change, 104(2), 287–304. https://doi.org/10.1007/s10584-009-9796-7

Markandya, A., González-Eguino, M., Criqui, P., & Mima, S. (2014). Low climate stabilisation under diverse growth and convergence scenarios. *Energy Policy.* 64, 288–301. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.088

Marzi, S., Mysiak, J., Essenfelder, A. H., & Amadio, M. (2019). Constructing a comprehensive disaster resilience index: The case of Italy. PLOS ONE, 14(9), e0221585. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221585

Nam, K.-M., Waugh, C. J., Paltsev, S., Reilly, J. M., & Karplus, V. J. (2013). Carbon co-benefits of tighter SO_2 and NO_x regulations in China. *Global Environmental Change.* 23(6), 1648–1661. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.09.008

Oki, T., & Kanae, S. (2006). Global hydrological cycles and world water resources. Science, 313(5790), 1068–1072. https://doi.org/10.1126/science.1128845

Sgobbi, A., & Carraro, C. (2008). Climate change impacts and adaptation strategies in Italy: An economic assessment. FEEM Working Paper No. 6.2008. https://doi.org/10.2139/ssrn.1086627

Shiogama, H., Takakura, J., & Takahashi, K. (2022). Uncertainty constraints on economic impact assessments of climate change simulated by an impact emulator. *Environmental Research Letters*, 17(12), 124028. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aca68d

Somanathan, E., Somanathan, R., Sudarshan, A., & Tewari, M. (2021). The impact of temperature on productivity and labor supply: Evidence from Indian manufacturing. *Journal of Political Economy*, 129(6), 1797–1827. https://doi.org/10.1086/713733

Stansbury, A., Turner, D., & Balls, E. (2023). Tackling the UK's regional economic inequality: Binding constraints and avenues for policy intervention. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. 16(3), 445–480. https://doi.org/10.1093/cjres/rsad012

Sun, J., Li, G., & Wang, Z. (2018). Optimizing China's energy consumption structure under energy and carbon constraints. *Structural Change and Economic Dynamics*. 47, 57–72. https://doi.org/10.1016/j.strueco.2018.07.007

Takakura, J., Fujimori, S., Hanasaki, N., Hasegawa, T., Hirabayashi, Y., Honda, Y., ... Hijioka, Y. (2019). Dependence of economic impacts of climate change on anthropogenically directed pathways. *Nature Climate Change.* 9(10), 737–741. https://doi.org/10.1038/s41558-019-0578-6

Tol, R. S. J. (2009). The economic effects of climate change. Journal of Economic Perspectives, 23(2), 29–51. https://doi.org/10.1257/jep.23.2.29

Weitzman, M. L. (2014). Fat tails and the social cost of carbon. American Economic Review, 104(5), 544–546. https://doi.org/10.1257/aer.104.5.544

Competitividad y dependencia comercial del arroz mexicano: un análisis del comercio internacional

José Martín Ibarra-Hernández[11], Jaime Eduardo Bravo-Calderón, Carolina Cisneros-Núñez, Agustin De Luis-Peralta

Resumen

El arroz, junto con el maíz y el trigo, constituye uno de los tres cereales más cultivados a nivel mundial. Aunque en México ocupa el cuarto lugar en la producción de granos alimenticios, el incremento de las importaciones ha reducido la participación de los productores nacionales en el abastecimiento del mercado interno. En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue analizar la competitividad y la dependencia comercial del arroz mexicano en el comercio internacional. La metodología se basó en el cálculo de indicadores de competitividad y desempeño comercial del arroz mexicano. Los resultados evidenciaron una limitada competitividad internacional del arroz mexicano, reflejada en un coeficiente de especialización exportadora promedio de 0.029. Asimismo, el coeficiente de dependencia comercial (0.82) mostró que el 82% del consumo nacional aparente fue abastecido mediante importaciones. El índice de autosuficiencia alimentaria promedió 20.2%, confirmando una baja capacidad para satisfacer la demanda interna con producción nacional. Aunque el coeficiente de exportación presentó una tendencia creciente, la elevada apertura comercial evidenció una fuerte dependencia del mercado internacional para garantizar el abastecimiento de arroz en México. Se concluyó que el arroz mexicano presenta una limitada competitividad internacional, caracterizada por baja especialización exportadora, alta dependencia de las importaciones y reducida autosuficiencia alimentaria. Estas condiciones reflejan debilidades estructurales del sector productivo, limitan su capacidad para abastecer el mercado interno y restringen su posicionamiento competitivo en el comercio internacional.

Palabras clave: autosuficiencia alimentaria, especialización exportadora, seguridad alimentaria, apertura comercial.

Abstract

Rice, along with maize and wheat, is one of the three most widely cultivated cereals worldwide. Although it ranks fourth in Mexico in the production of food grains, the increase in imports has reduced the share of domestic producers in supplying the internal market. In this context, the

[11] martinibarrakhan@gmail.com

objective of this research was to analyze the competitiveness and trade dependence of Mexican rice in international trade. The methodology was based on the calculation of competitiveness and trade performance indicators for Mexican rice. The results demonstrated the limited international competitiveness of Mexican rice, reflected in an average export specialization coefficient of 0.029. Likewise, the trade dependency coefficient (0.82) showed that 82% of apparent national consumption was supplied through imports. The food self-sufficiency index averaged 20.2%, confirming a low capacity to meet domestic demand with national production. Although the export coefficient showed an upward trend, the high level of trade openness revealed a strong dependence on the international market to ensure the rice supply in Mexico. It was concluded that Mexican rice exhibits limited international competitiveness, characterized by low export specialization, high import dependence, and reduced food self-sufficiency. These conditions reflect structural weaknesses in the productive sector, limit its capacity to supply the domestic market, and constrain its competitive positioning in international trade.

Keywords: food self-sufficiency, export specialization, food security, trade openness.

Introducción

El arroz, junto con el maíz y el trigo, constituye uno de los cereales de mayor importancia para la seguridad alimentaria mundial, al representar un alimento básico para una proporción significativa de la población y aportar una parte considerable de la ingesta calórica diaria, particularmente en los países en desarrollo (Pinciroli et al., 2015). Su relevancia trasciende el ámbito alimentario, ya que desempeña un papel estratégico en el desarrollo económico, la generación de empleo rural y la estabilidad de los mercados agroalimentarios. Debido a ello, el comportamiento de su producción y comercio constituye un indicador relevante para evaluar la capacidad de los países para garantizar el abastecimiento interno y fortalecer su seguridad alimentaria.

En México, el arroz forma parte de la dieta habitual de la población y su consumo ha mostrado una tendencia creciente durante las últimas décadas. Entre 2002 y 2024, el consumo per cápita aumentó 53%, reflejando una expansión sostenida de la demanda nacional (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2025). Ante este escenario, las políticas públicas han impulsado programas de apoyo dirigidos a incrementar la producción y la productividad del cultivo, con el propósito de fortalecer la soberanía y la autosuficiencia alimentaria, así como reducir la vulnerabilidad del país frente a las fluctuaciones del mercado internacional (Gobierno de México, 2025).

No obstante, la dinámica productiva del sector arrocero mexicano ha sido insuficiente para responder al crecimiento de la demanda. Aunque el arroz ocupa el cuarto lugar entre los principales granos alimenticios producidos en México, después del maíz, el frijol y el trigo (SIAP, 2026), el abastecimiento nacional depende en gran medida de las importaciones (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER], 2017). Esta situación ha reducido la participación de los productores

nacionales en el mercado interno y ha incrementado la exposición del país a variaciones en los precios internacionales, restricciones comerciales y cambios en la disponibilidad de oferta por parte de los principales países exportadores.

A esta dependencia comercial se suma una contracción sostenida de la actividad productiva. Entre 2002 y 2024, la superficie sembrada de arroz disminuyó 56.77% (SIAP, 2026), lo que evidencia una reducción importante de la base productiva nacional. Esta tendencia limita la capacidad del sector para incrementar la oferta interna y contribuye a mantener un elevado nivel de dependencia de las importaciones. En consecuencia, el desempeño del cultivo no solo debe analizarse desde una perspectiva productiva, sino también considerando su competitividad en los mercados internacionales y el grado en que el comercio exterior condiciona el abastecimiento nacional.

En este contexto, el análisis de indicadores de competitividad y dependencia comercial constituye una herramienta útil para evaluar la posición del arroz mexicano frente al mercado internacional, identificar fortalezas y debilidades estructurales del sector y aportar evidencia para el diseño de políticas orientadas a fortalecer la producción nacional y disminuir la dependencia externa. La evaluación conjunta de variables relacionadas con la producción, el comercio y el abastecimiento permite comprender con mayor precisión la dinámica del sector y los desafíos que enfrenta para mejorar su inserción en los mercados internacionales.

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue analizar la competitividad y la dependencia comercial del arroz mexicano en el comercio internacional, mediante indicadores que permitieran evaluar su capacidad de abastecimiento, su inserción en los mercados internacionales y el grado de dependencia del exterior.

Materiales y métodos

Fuentes de información

La investigación se desarrolló a partir de información secundaria correspondiente al periodo 2012-2024, obtenida de la base del SIAP (2026) y de las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2024). La información recopilada incluyó las variables de superficie sembrada (SS), superficie cosechada (SC), rendimiento (R), volumen de producción (Q), precio medio rural (PMR), exportaciones (X), importaciones (M), precio de exportación (Pexp) y precio de importación (Pimp). Estas variables permitieron caracterizar el comportamiento productivo y comercial del arroz mexicano durante el periodo de estudio.

Indicadores de competitividad y desempeño comercial

Con base en la información recopilada se estimaron diversos indicadores orientados a evaluar la competitividad, la dependencia comercial y el desempeño productivo del arroz mexicano. En

primer lugar, se calcularon variables derivadas del comercio, como la balanza comercial (BC = X − M), el comercio total (CT = X + M), la superficie no cosechada (SNC = SS − SC) y el consumo nacional aparente (CNA = Q + M − X).

Posteriormente, se estimaron indicadores de competitividad y desempeño comercial ampliamente utilizados en estudios de comercio agroalimentario. El coeficiente de exportación (CE = X/Q) mide la proporción de la producción nacional destinada a los mercados internacionales, mientras que el coeficiente de especialización exportadora (CEE = X/CNA) evalúa el grado de orientación exportadora del sector respecto al consumo nacional aparente. Por su parte, el coeficiente de dependencia comercial (CDC = M/CNA) determina la participación de las importaciones en el abastecimiento del mercado interno.

Asimismo, se calcularon el coeficiente de superficie no cosechada (CSNC = SNC/SS) como indicador de pérdidas productivas; el índice de autosuficiencia alimentaria (IAA = Q/(Q + M − X) × 100), que expresa la capacidad de la producción nacional para satisfacer la demanda interna; y el índice de apertura comercial (IAC = (X + M)/Q), el cual refleja el grado de integración del sector arrocero con los mercados internacionales.

Resultados y discusión

Distribución y comportamiento de la superficie sembrada

Para el 2024, los principales estados con la mayor superficie sembrada de arroz palay en México son Nayarit con 10, 691 ha, Campeche con 4, 820 ha, Michoacán con 3, 726 ha, Veracruz con 3, 935 ha, y Jalisco con 2, 982 ha, los que en conjunto representan cerca del 83.54% de la superficie total sembrada (SIAP, 2026).

La superficie sembrada y cosechada de arroz en México ha disminuido 4.17% y 1.41% respectivamente durante el periodo analizado (SIAP, 2026). Se observa una fuerte disminución de la superficie no cosechada, lo cual indica el buen manejo que se ha desarrollado en la producción de este cultivo, principalmente en el manejo del agua.

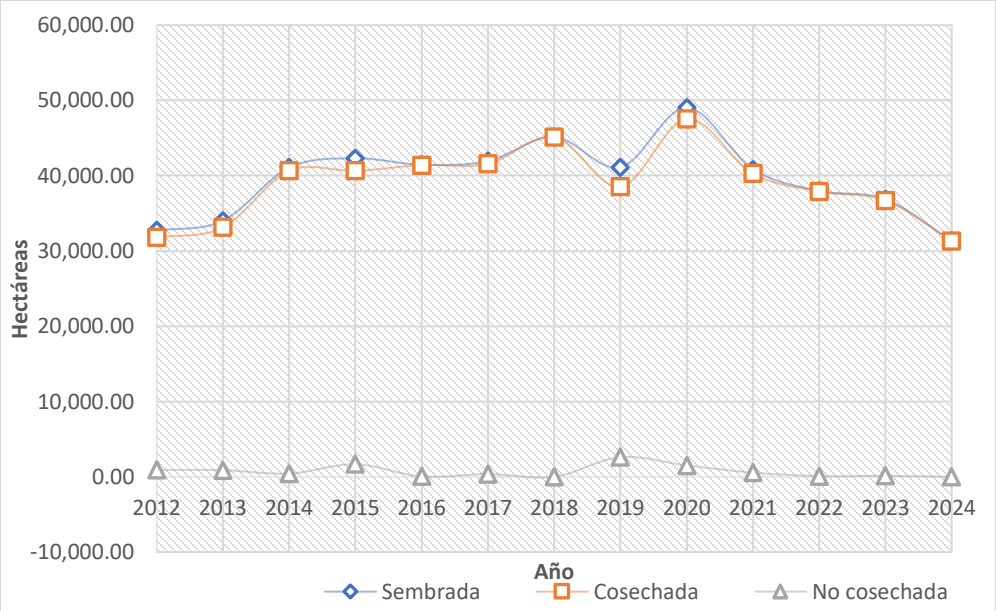


Figura 1. Comportamiento de la superficie sembrada, cosechada y no cosechada de arroz en México

Distribución y comportamiento del rendimiento, producción, valor de la producción y el precio medio rural

Los principales estados productores con mayor rendimiento de arroz en México son Morelos, Veracruz y Michoacán, los cuales ocupan los primeros tres lugares en este rubro con 10.39, 8.27 y 8 toneladas por hectárea respectivamente (SIAP, 2026). Cabe mencionar que estos rendimientos se sitúan por encima de la media nacional, que corresponde a 7.1 toneladas por hectárea (SIAP, 2026).

Para el 2024, el estado principal productor de arroz en México es Nayarit con 80, 153.95 t, seguido de Veracruz con 32, 536.97 toneladas, Michoacán con 29, 796.68 toneladas, Campeche con 26, 263.70 toneladas y Jalisco con 20, 264.93 toneladas, los cuales aportaron el 83.54% de la producción total de México en el año 2022 (SIAP, 2026).

El valor de la producción lo aportan principalmente los estados de Nayarit, Campeche, Michoacán, Jalisco y Veracruz, los cuales ocupan los primeros lugares, aportando el 84.58% del valor de la producción total de arroz en México, que en 202a alcanzó un monto total de 1, 301,832.03 miles de pesos (SIAP, 2026). Asimismo, el valor de la producción de arroz en México se incrementó en 92.89% durante el periodo analizado.

El rendimiento promedio presenta crecimiento, pues del 2012 al 2024 esta variable aumentó de 5.62 t/ha a 7.01 t/ha, los que se traduce en un aumento del 24.73%. Ibarra (2018) explica que la variación en la productividad del arroz según el agua disponible ha sido objeto de estudio. Se reconoce que en zonas de cultivo sin riego, el rendimiento está mayormente influenciado por condiciones climáticas, mientras que en áreas con riego, la tecnología aplicada desempeña un papel fundamental.

Otro aspecto de relevante importancia es la evolución del precio medio rural, el cual muestra un aumento de 57.05% en el periodo analizado. Sin embargo, los productores de arroz en México se enfrentan a factores económicos externos como las prácticas desleales de comercio internacional, ya que se está importando arroz a precios inferiores a su precio de mercado (Comisión de Economía del Senado de Republica, México, 2022).

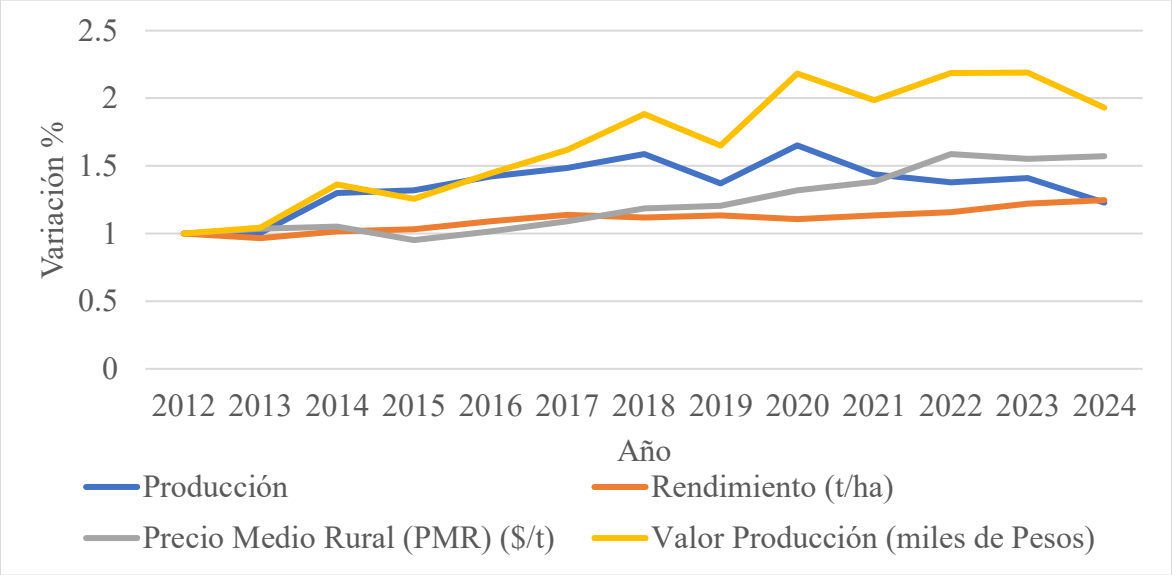


Figura 2. Evolución del rendimiento, producción, valor de la producción y el precio medio rural de arroz en México.

Variables e indicadores económicos del arroz palay en México

a) Superficie no cosechada

La superficie sembrada y cosechada de arroz presentó un comportamiento fluctuante durante el periodo 2012-2024 (Figura 3). Ambas variables aumentaron hasta alcanzar su máximo en 2020, con 49,058.02 y 47,553.02 ha, respectivamente; posteriormente mostraron una tendencia decreciente, registrando en 2024 valores de 31,346.36 ha (SIAP, 2026). La superficie no cosechada fue variable entre años, destacando 2019 con 2,610 ha, seguido de 2015 (1,673 ha) y 2020 (1,505 ha), mientras que en 2018 y 2024 no se registraron pérdidas. En general, la diferencia entre la superficie sembrada y la cosechada fue reducida, lo que evidencia una baja incidencia de siniestros en la mayor parte del periodo analizado.

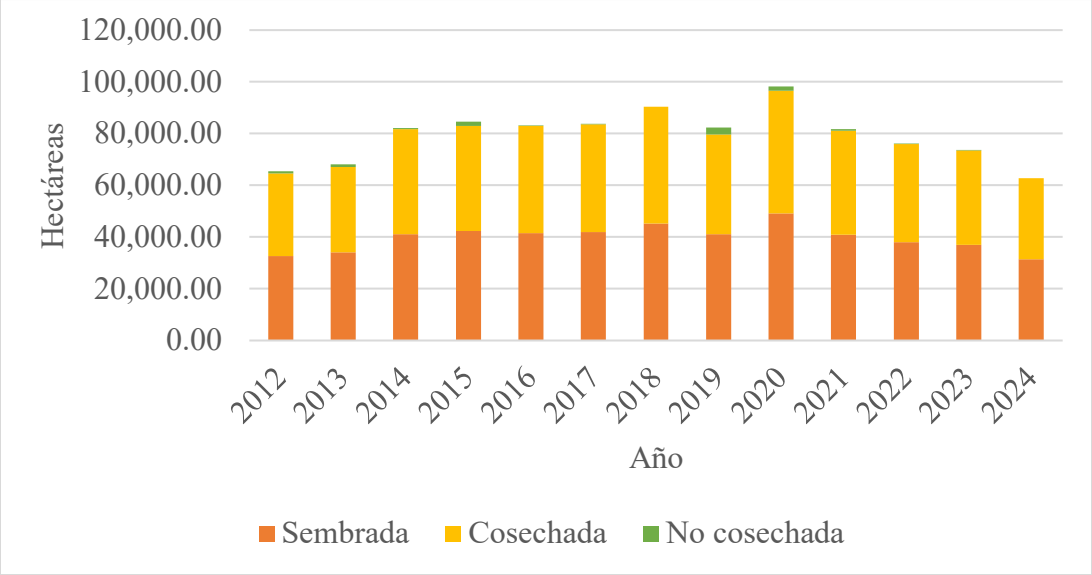


Figura 3. Superficie sembrada, cosechada y no cosechada del cultivo del arroz mexicano

b) Balanza comercial

Hacia el 2024, México presenta una balanza deficitaria en el comercio de arroz, la cual se ha mantenido en el periodo de análisis desde el 2012 (SIAP, 2026). No solamente la balanza comercial del arroz en México ha deficitaria, sino que muestra una tendencia creciente; es decir, en los últimos 12 años la demanda de arroz en el territorio (CNA) ha sido por la dependencia exterior de suministro (Figura 4), con alrededor del 82% de importaciones (Figura 5).

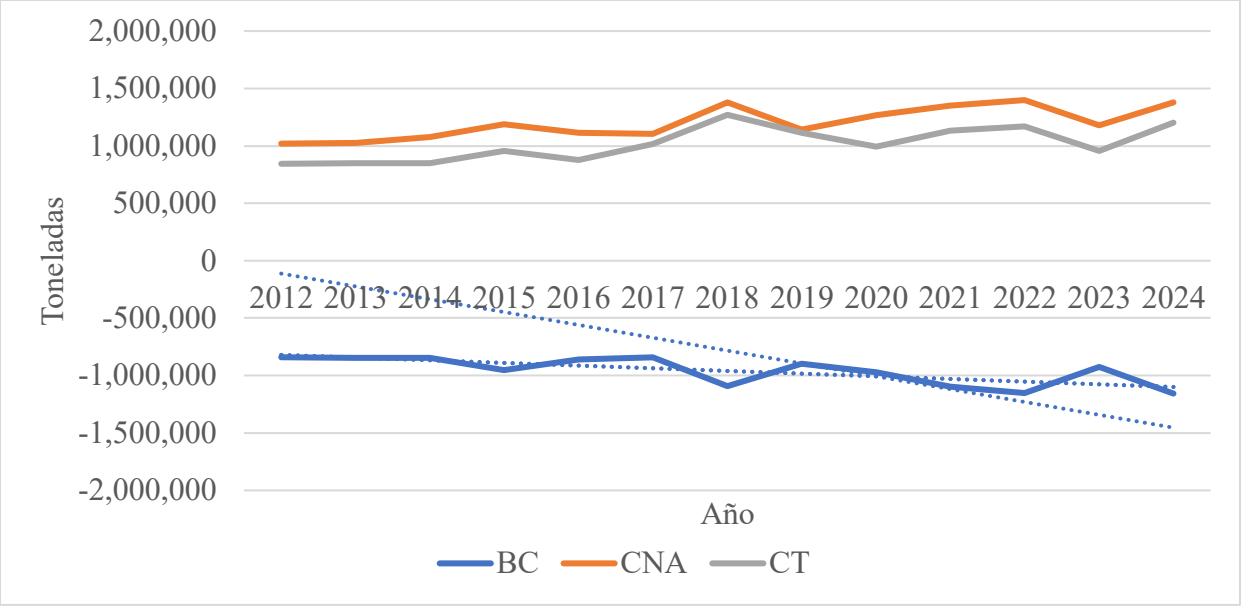


Figura 4. Balanza comercial de arroz

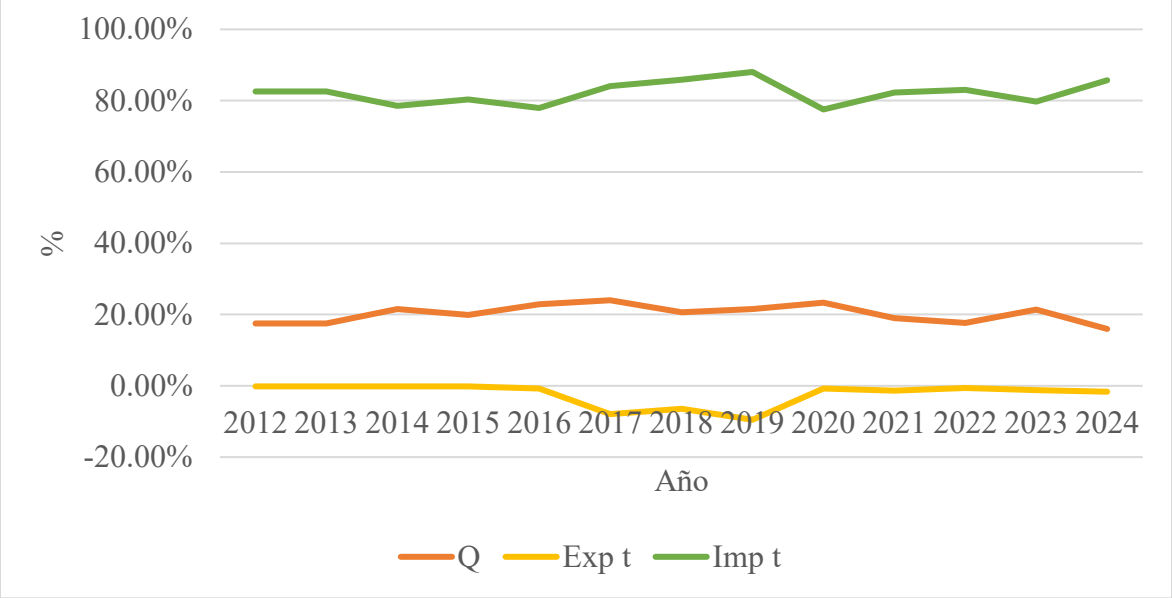


Figura 5. Demanda relativa de los componentes del CNA

c) Coeficiente de exportación

El coeficiente de exportación indica qué porcentaje de la producción se envía al extranjero. En México, durante el periodo estudiado, este coeficiente promedió un 0.1124, lo que significa que el

11.24% de la producción nacional de arroz se exporta. Sin embargo, entre 2016 y 2019, este coeficiente promedió un 0.28, mostrando una tendencia creciente. Esto sugiere que una proporción cada vez mayor de la producción se está destinando al mercado internacional en el periodo analizado.

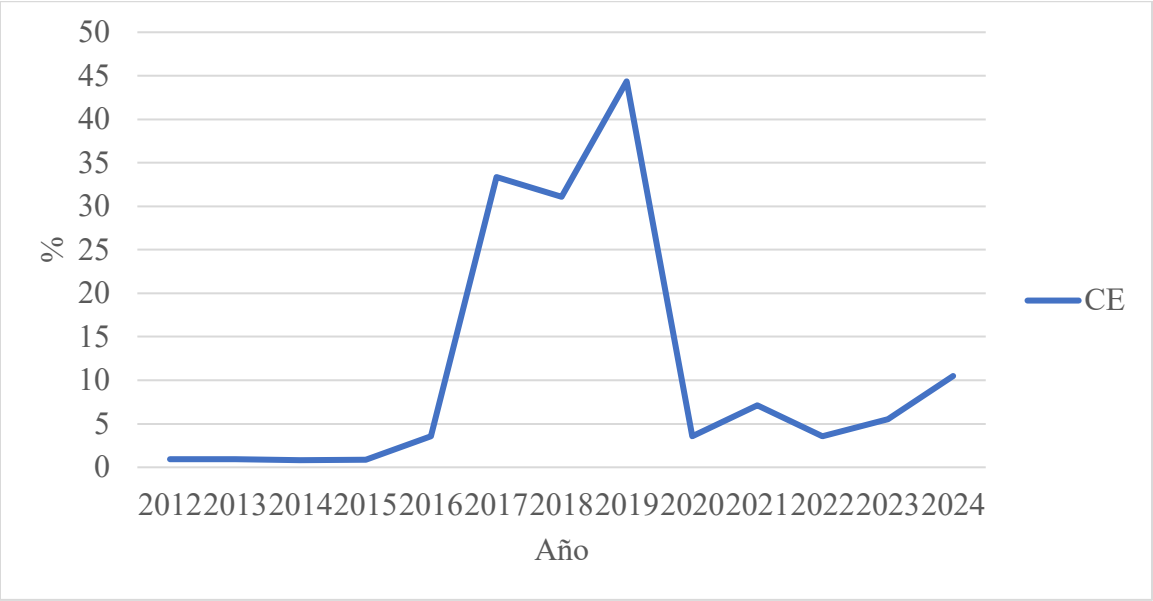


Figura 5. Coeficiente de exportación del arroz mexicano

d) Coeficiente de especialización exportadora

El coeficiente de especialización exportadora evalúa la importancia de las exportaciones respecto al consumo nacional aparente. Valores próximos a cero indican una baja competitividad internacional y una limitada capacidad del país para satisfacer la demanda interna con producción propia mientras participa en los mercados externos (Caamal y Pat, s.f.). Del 2012 al 2024, el CEE fue de 0.029 en promedio, lo cual nos indica que México no es competitivo en el mercado internacional del arroz.

e) Coeficiente de dependencia comercial

El coeficiente de dependencia comercial mide la proporción del consumo nacional aparente que es abastecida mediante importaciones, permitiendo evaluar el grado de dependencia del mercado interno respecto a la oferta externa. Sus valores oscilan entre 0 y 1; cuanto más cercano sea el indicador a cero, menor será la dependencia de las importaciones y mayor la competitividad del

sector o de la cadena productiva, pudiendo incluso prescindir del abastecimiento externo (Cruz et al., 2022).

Del 2012 al 2024, el CDC fue de 0.82 en promedio, lo cual nos indica que la demanda interna del arroz en México viene abastecida por el sector externo, dando pie a una nula competitividad del sector o cadena productiva de este cultivo, pues el 82% de la demanda interna (CNA) es abastecida por importaciones.

f) Coeficiente de superficie no cosechada

El CSNC presentó un promedio de 0.017, indicando que en el periodo del 2012 al 2024 se perdió cerca del 2% de la producción por afectación de fenómenos climáticos o por plagas y enfermedades.

g) Índice de Autosuficiencia Alimentaria

El índice de autosuficiencia alimentaria (IAA) registró valores bajos durante todo el periodo de estudio (Cuadro 1), con un rango de 17.6% a 24.0% y un promedio de 20.2%. Estos resultados evidencian una limitada capacidad de la producción nacional para satisfacer la demanda interna de arroz, lo que confirma la persistente dependencia del país de las importaciones para garantizar su abastecimiento.

Cuadro 1. Índice de Autosuficiencia Alimentaria del arroz mexicano

Año	Producción t	Exportación t	Importación t	IAA
2012	178,787.21	1,622	842,410	17.54
2013	179,775.83	1,692	848,769	17.51
2014	232,158.62	1,894	845,623	21.58
2015	236,017.92	2,030	956,231	19.83
2016	254,043.31	9,069	867,364	22.84
2017	265,567.30	88,616	929,482	24.00

2018	283,763.37	88,149	1,182,217	20.59
2019	245,217.41	108,775	1,005,864	21.47
2020	295,337.84	10,500	983,181	23.29
2021	257,041.44	18,273	1,114,128	19.00
2022	246,317.45	8,808	1,161,370	17.61
2023	252,099.88	14,000	940,000	21.40
2024	219587.87	23,000	1,180,000	15.95

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2026).

h) Índice de Apertura Comercial

El índice de apertura comercial (IAC) evidenció una elevada vinculación del sector arrocero mexicano con el comercio internacional (Cuadro 2). Durante el periodo de estudio, el indicador registró valores entre 3.36 y 4.75, correspondiendo el valor mínimo a 2020 y el máximo a 2022. Estos resultados indican que el abastecimiento y la dinámica del mercado nacional del arroz dependen en gran medida del comercio exterior, lo que refleja una alta exposición del sector a las condiciones y variaciones de los mercados internacionales.

Cuadro 2. Índice de Apertura Comercial del arroz mexicano

Año	**IAC**
2012	4.72
2013	4.73
2014	3.65
2015	4.06
2016	3.45
2017	3.83
2018	4.48
2019	4.55

2020	3.36
2021	4.41
2022	4.75
2023	3.78
2024	5.48

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2026).

Conclusiones

Aunque el coeficiente de exportación mostró una tendencia creciente, el bajo nivel de especialización exportadora indica que México amplía su presencia en el exterior sin consolidar una competitividad sólida en el mercado internacional del arroz.

La alta dependencia de importaciones y la baja autosuficiencia alimentaria evidencian que el mercado interno se sostiene principalmente con oferta externa, lo que refleja debilidad estructural del sector productivo nacional.

Las pérdidas de superficie cosechada y los reducidos niveles de abasto interno confirman limitaciones productivas que restringen la eficiencia del sistema y dificultan mejorar la posición competitiva del país en el comercio internacional de este cultivo.

Literatura citada

Caamal-Cauich, I., Pat-Fernández, V. G. (s.f.). CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS INDICADORES DE COMPETITIVIDAD DEL COMERCIO DE LA PIÑA EN MÉXICO. https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2022/07/ejem-articulo.pdf

Comisión de Economía del Senado de Republica, México. (2022). Dictamen del informe respecto a la importación de arroz. https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/65/2/2022-11-24-1/assets/documentos/Dict_Com_Economia_PA_Produccion_Nacional.pdf

Cruz-López, D. F., Caamal-Cauich, I., Pat-Fernández, V. G., & Reza Salgado, J. (2022). Competitividad de las exportaciones de aguacate Hass de México en el mercado mundial. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 13(2), 355-362.

Gobierno de México. (2025). Primer informe de gobierno 2024-2025. https://www.informegobierno.gob.mx/usercontent/68b4162a4d926-1IG-INFORME-INTEGRADO-FINAL_26_08_2025

Ibarra, A. (2018). Análisis del mercado de arroz en México, durante 2001-2017. http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95396/TESIS-AIN_.pdf?se

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). Cultivos y productos de ganadería. https://www.fao.org/faostat/es/#data/TCL

Pinciroli, M., Ponzio, N. R., & Salsamendi, M. (2015). El arroz. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2017). Planeación Agrícola Nacional 2017 – 2030. https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/planeacion-agricola-nacional-2017-2030-126813

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2026). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

Las emisiones de GEI y el efecto en el calentamiento global, 1990-2025

Esther Figueroa Hernández[12], Rebeca Alejandra Pérez Figueroa[13], francisco Pérez Soto[14]

Resumen

Los gases de efecto invernadero (GEI) (principalmente CO_2, CH_4, N_2O y gases fluorados) son determinantes en el calentamiento global al retener el calor en la atmósfera. Su impacto climático depende de tres factores clave: nivel de emisiones, capacidad de calentamiento (potencia) y tiempo de permanencia. El CO_2 es el gas más abundante y, aunque su capacidad de calentamiento por unidad es menor, su larga permanencia (siglos) lo convierte en el principal responsable del calentamiento acumulado a largo plazo. En contraste, el metano (CH_4) tiene una vida atmosférica más corta (décadas), pero una potencia 25 veces mayor, por lo que influye fuertemente en el calentamiento a corto plazo. El óxido nitroso (N_2O) presenta una combinación crítica de muy alta potencia (≈298 veces el CO_2) y larga duración (>100 años), lo que lo convierte en un gas de alto impacto persistente, además de contribuir al deterioro de la capa de ozono. Por su parte, los gases fluorados, aunque emitidos en menores cantidades, poseen potenciales de calentamiento extremadamente elevados y gran estabilidad atmosférica, lo que amplifica su efecto climático relativo. En conjunto, el cambio climático está impulsado tanto por la acumulación continua de CO_2 como por la alta eficiencia de calentamiento de otros GEI, lo que implica que las estrategias de mitigación deben combinar la reducción sostenida de emisiones de CO_2 con acciones dirigidas a limitar gases de alto potencial como CH_4, N_2O y fluorados.

Palabras clave: Gases de efecto invernadero (GEI), el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O).

Abstract

Greenhouse gases (GHGs) (primarily CO_2, CH_4, N_2O, and fluorinated gases) play a decisive role in global warming by trapping heat in the atmosphere. Their climatic impact depends on three key factors: emission levels, warming potential (potency), and atmospheric residence time. CO_2 is the most abundant gas; although its warming potential per unit is lower, its long residence time (centuries) makes it the primary driver of cumulative long-term warming. In contrast, methane (CH_4) has a shorter atmospheric lifespan (decades) but a warming potential 25 times greater, thereby exerting a strong influence on short-term warming. Nitrous oxide (N_2O) presents a critical combination of very high potency (approximately 298 times that of CO_2) and long persistence

[12]Centro Universitario UAEM Texcoco, Universidad Autónoma del Estado de México. Correo: esther.f.her@gmail.com, efigueroah@uaemex.mx

[13]División de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad Autónoma Chapingo. (DICEA-UACH). Correo: perezsotofco@gmail.com

[14] Investigadora independiente. Correo: rebeca.pzfa@gmail.com

(>100 years), making it a gas with a significant, lasting impact, in addition to contributing to ozone layer depletion. Meanwhile, fluorinated gases—though emitted in smaller quantities—possess extremely high warming potentials and great atmospheric stability, which amplifies their relative climatic effect. Overall, climate change is driven by both the continuous accumulation of CO_2 and the high warming efficiency of other GHGs; consequently, mitigation strategies must combine sustained reductions in CO_2 emissions with actions aimed at limiting high-potential gases such as CH_4, N_2O, and fluorinated gases.

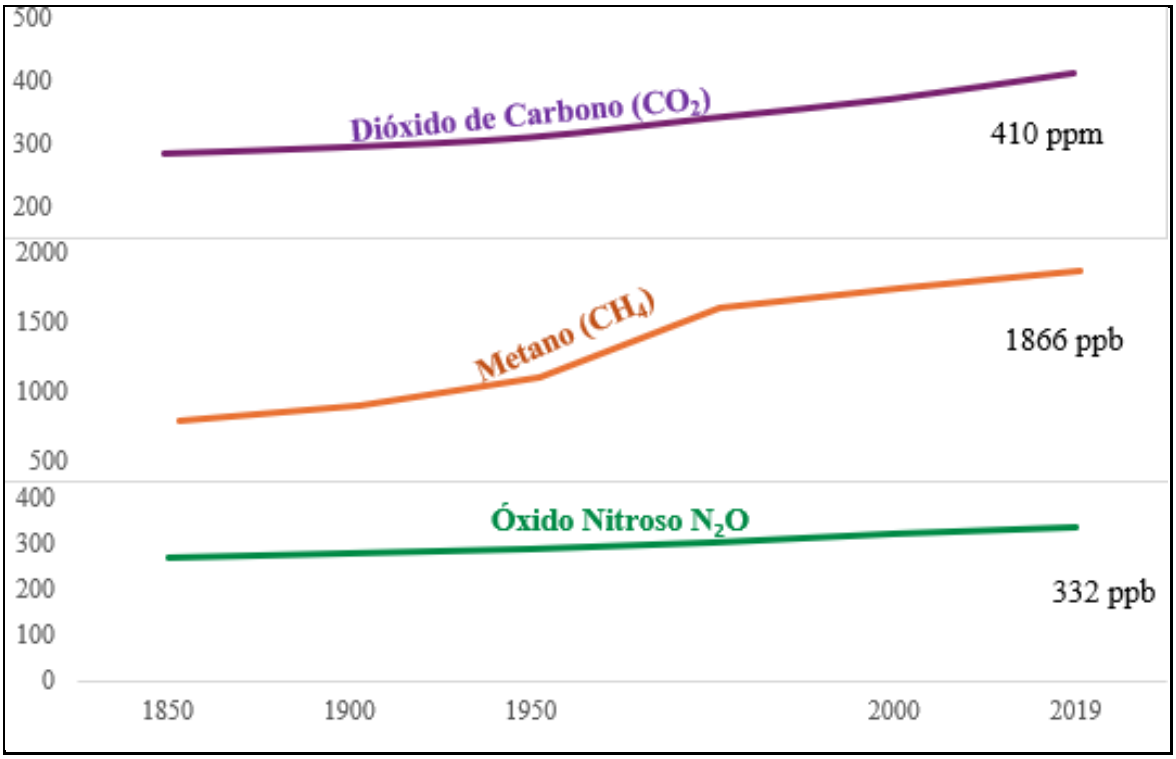
Keywords: Greenhouse gases (GHGs), carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O).

Introducción

En términos históricos, la concentración de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera se mantuvo en torno a 280 partes por millón (ppm) antes del siglo XVIII, nivel compatible con el equilibrio climático al que se adaptaron los ecosistemas y las sociedades humanas (IPCC, 2023; NOAA, 2024). No obstante, a partir de la Revolución Industrial (impulsada inicialmente en Europa y Norteamérica mediante el uso intensivo de combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas), se produjo un incremento sostenido de dichas concentraciones (IPCC, 2023). Este proceso se intensificó con la expansión global del modelo industrial, de modo que los niveles de CO_2 pasaron de aproximadamente 365 ppm en 2002 a superar las 420 ppm en la actualidad, rebasando ampliamente el umbral de 350 ppm identificado como límite para mantener la estabilidad climática (NOAA, 2024; IPCC, 2023).

Gráfica 1. Comportamiento de las emisiones de GEI, 1850-2019

(Partes por millón, ppm, Partes por billón, ppb)



Fuente: Elaborada con información de IPCC, 2023.

De la gráfica 1, se pude observar la relevancia relativa, la altura de cada componente asociado al CO_2, CH_4 y N_2O, la cual se ajusta en función de su contribución estimada al calentamiento, considerando tanto los efectos directos como, en el caso del metano, sus impactos indirectos a través de la química atmosférica sobre el ozono troposférico. Estas estimaciones se basan en el forzamiento radiativo efectivo y la sensibilidad climática. En este contexto, la temperatura superficial global ha aumentado aproximadamente 1.1 °C respecto al periodo 1850–1900. Asimismo, las concentraciones de gases de efecto invernadero han experimentado un rápido incremento desde mediados del siglo XIX, en correspondencia con su contribución al calentamiento observado. Las emisiones antropogénicas de estos gases continúan en aumento y constituyen la principal causa del calentamiento global actual (IPCC, 2023).

De manera complementaria, el aumento en la demanda de productos pecuarios ha contribuido al incremento de otros gases de efecto invernadero, particularmente metano, situando a la agricultura como responsable de cerca del 15.0% de las emisiones globales (FAO, 2022). Sin embargo, el dióxido de carbono derivado de la quema de combustibles fósiles continúa siendo el principal factor del calentamiento global debido a su prolongada permanencia en la atmósfera y a su peso relativo en las emisiones del sector energético, donde alcanzó aproximadamente el 89.0% en 2021 (IEA, 2024; IPCC, 2023). En este contexto, las emisiones globales de CO_2 procedentes

de combustibles fósiles han alcanzado niveles récord en años recientes, lo que refuerza la necesidad de reducir su uso como estrategia central para mitigar el cambio climático (IEA, 2024).

En la actualidad, la preservación y mejora del medio ambiente se ha consolidado como una prioridad estratégica en la agenda de los gobiernos a nivel global. En este marco, se han desarrollado múltiples estudios orientados a identificar los principales factores que inciden en el calentamiento global, así como a proponer alternativas para su mitigación (Ali et al., 2017; Mirza & Kanwal, 2017; Kais & Sami, 2016; Park & Hong, 2013; Soytas & Sari, 2007).

En este sentido, diversos autores han señalado que el consumo intensivo de energías convencionales basadas en combustibles fósiles constituye una de las principales fuentes de emisiones contaminantes, lo que incrementa significativamente el deterioro ambiental (Paramati & Gupta, 2017; Thitanuwat, Polprasert, & Englande, 2017; Saboori & Sulaiman, 2013; Ruíz & Ozawa, 2011; Ang, 2007; citados en Caraguay y López-Sánchez, 2021).

Asimismo, estudios recientes subrayan que la dependencia estructural de los combustibles fósiles limita los avances en la reducción de emisiones, lo que refuerza la necesidad de una transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles (IEA, 2023; IPCC, 2022; REN, 2023). En consecuencia, existe un consenso creciente en que la descarbonización de las economías y la transformación del sistema energético son elementos clave para mitigar los efectos del cambio climático y promover un desarrollo sostenible.

Desde comienzos del siglo XXI, las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI) han seguido una trayectoria creciente, impulsada en gran medida por el incremento de la actividad económica y energética en economías emergentes como China, India y otros países en desarrollo (Comisión Europea, 2025). Este aumento ha contribuido a una mayor acumulación de GEI en la atmósfera, intensificando el efecto invernadero natural y generando riesgos significativos para los sistemas climáticos, los ecosistemas y la salud humana (IPCC, 2023). En este sentido, las estimaciones más recientes indican que las emisiones globales alcanzaron en 2024 los 53.2 $GtCO_2e$ (excluyendo el uso del suelo, el cambio de uso del suelo y la silvicultura), lo que supone un incremento del 1.3% (665 $MtCO_2e$) respecto a 2023 (Comisión Europea, 2025).

La contaminación ambiental es uno de los problemas más preocupantes a nivel mundial, siendo un desafío difícil de abatir, pues el aumento de la deforestación, desarrollo industrial, poblacional y procesos para mejorar la calidad de vida han contribuido a una aceleración del aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono (CO2), metano (CH4) y óxido nitroso (N2O), provocando que los eventos climáticos sean más fuertes y letales. Según datos de la Organización Meteorológica Mundial (2018) en el 2017 los GEI obtuvieron un crecimiento récord al registrar 405.5 ± 0.1 partes por millón (ppm) para el CO_2, 1859 ± 2 partes por billón (ppb) para el CH_4 y 329.9 ± 0.1 ppb para el N_2O.

Los gases de efecto invernadero (GEI) son sustancias presentes en la atmósfera que retienen el calor, contribuyendo al calentamiento global. Entre los principales se encuentran el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y los gases fluorados. Desde la Revolución Industrial, sus concentraciones han crecido de forma significativa, debido principalmente a actividades humanas como el uso de combustibles fósiles, la expansión agrícola y la deforestación (Costantini et al., 2018). El CO_2 es el componente dominante, generado especialmente por la quema de carbón, petróleo y gas natural, así como por procesos industriales y la pérdida de cobertura forestal. Su acumulación en la atmósfera es un factor clave del cambio climático, al provocar el aumento de la temperatura global y modificaciones en los patrones climáticos (Paredes, 2022). Además, su larga permanencia en la atmósfera (que puede extenderse durante siglos) intensifica su impacto en el largo plazo.

El metano (CH_4), aunque se encuentra en menores concentraciones que el CO_2, posee una capacidad mucho mayor para retener el calor en la atmósfera. Sus principales fuentes están vinculadas a actividades humanas como la agricultura (en particular la fermentación entérica en el ganado), el manejo de residuos y la explotación de combustibles fósiles. A pesar de su menor permanencia atmosférica, su potencial de calentamiento global es aproximadamente 25 veces superior al del CO_2 en un horizonte de 100 años (Singh & Purohit, 2014).

Por su parte, el óxido nitroso (N_2O) constituye otro gas de alto impacto climático, originado principalmente en prácticas agrícolas como el uso de fertilizantes nitrogenados y la gestión de estiércol. Este compuesto presenta un potencial de calentamiento global 298 veces mayor que el CO_2 en un periodo de 100 años y puede permanecer en la atmósfera por más de un siglo. Además de contribuir al calentamiento global, participa en el deterioro de la capa de ozono (Sodipo, 2015). En cuanto a los gases fluorados, aunque su participación en el total de emisiones es reducida, poseen un potencial de calentamiento extremadamente alto. Se emplean en diversos procesos industriales, como la refrigeración, el aire acondicionado y la producción de semiconductores. Debido a su elevada capacidad para retener calor y su persistencia atmosférica, la reducción y control de sus emisiones resulta fundamental para la mitigación del cambio climático (Ramanathan & Feng, 2009).

El objetivo del trabajo consistió en identificar los gases de efecto invernadero (GEI) y su efecto en el calentamiento global.

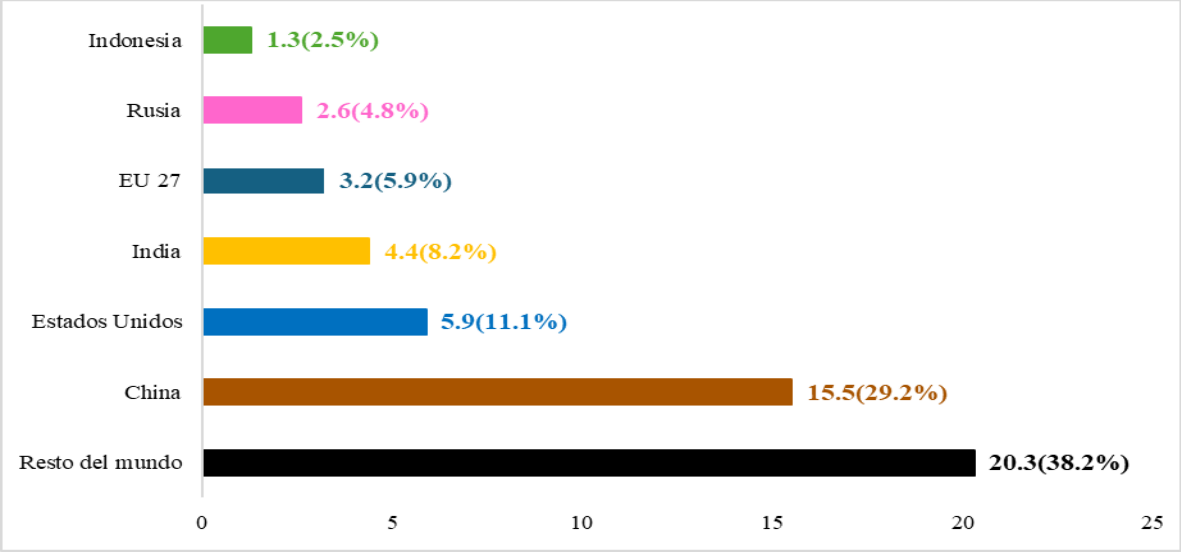
Desarrollo

En este contexto, la base de datos EDGAR (Emissions Database for Global Atmospheric Research) constituye una herramienta clave al proporcionar estimaciones independientes y comparables de emisiones para todos los países, basadas en estadísticas internacionales y en una metodología consistente derivada de las directrices del IPCC (Comisión Europea, 2025). Asimismo, reportes recientes del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente advierten que la brecha entre los compromisos actuales de reducción y las trayectorias necesarias para limitar el calentamiento global a 1.5°C sigue siendo considerable, lo que implica la necesidad de fortalecer la ambición y la implementación de políticas climáticas a nivel global (UNEP, 2024).

En 2024, la mayor parte de las emisiones globales de gases de efecto invernadero correspondió al CO_2 de origen fósil, que representó el 74.5% del total, mientras que el metano (CH_4) contribuyó con el 17.9%, el óxido nitroso (N_2O) con el 4.8% y los gases fluorados con el 2.8% (Comisión Europea, 2025). A largo plazo, las emisiones de CO_2 fósil han aumentado un 74.9% desde 1990, mientras que el CH_4 y el N_2O crecieron aproximadamente 30.0% y 34.0%, respectivamente, y los gases fluorados más que se triplicaron (+310.0%) en el mismo periodo (Comisión Europea, 2025).

Gráfica 2. Emisiones de GEI y contribución de las seis economías que más emiten y del resto del mundo, 2024

(en GtCO2eq y porcentaje del total global)



Fuente: Elaborada con datos de JRC, 2025.

De la gráfica 2, se pude observar que, China, Estados Unidos, India, la UE27, Rusia e Indonesia fueron los seis mayores emisores de GEI del mundo en 2024. En conjunto, representan el 51.4% de la población mundial.

Las emisiones globales de dióxido de carbono (CO_2) derivadas del uso de combustibles fósiles han registrado un crecimiento cercano al 75.0% desde 1990. En contraste, el aumento de otros gases de efecto invernadero ha sido más moderado: las emisiones de metano (CH_4) se incrementaron aproximadamente en 30.0%, mientras que las de óxido nitroso (N_2O) alcanzaron el 34.4% durante el periodo 1990–2024. Por su parte, los gases fluorados presentan la expansión más acelerada, al multiplicarse más de cuatro veces (+310.4%) en el mismo intervalo temporal. Asimismo, los principales países emisores concentran una proporción significativa de la actividad económica y energética mundial, representando el 62.5% del producto interno bruto global medido en términos de paridad de poder adquisitivo, el 64.2% del consumo mundial de combustibles fósiles y el 61.8% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (Comisión Europea, 2025).

Figura 1. Los datos de los GEI individuales (CO_2, CH_4, N_2O y gases fluorados de origen fósil

	2024 vs 1990	2024 vs 2005	2024 vs 2023
Industria eléctrica	 +104%	 +41%	+2%
Combustión y procesos industriales	 +93%	 +43%	+1%
Edificios	-4%	-2%	+1%
Transporte	 +79%	 +27%	+1%
Explotación de combustibles	 +52%	 +26%	+2%
Agricultura	 +25%	 +17%	0%

Desperdicio	+46%	+27%	0%
Todos los sectores	+65%	+30%	+1%

Fuente: Crippa, Guizzardi, Pagani, Banja, Muntean, et al., 2025.

Los datos de la figura 1, muestran los datos de los GEI individuales (CO_2, CH_4, N_2O y gases fluorados de origen fósil) para los años clave, lo cual permite una fácil comparación entre diferentes países.

Figura 2. Emisiones de GEI, 2024 (Tabla 1)

(Mt CO2eq)

País	2024 emisiones	2024 participar en lo global	2024 emisiones per cápita	Cambiar emisiones 2023-2024	CAGR (1990-2024)
China	15536.1	29.2%	10.8	0.8%	4.3%
Estados Unidos	5912.6	11.1%	17.3	0.4%	-0.1%
India	4371.2	8.2%	3.0	3.9%	3.5%
EU 27	3164.7	5.9%	7.1	-1.8%	-1.3%
Rusia	2575.7	4.8%	18.0	2.5%	-0.5%
Indonesia	1323.8	2.5%	4.7	5.0%	4.1%
Brasil	1299.2	2.4%	5.9	0.2%	2.1%
Japón	1063.3	2.0%	8.5	-2.8%	-0.6%
Irán	1054.8	2.0%	22.8	2.4%	3.5%
Arabia Saudita	838.9	1.6%	19.8	2.5%	3.8%
Canada	768.1	1.4%	4.9	1.7%	0.8%
México	686.8	1.3%	8.2	0.2%	1.3%
Germania	674.4	1.3%	12.8	-1.6%	-1.8%
Corea del Sur	668.2	1.3%	22.3	-0.3%	2.3%
Australia	591.5	1.1%	5.7	0.7%	0.7%
Vietnam	584.3	1.1%	6.8	7.6%	5.6%
Turquía	679.5	1.1%	9.3	2.7%	2.8%
Sudáfrica	569.5	1.1%	6.6	2.6%	1.0%
Global	53206.4			1.3%	1.5%
Aviación Internacional	622.3	1.2%		7.6%	2.6%
Envío Internacional	737.3	1.4%		-2.0%	1.9%

Fuente: Elaborada con información JRC, 2025.

El CO_2 representó el 77.8 % de las emisiones de GEI de la UE27 en 2024. El CH_4 contribuyó con el 13.5%, el N_2O con el 6.5% y los gases fluorados con el 2.2%. Desde 1990, las emisiones de CO_2 de origen fósil en la UE27 han disminuido en 35.3%, las de CH_4 con 38.3% y las de N_2O con 34.6%. En el mismo periodo, las emisiones relacionadas con los gases fluorados aumentaron en 35.3%. En términos de emisiones per-cápita, las emisiones de GEI de la UE27 ascendieron a 7.1

tCO2eq por persona en 2024, lo que representa una disminución del 1.8 % con respecto a 2023 (Figura 2).

Figura 3. Top del PIB (PPA) de los principales emisores, 2024

(tCO2eq/k USD PIB y variaciones entre 2023 y 2024)

País	GDP PPP 2024 (Mil Millones de USD)	GDP PPP cambiar 2023-2024	Emisiones/ GDP PPP 2024	Emisiones/ GDP PPP cambiar 2023-2024
Mundo	172734.9	3.2%	0.308	-1.9%
China	33606.1	5.0%	0.462	-4.0%
Estados Unidos	25675.5	2.8%	0.230	-2.4%
India	14240.7	6.5%	0.307	-2.4%
EU 27	24444.4	1.1%	0.129	-2.9%
Rusia	6074.7	4.1%	0.424	-1.5%
Indonesia	4102.2	5.0%	0.323	-0.1%
Brasil	4165.3	3.4%	0.312	-3.1%
Japón	5715.0	0.1%	0.186	-2.9%
Irán	1491.9	3.5%	0.707	-1.0%
Arabia Saudita	2201.6	1.3%	0.381	1.2%
Canada	2340.7	1.5%	0.328	0.2%
México	2883.3	1.5%	0.238	-1.3%
Germania	5247.3	-0.2%	0.129	-1.4%
Corea del Sur	2659.8	2.0%	0.251	-2.3%
Australia	1628.2	1.0%	0.363	-0.4%
Vietnam	1455.8	7.1%	0.401	0.5%
Turquía	3018.3	3.2%	0.192	-0.4%
Sudáfrica	5247.3	-0.2%	0.129	2.0%

Nota: El PIB se mide como Producto Interno Bruto en Paridad de Poder Adquisitivo (PPA), expresado en dólares internacionales constantes de 2021. A diferencia del PIB nominal, el PIB-PPA ajusta las diferencias en niveles de precios entre países y se calcula a precios constantes, sin incorporar efectos inflacionarios. La información proviene principalmente del Banco Mundial (2025) y, en ausencia de datos, se complementa con la AIE (2024); para países sin cifras en 2024 (como Siria o Corea del Norte), se utiliza el valor de 2023.

Fuente: Elaborada con información JRC, 2025.

La Figura 3 resume estos indicadores para el mundo, la UE27 y los principales emisores, para el PIB (PPA) y la intensidad de emisiones para 2024, junto con la variación de la intensidad de emisiones entre 2023 y 2024. En 2024, la mayor parte de las emisiones de GEI consistieron en CO_2, resultante de la combustión de combustibles fósiles (74.5%). El CH_4 contribuyó con el 17.9%

del total, mientras que el resto de las emisiones correspondió a N_2O (4.8%) y gases fluorados (2.8%). Las emisiones de CO_2 de origen fósil experimentaron un aumento global significativo, ligeramente inferior al 75.0% desde 1990. En el mismo periodo, el CH_4 aumentó casi el 30.0% y el N_2O en 34.4%, mientras que los gases fluorados se cuadruplicaron (+310.4%). Para 2024 se reporta el PIB (PPA) de los principales emisores, su variación anual, la intensidad de emisiones (t CO_2eq/k USD) y su cambio respecto a 2023.

En términos de composición, la mayoría de las emisiones globales de GEI en 2024 provino del CO_2 (74.5%), principalmente por combustibles fósiles, seguido del CH_4 (17.9%), N_2O (4.8%) y gases fluorados (2.8%). En perspectiva de largo plazo, desde 1990 las emisiones de CO_2 aumentaron cerca de 75.0%, el CH_4 casi 30.0% y el N_2O 34.4%, mientras que los gases fluorados crecieron de forma más acelerada, más de cuatro veces (+310.4%).

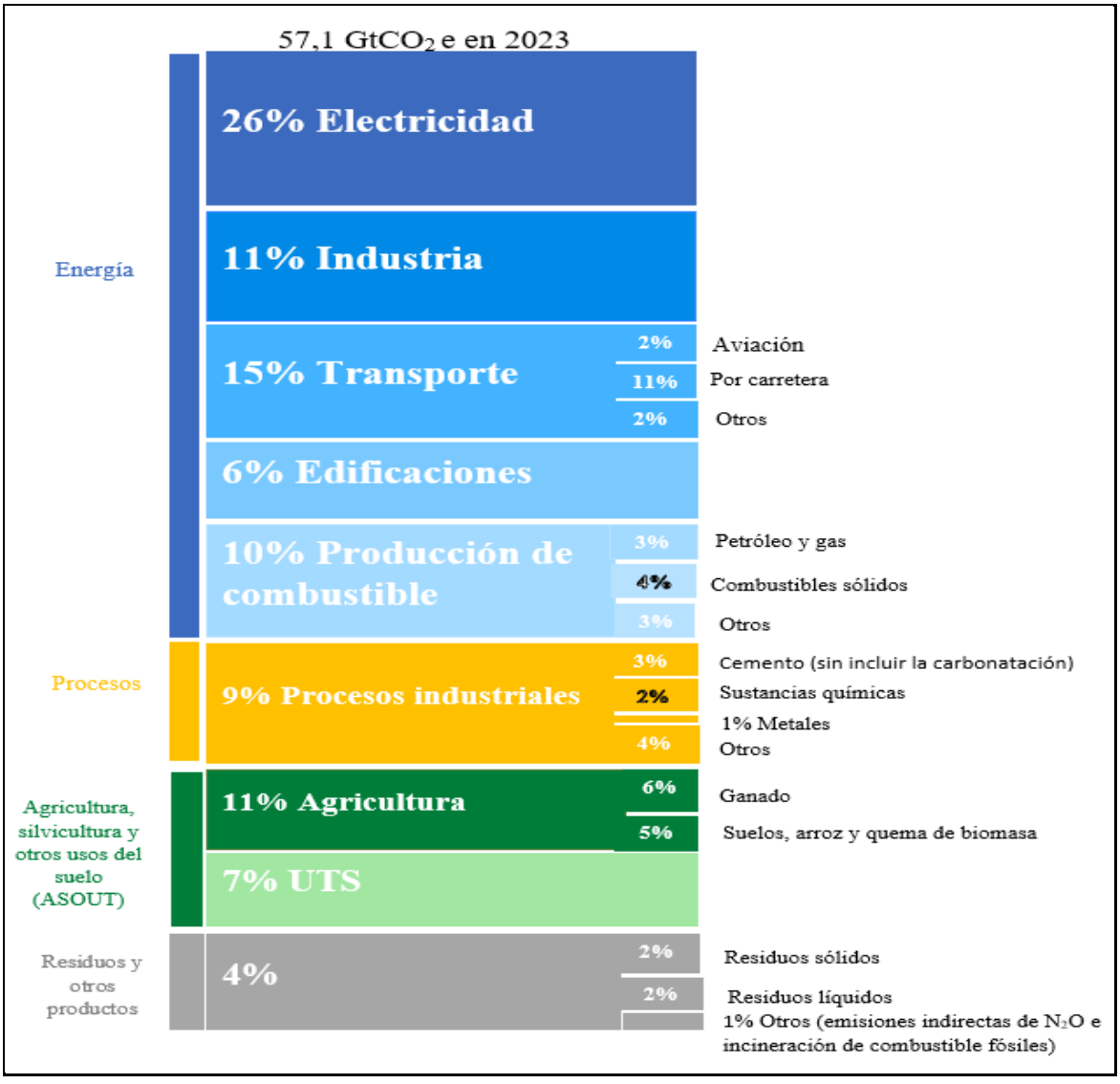
Participación de los emisores por sector de actividad

En la distribución de las emisiones del transporte a nivel mundial en 2018 provenientes de la Agencia Internacional se observa que el transporte por carretera concentra aproximadamente tres cuartas partes del total de emisiones del sector. Dentro de este rubro, los vehículos de pasajeros (incluyendo automóviles y autobuses) aportan el 45.1%, mientras que el transporte de carga por camión contribuye con el 29.4%. Considerando que el sector transporte en su conjunto representa el 21.0% de las emisiones globales, se estima que el transporte por carretera es responsable de cerca del 15.0% del total de emisiones de CO_2. Por otro lado, la aviación, a pesar de la alta visibilidad en el debate climático, genera únicamente el 11.6% de las emisiones del sector, lo que equivale a cerca de mil millones de toneladas de CO_2 anuales, es decir, alrededor del 2.5% de las emisiones globales. De forma similar, el transporte marítimo internacional contribuye con el 10.6%. En contraste, el transporte ferroviario presenta una incidencia marginal, con apenas el 1.0% de las emisiones del sector. Finalmente, otras formas de transporte (principalmente aquellas vinculadas al traslado de materiales mediante tuberías) representan aproximadamente el 2.2% (Ritchie, 2020).

En 2024, la mayoría de los sectores de la UE27 registraron una reducción en sus emisiones de GEI en comparación con 2023, con excepción del transporte y la construcción. La disminución más significativa se observó en el sector energético, que representa el 19.0% del total, con una caída del 8.5% (-55,7 Mt CO_2eq). Asimismo, la explotación de combustibles presentó la segunda mayor reducción, con un descenso del 1.9 % respecto al año anterior. Desde una perspectiva de largo plazo, las emisiones de la UE27 han mantenido una tendencia decreciente en las últimas tres décadas, alcanzando en 2024 un nivel de 3.2 Gt CO_2eq, lo que equivale a una reducción cercana al 35.0% respecto a 1990 (-1,7 Gt CO_2eq). De manera consistente, la participación de la región en las emisiones globales también ha disminuido significativamente, pasando del 15.1% en 1990 al 5.9% en 2024 (JRC, 2025).

El transporte representa alrededor de una quinta parte de las emisiones mundiales de dióxido de carbono (CO_2): 24.0% si solo se considera las emisiones de CO_2 de la energía (El Climate Data Explorer del World Resource Institute proporciona datos de CAIT sobre el desglose de las emisiones por sectores. En 2016, las emisiones globales de CO_2 (incluido el uso de la tierra) fueron de 36.7 mil millones de toneladas de CO_2; las emisiones del transporte fueron de 7.9 mil millones de toneladas de CO_2 (IEA, 2020). El transporte, por lo tanto, representó 7.9 / 36.7 = 21% de las emisiones mundiales).

Gráfica 3. Emisiones totales de GEI por sectores, 2023



Fuente: Elaborada con datos de UNEP, 2024.

Las emisiones derivadas de la aviación internacional, que habían caído significativamente durante la pandemia de COVID-19, registraron el crecimiento más elevado, con un aumento del 19.5 %

entre 2022 y 2023. Este repunte contrasta con el incremento promedio anual de 3.1 % observado entre 2010 y 2019, lo que sugiere que las emisiones han retornado prácticamente a los niveles previos a la pandemia. De igual forma, en 2023 otros sectores presentaron incrementos relevantes superiores al 2.5 %, entre ellos las emisiones fugitivas asociadas a la producción de combustibles (como las provenientes de minas de carbón y de la infraestructura petrolera y gasífera), así como el transporte terrestre y las actividades industriales ligadas al sector energético (Gráfica 2).

Cuadro 1. Emisiones totales per-cápita e históricas de una selección de países y regiones

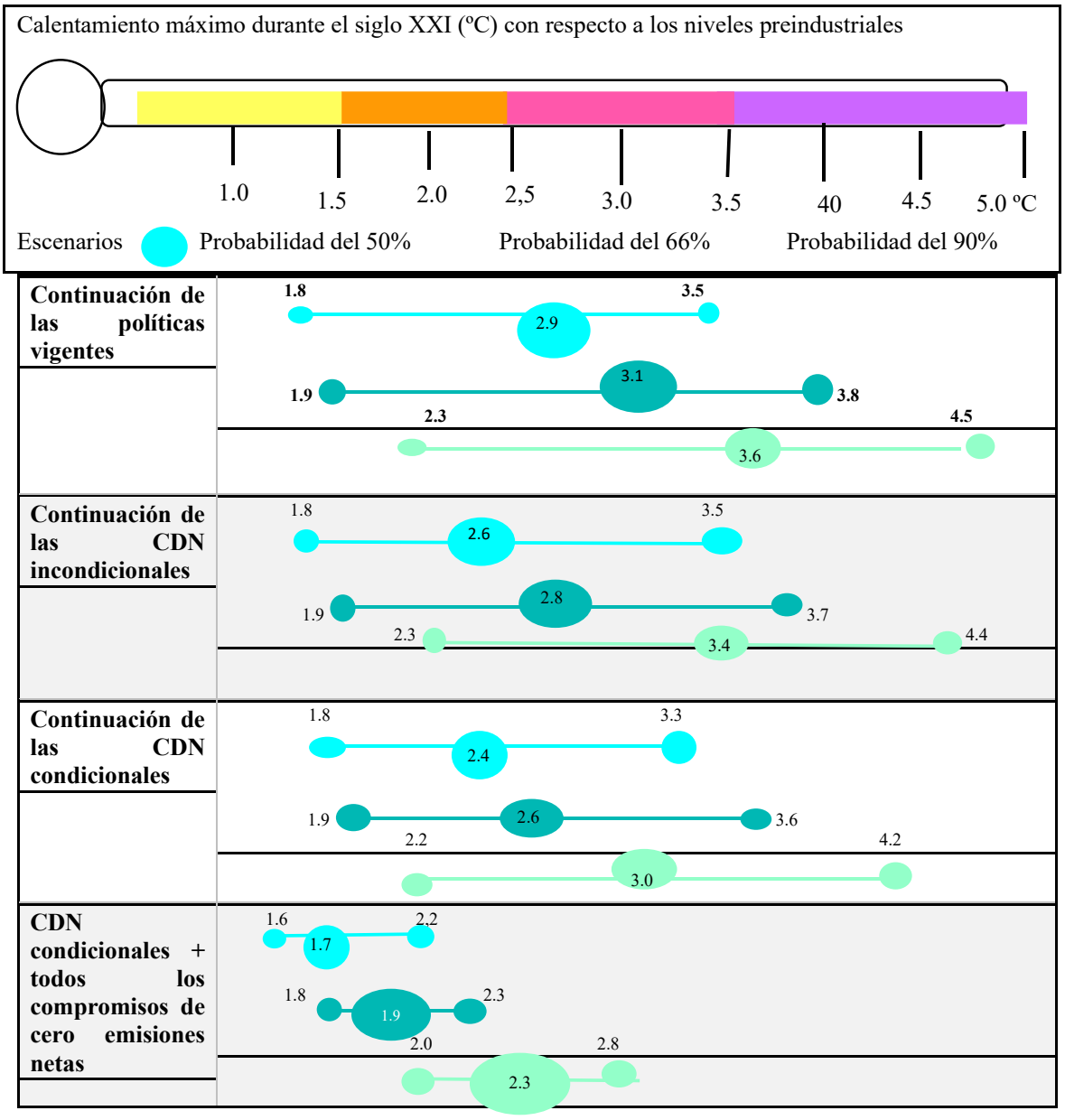
	Emisiones totales de GEI en 2023		**Variación de las emisiones totales de GEI entre 2022 y 2023**	**Emisiones de GEI per cápita en 2023**	**Emisiones históricas de CO_2 entre 1850 y 2022**	
	$MtCO_2e$	(%del total)	(%)	tCO_2e per-cápita	$GtCO_2$	(% del total)
China	16,000	30	+5.2	11	300	12
Estados Unidos de América	5,970	11	-1.4	18	527	20
India	4,140	8	+6.1	2.9	83	3
Unión Europea	3,230	6	-7.5	7.3	301	12
Federación de Rusia	2,660	5	+2	19	180	7
Brasil	1,300	2	+0.1	6.0	119	5
Unión Africana	3,190	6	+0.7	2.2	174	7
Países menos adelantados (45 países)	1,720	3	+1.2	1.5	114	4
G20 (sin la Unión Africana)	40,900	77	+1.8	8.3	1,990	77

Nota: Las emisiones se calculan en función del territorio. Las emisiones de CO_2 procedentes del uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura no se computan en las emisiones de GEI actuales y per cápita, pero si en las emisiones históricas de CO2 de acuerdo con el enfoque contable. Algunos de los integrantes de la Unión Africana forman también parte del grupo de países menos adelantados.

Fuente: Elaborado con información de UNEP, 2024.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los países miembros del G20 registraron un incremento en 2023, alcanzando el 77.0% del total mundial. Incluso si se agregaran las emisiones de todos los países de la Unión Africana (lo que implicaría pasar de 44 a 99 países, más del doble), el aumento sería de apenas 5.0%, situándose en 82.0%. Asimismo, los seis mayores emisores concentraron el 63.0% de las emisiones globales, mientras que los países menos adelantados contribuyeron únicamente con el 3.0% (Cuadro 1).

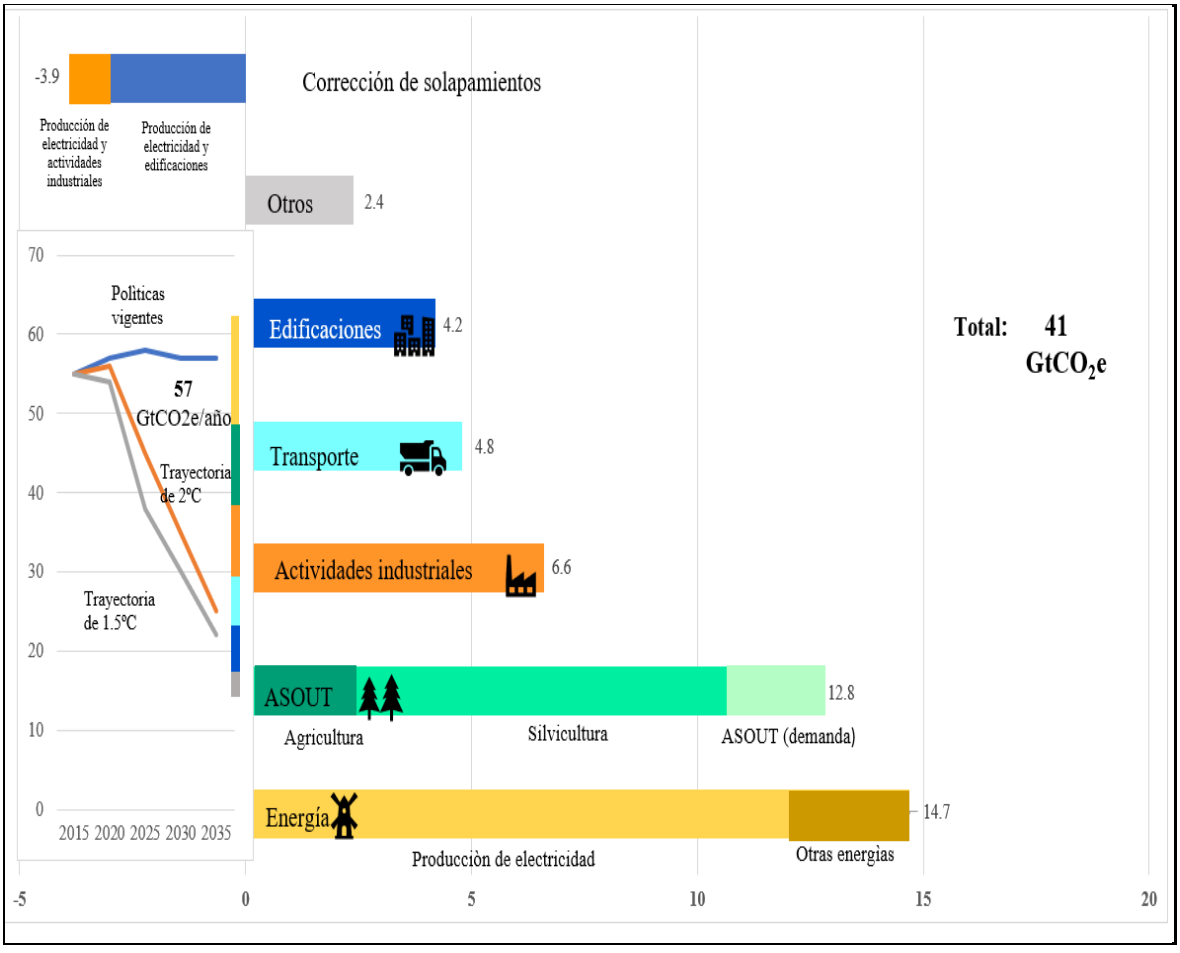
Figura 4. Proyecciones del calentamiento global en los escenarios fundamentados en compromisos que se evaluaron



Fuente: Elaborada con información de UNEP, 2024.

De acuerdo con las estimaciones, continuar con las políticas de mitigación actuales permitiría limitar el calentamiento global a alrededor de 3.1 °C durante el siglo (con un rango de 1.9 a 3.8). Si se aplicaran plenamente los compromisos establecidos en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), tanto condicionales como incondicionales, esta proyección se reduciría a cerca de 2.8 °C (rango de 1.9 a 3.7) y 2.6 °C (rango de 1.9 a 3.6), respectivamente, con una probabilidad mínima del 66.0%. En todos los escenarios, la posibilidad de mantener el aumento de la temperatura en 1.5 °C es prácticamente nula, y para mediados de siglo el calentamiento superaría claramente dicho umbral, con una probabilidad de un tercio de rebasar los 2 °C. Además, se prevé que la temperatura continúe aumentando después de 2100, ya que no se lograrían alcanzar emisiones netas nulas de CO_2 (Figura 4).

Gráfica 4. Panorama general de los potenciales anuales de mitigación proyectada a 2035 por sector, hasta un máximo de 200 USD por tCO2e



Nota: La unidad $GtCO_2e$ significa Gigatoneladas de Dióxido de Carbono Equivalente. Es una medida estándar utilizada globalmente para cuantificar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y su impacto en el calentamiento global (SEDEMA, s.f.).

Fuente: Elaborada con información de UNEP, 2024.

La estimación más reciente sobre las posibilidades de reducción de emisiones sectoriales de GEI indica que el potencial tecnoeconómico de mitigación (con costos inferiores a 200 USD por tonelada de CO_2 equivalente) sigue siendo suficiente para cerrar la brecha de emisiones proyectada para 2030 y 2035. Este potencial se sitúa en aproximadamente 31 $GtCO_2e$ anuales para 2030 (con un rango de 25 a 35) y en 41 $GtCO_2e$ anuales para 2035 (con un rango de 36 a 46) (Gráfica 4).

Conclusiones

La evidencia científica muestra que la concentración de CO_2 ha pasado de niveles preindustriales cercanos a 280 ppm a más de 420 ppm en la actualidad, superando ampliamente los umbrales compatibles con la estabilidad climática. Este incremento se explica principalmente por el uso intensivo de combustibles fósiles, acompañado por emisiones del sector agropecuario. Dado que el CO_2 es el principal impulsor del calentamiento global por su permanencia en la atmósfera, el contexto actual exige medidas urgentes y estructurales para reducir las emisiones y evitar mayor impacto climático (IPCC, 2023; NOAA, 2024).

Las diferencias entre GEI radican en abundancia, potencia y duración atmosférica. El CO_2 domina por volumen, mientras que CH_4, N_2O y los gases fluorados tienen mayor capacidad de calentamiento por unidad, lo que los hace críticos para la mitigación climática. El impacto climático depende de la combinación entre potencia y tiempo de permanencia: el CO_2 domina por acumulación, mientras que CH_4, N_2O y los gases fluorados son clave por su elevada capacidad de calentamiento, especialmente en estrategias de mitigación.

Entre 1990 y 2025, el comportamiento de los GEI se caracteriza por un crecimiento global sostenido con reducciones regionales parciales, donde el CO_2 domina por acumulación, mientras que otros gases refuerzan el calentamiento por su alta potencia. Esto evidencia que, aunque existen avances en mitigación, la transición hacia una economía baja en carbono aún es insuficiente para revertir la tendencia global.

Literatura Citada

Agencia Internacional de Energía (IEA. (2024). Global Energy Review 2024: CO_2 emissions. International Energy Agency. https://www.iea.org/news/growth-in-global-energy-demand-surged-in-2024-to-almost-twice-its-recent-average

Caraguay, L., & López-Sánchez, M. (2021). El papel del consumo de energías renovables sobre los gases de efecto invernadero a nivel global: Análisis econométrico de datos de panel. *Revista Económica*, 9(1), enero–junio. https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/1147/808

Comisión Europea, Centro Común de Investigación (JRC), & EDGAR. (2024). *EDGAR* (Emissions Database for Global Atmospheric Research): Global greenhouse gas emissions. Comisión Europea.

Comisión Europea, Joint Research Centre (JRC). (2025). *EDGAR* (Emissions Database for Global Atmospheric Research): GHG emissions of all world countries report 2025.

Costantini, A. O., Pérez, M. G., Busto, M., González, F. A., Cosentino, V. R. N., Romaniuk, R. I., & Taboada, M. A. (2018). Emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera. *Ciencia e Investigación*, 68(5), 47–54. Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias. https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/4389

Crippa, M., Guizzardi, D., Pagani, F., Banja, M., Muntean, M., et al. (2025). Emisiones de GEI de todos los países del mundo: Informe 2025 (JRC143227). Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://doi.org/10.2760/9816914

Energy Institute. (2025). Statistical review of world energy. (2025). Energy Institute. https://www.energyinst.org/statistical-review

European Commission, Joint Research Centre. (2025). GHG emissions of all world countries 2025 report: EDGAR (Emissions Database for Global Atmospheric Research). https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2025

European Environmental Agency. (2025). Greenhouse gas emissions trends and projections in Europe. EEA. https://www.eea.europa.eu

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). Sixth assessment report: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

Keramidas, K., Fosse, F., Aycart, J., Dowling, P., Garaffa, R., et al. (2026). Perspectivas mundiales sobre energía y clima 2025: Competitividad del mercado de las tecnologías de energía limpia (JRC145985). Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://data.europa.eu/doi/10.2760/6843693

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2024). Trends in atmospheric carbon dioxide. National Oceanic and Atmospheric Administration. https://gml.noaa.gov/webdata/ccgg/trends/co2_trend_mlo.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2022). Emissions from agrifood systems: Global, regional and country trends. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/greenhouse-gas-emissions-from-agrifood-systems.-global--regional-and-country-trends--2000-2022/

Our World in Data. (2024). CO_2 and greenhouse gas emissions. Global Change Data Lab. https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions

Ritchie, H. (2020). Cars, planes, trains: ¿Where do CO_2 emissions from transport come from? Our World in Data. https://archive.ourworldindata.org/20251125-173858/co2-emissions-from-transport.html

United Nations Environment Programme (UNEP). (2024). Emissions gap report 2024. United Nations Framework Convention on Climate Change (CMNUCC). (2015). Acuerdo de Paris. https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2024

Velastegui-Tapia, V. B., Trujillo-Morocho, V. L., & Oviedo-Carrillo, N. A. (2025). Patrones y predicciones: Un enfoque multimodal para analizar las emisiones de gases de efecto invernadero. *Multidisciplinary Latin American Journal* (MLAJ), 3(3), 62–84. https://doi.org/10.62131/MLAJ-V3-N3-005

World Bank. (2025). World Development Indicators. World Bank Group. https://data.worldbank.org

Análisis de Costos y Rentabilidad de Sistemas de Producción de Café para la Toma de Decisiones

Benigno Rodríguez-Padrón[1], Anabel Martínez-López[2]

Resumen

La producción de café en México constituye una de las actividades agrícolas de relevancia económica, social y ambiental. Este cultivo es desarrollado principalmente por pequeños productores, quienes operan bajo diversos esquemas productivos condicionados por factores agroecológicos, disponibilidad de recursos y estrategias de inserción en los mercados.

Diversos estudios han analizado la rentabilidad y viabilidad de los sistemas de producción de café mediante indicadores como el Valor Actual Neto, la Tasa Interna de Rentabilidad, la Relación Beneficio–Costo y los costos de producción, con el fin de determinar la viabilidad económica de distintos modelos de producción. El objetivo del presente estudio fue analizar la estructura de costos y la rentabilidad de tres sistemas de producción de café (agroecológico, especializado y asociado con plátano para velillo) y su relación con la toma de decisiones de productores en Veracruz, México.

Se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, seleccionando unidades productivas con base en la disponibilidad y calidad de la información, seleccionando a las que contaban con información económica detallada, a las que representaban claramente cada sistema productivo y estaban dispuestos a participar en la investigación. Asimismo, se aplicaron entrevistas semiestructuradas para profundizar en la toma de decisiones, complementadas con los datos económicos de las unidades de producción.

Los resultados evidencian diferencias significativas en inversión, costos y rentabilidad, destacando el sistema agroecológico por sus menores costos, mayor eficiencia y mejores indicadores financieros. Se concluye que la diversificación productiva y el manejo agroecológico fortalecen la sostenibilidad y resiliencia económica de las unidades cafetaleras.

Palabras clave: costos, rentabilidad, inversión, viabilidad, sistemas.

Abstract

The objective of this study was to analyze the cost structure and profitability of three coffee production systems (agroecological, specialized, and associates with banana for velillo) and their relationship with farmers' decision-making in Veracruz, Mexico. Using a mixed-methods

approach, nine production units were evaluated through economic data and coming from semi-structured interviews. The results reveal significant differences in investment, costs, and profitability, highlighting the agroecological system due to its lower costs, higher efficiency, and superior financial indicators. Additionally, decision-making processes incorporate economic, social, and organizational factors. The study concludes that productive diversification and agroecological management enhance the economic sustainability and resilience of coffee unities.

Keywords: cost, profit, investment, viability, systems.

Introducción

La producción de café en México constituye una de las actividades agrícolas estratégicas en regiones tropicales, debido a su relevancia económica, social y ambiental. Este cultivo es desarrollado predominantemente por pequeños productores, quienes operan bajo diversos esquemas productivos condicionados por factores agroecológicos, disponibilidad de recursos y estrategias de inserción en los mercados. En este contexto, la coexistencia de sistemas agroecológicos, sistemas especializados y sistemas asociados con otros cultivos refleja la heterogeneidad estructural del sector cafetalero y los distintos enfoques adoptados para optimizar la productividad y los ingresos (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2024).

Al cierre preliminar del ciclo comercial 2024, la superficie sembrada de café en México alcanzó 703.943 hectáreas, lo que representó un incremento de 0,8% respecto al año previo. La producción se concentra principalmente en los estados de Chiapas, Veracruz y Oaxaca, los cuales en conjunto aportan el 74% de la superficie nacional, evidenciando una marcada concentración geográfica de la actividad cafetalera (SIAP, 2024).

En cuanto a la superficie cosechada, esta se estimó en 660.167 hectáreas, lo que implica un aumento de 1,1% en comparación con 2023. No obstante, la producción total se mantuvo prácticamente constante, con un volumen de 1.056.306 toneladas de café cereza, registrando una reducción de 0,01% respecto al año anterior. Este comportamiento puede atribuirse a una ligera disminución en el rendimiento promedio, el cual pasó de 1,62 t/ha en 2023 a 1,60 t/ha en 2024 (SIAP, 2024).

Para el 2025 y el ciclo 2025/2026, las estimaciones disponibles sugieren una tendencia de crecimiento moderado en la producción nacional, con volúmenes cercanos a 1,08 millones de toneladas de café cereza, equivalentes a aproximadamente 3,9 millones de sacos de 60 kg de café

oro; sin embargo, dicho crecimiento se encuentra condicionado por factores estructurales que limitan el desempeño productivo del sector, entre los que destacan la variabilidad climática, la incidencia de plagas y enfermedades, así como el incremento en los costos de producción. Estos elementos continúan representando desafíos significativos para la sostenibilidad y competitividad de la cafeticultura mexicana (International Coffee Organization [ICO], 2025; FIRA, 2025).

Por otro lado, las evaluaciones económicas de los sistemas de producción agrícola constituyen una herramienta fundamental para comprender la sostenibilidad productiva y financiera de los sistemas agropecuarios. En el caso del café, la rentabilidad está determinada por factores como la inversión para el establecimiento y el manejo agronómico, el tipo de sistema productivo, la diversificación productiva y el acceso a mercados diferenciados. Diversos estudios han analizado estas variables mediante indicadores como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), la Relación Beneficio–Costo (R B/C) y los costos unitarios de producción, con el fin de determinar la viabilidad económica de distintos modelos de producción de café (Domínguez-García et al., 2017).

Uno de los enfoques más utilizados es la comparación entre sistemas convencionales y sistemas agroecológicos o agroforestales. En este sentido, Lyngbaek et al. (2001) y Rodríguez-Padrón et al. (2026), demostraron que los sistemas orgánicos multiestrato pueden alcanzar niveles de productividad comparables a los sistemas convencionales, pero con menores costos en insumos externos y con beneficios ambientales asociados al manejo agroforestal. Aunque los rendimientos pueden ser ligeramente menores en algunos casos, los sistemas orgánicos presentan mayor estabilidad económica debido a la reducción de costos y al acceso a mercados con precios diferenciados al alza.

La rentabilidad del café también se ha analizado desde la perspectiva de los mercados diferenciados y los cafés de especialidad. Dilas-Jiménez et al. (2020) y Carpio et al. (2023) realizaron un análisis comparativo entre cafés especiales con certificación orgánica y sin certificación, evidenciando que, aunque la certificación implica mayores costos de producción y control, el acceso a mercados especializados permite obtener mejores precios, lo que compensa dichos costos y mejora los ingresos de los productores. Este tipo de estudios destaca la importancia de la diferenciación del producto como estrategia económica para pequeños productores.

Sin embargo, en México, el café es cultivado predominantemente por pequeños productores, quienes operan bajo distintos esquemas productivos que responden a condiciones ecológicas, disponibilidad de recursos y estrategias de mercado. En este contexto, la coexistencia de sistemas agroecológicos, sistemas especializados y sistemas asociados con otros cultivos refleja la diversidad de enfoques adoptados para sostener la producción y mejorar los ingresos. Aunado a ello, en muchas regiones cafetaleras, las decisiones de los productores no se basan exclusivamente

en criterios de maximización económica, sino que integran factores como estabilidad de ingresos, acceso a organizaciones, disponibilidad de mano de obra familiar y diversificación productiva.

Ante este panorama, resulta necesario generar evidencia empírica que permita comparar de manera detallada la inversión, los costos de producción, los niveles de rentabilidad y los factores que inciden en la toma de decisiones en relación a los diferentes sistemas productivos de café. Este tipo de análisis no solo contribuye al debate académico sobre economía agrícola y sostenibilidad productiva, sino que también ofrece información relevante para productores, organizaciones y diseñadores de políticas públicas orientadas al sector cafetalero.

Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación fue analizar la estructura de costos y la rentabilidad de tres sistemas de producción de café y su relación con la toma de decisiones del productor, para lo cual se planteó la siguiente pregunta de investigación ¿cómo difieren la estructura de costos, la rentabilidad y la toma de decisiones productivas entre los sistemas de café agroecológico, especializado y asociado con plátano para velillo? La metodología consistió en la aplicación de entrevistas semiestructuradas a productoras y productores del municipio de Ixhuatlán del Café, Veracruz, México, para la obtención de información económica específica de cada unidad de producción y su posterior análisis.

Este artículo se estructura en seis secciones, seguido de esta introducción, la segunda parte aborda el marco teórico en torno a los estudios sobre rentabilidad económica en sistemas de producción de café; en la tercera sección se describe la metodología empleada; en la cuarta se exponen los resultados empíricos obtenidos; en la quinta se discuten los resultados y se contrastan con los hallazgos de otras investigaciones; finalmente, se plantean las conclusiones resaltando recomendaciones, limitaciones del artículo y futuras líneas de investigación.

Marco Teórico

En México entre las investigaciones orientadas a comparar la rentabilidad de diferentes sistemas de producción de café se encuentra la de Barrita-Ríos et al. (2018), quienes compararon sistemas productivos de café cereza en el estado de Oaxaca y encontraron diferencias importantes en los costos de producción y en los márgenes de rentabilidad, destacando que los sistemas con mejor manejo agronómico y mayor eficiencia en el uso de recursos presentan mayores beneficios económicos, lo que evidencia la relevancia de las prácticas de manejo en la competitividad de la cafeticultura. De forma complementaria, Aguirre et al. (2024) analizaron la rentabilidad del café orgánico en el Estado de México, señalando que este tipo de producción puede ser económicamente viable cuando se logra acceder a mercados diferenciados y se implementan estrategias de valor agregado.

En años más recientes, la literatura ha ampliado el análisis de la cafeticultura incorporando enfoques económicos, sociales y territoriales que permiten comprender de manera más integral la

sostenibilidad del sistema productivo. Dichos estudios coinciden en que la rentabilidad del cultivo de café está condicionada por la estructura de costos de producción, la eficiencia en el manejo agronómico y las condiciones del mercado en el que se inserta el productor. En este sentido, el análisis de los costos de producción constituye un elemento central para evaluar la viabilidad económica de los sistemas cafetaleros, particularmente en contextos donde la variabilidad de precios y los costos de mano de obra influyen significativamente en los márgenes de beneficio (Macías et al., 2026).

De igual manera, se destaca que los diferentes sistemas de manejo del café generan resultados económicos diferenciados. La comparación entre sistemas productivos permite identificar variaciones en productividad, costos y rentabilidad, evidenciando que las prácticas de manejo agronómico influyen directamente en la eficiencia económica del sistema (Noda et al., 2026). Ello refuerza la importancia de evaluar los sistemas cafetaleros no solo desde el rendimiento productivo, sino también desde su desempeño económico en el largo plazo.

Paralelamente, se ha incorporado el análisis de variables sociales y organizativas que inciden en la sostenibilidad de la cafeticultura. En este contexto, se ha documentado que factores como la participación de las mujeres en la producción, la organización comunitaria y el acceso a recursos productivos pueden influir en la estabilidad económica de las unidades productivas cafetaleras (Delgado-Sánchez y Nauzán-Ceballos, 2026). Asimismo, enfoques emergentes como la bioeconomía resaltan la importancia de integrar estrategias productivas sostenibles que optimicen el uso de los recursos naturales y generen mayor valor agregado en la cadena productiva del café (Pulido y Núñez, 2026).

A nivel territorial, se ha señalado que la sostenibilidad económica de la cafeticultura también depende de factores estructurales vinculados con la dinámica rural. Entre estos factores destaca el relevo generacional, el cual se encuentra estrechamente relacionado con la rentabilidad del cultivo y las oportunidades económicas disponibles en las regiones productoras. En este sentido, cuando la actividad cafetalera presenta bajos niveles de rentabilidad o alta incertidumbre económica, se reduce el interés de las nuevas generaciones por continuar con la producción, lo que representa un desafío para la continuidad del sector en el largo plazo (Castrillón, 2026). En conjunto, los hallazgos previos evidencian la necesidad de analizar la cafeticultura desde un enfoque multidimensional que integre aspectos económicos, productivos y sociales para comprender de manera más completa la sostenibilidad de los sistemas cafetaleros.

Desde la perspectiva metodológica, los estudios de viabilidad económica en sistemas agrícolas suelen apoyarse en herramientas de evaluación financiera que permiten analizar la rentabilidad de proyectos productivos. En este sentido, Domínguez-García et al. (2017), destacan que indicadores como el VAN, la TIR y la R B/C permiten evaluar la factibilidad económica de sistemas

productivos agrícolas en el largo plazo y con ello analizar la eficiencia del capital invertido y el riesgo económico de las actividades productivas.

En conjunto, la literatura evidencia que la rentabilidad de la cafeticultura depende de múltiples factores del entorno y del manejo del cafetal, entre los que destacan la diversificación productiva, la adopción de prácticas agroecológicas, la eficiencia en el uso de recursos y el acceso a mercados diferenciados. Estos elementos permiten explicar el por qué los sistemas agroforestales o agroecológicos suelen mostrar mayor estabilidad económica frente a sistemas especializados o intensivos, particularmente cuando se trata de pequeños productores donde la reducción de costos y la diversificación de ingresos representan estrategias clave para mejorar la sostenibilidad económica del sistema productivo.

Materiales y Método

La presente investigación es de tipo aplicada, con un enfoque mixto que integra información cuantitativa y cualitativa para lograr una comprensión más completa del fenómeno de estudio (Takona, 2024), orientada al análisis económico comparativo de sistemas de producción de café y su relación con la toma de decisiones del productor. El estudio tiene un alcance descriptivo–comparativo y un diseño transversal; los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades y características de los fenómenos, mientras que los comparativos permiten identificar diferencias entre grupos o unidades de análisis (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2020).

Se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, seleccionando unidades productivas con base en la disponibilidad y calidad de la información, seleccionando a las que contaban con información económica detallada, a las que representaban claramente cada sistema productivo y estaban dispuestos a participar en la investigación. Asimismo, se aplicaron entrevistas semiestructuradas para profundizar en la toma de decisiones, complementadas con los datos económicos de las unidades de producción, posteriormente se contrastaron con el marco teórico sobre economía de la producción agrícola y toma de decisiones.

El área de estudio se ubica en la región productora de café del estado de Veracruz, México. La unidad de análisis fue la unidad productiva cafetalera, entendida como el conjunto de actividades económicas, productivas y tecnológicas desarrolladas por cada productor, que, al interactuar entre ellos, permiten obtener la máxima productividad desde el punto de vista biológico, económico y social (Farfán-Valencia, 2020).

Se analizaron nueve unidades productivas, clasificadas en tres sistemas de producción: café especializado (3 unidades), café agroecológico (3 unidades) y café asociado con plátano para

velillo (3 unidades). La selección de las unidades se realizó mediante un método participativo, en coordinación con técnicos del Ayuntamiento de Ixhuatlán del Café, Veracruz con quienes se organizaron los talleres, a partir de estos, se eligieron tres productores por cada sistema productivo. Esta metodología permite que el investigador acceda al conocimiento de los productores sobre temas relacionados a sus actividades productivas, su organización social, sus medios de vida entre otros tópicos, además de que permite obtener información de diferentes personas al mismo tiempo (Chambers, 1994).

Las entrevistas se llevaron a cabo en las propias fincas de las productoras y productores, quienes en algunos casos contaron con el apoyo de familiares con conocimiento sobre las actividades, insumos, frecuencias de trabajo y precios involucrados. El tamaño de la muestra se definió con base en la disponibilidad y calidad de la información, así como en la homogeneidad interna de los sistemas, lo cual permite realizar comparaciones analíticas entre los grupos estudiados.

La información cuantitativa provino de nueve bases de datos económicas elaboradas a partir de las entrevistas realizadas a los productores. Estas bases contienen información detallada sobre: inversión inicial, costos de producción (mano de obra, insumos, equipos, transporte y otros), producción obtenida, precios de venta e ingresos. Estos datos fueron sistematizados y estandarizados para asegurar la comparabilidad entre sistemas productivos.

La información cualitativa se obtuvo mediante entrevistas semiestructuradas aplicadas a los mismos nueve productores. Las entrevistas permitieron identificar aspectos relacionados con: estrategias productivas, uso de insumos, decisiones de comercialización, diversificación productiva y acceso a programas de apoyos y a organizaciones productivas. Estas fueron transcritas íntegramente y examinadas mediante un análisis temático inductivo para identificar categorías y patrones comunes por sistema de producción (Braun y Clarke, 2006; Hernández et al., 2016).

Con la finalidad de hacer un análisis más detallado de las unidades entrevistadas, todas ellas se calcularon a equivalente de una hectárea, ello a sabiendas que al tenerse unidades de producción de mayor tamaño se cuenta con una mayor eficiencia en el uso de los tiempos y de algunos recursos productivos.

Se aplicó estadística descriptiva para caracterizar la estructura de costos, la producción y la rentabilidad de cada sistema productivo. Asimismo, se realizaron comparaciones entre sistemas mediante promedios y porcentajes, con el fin de identificar diferencias en la composición de la inversión, los costos y en los resultados económicos.

El procesamiento de la información se realizó mediante hojas de cálculo de Excel y software estadístico de apoyo, asegurando la consistencia y trazabilidad de los cálculos.

El análisis cualitativo se llevó a cabo mediante codificación temática, agrupando la información de las entrevistas en categorías analíticas relacionadas con la toma de decisiones productivas. Posteriormente, los resultados cualitativos se integraron con los hallazgos cuantitativos para explicar las diferencias observadas entre sistemas de producción.

Resultados y Discusión

Las nueve entrevistas se realizaron a productores de café ubicados en distintas localidades del municipio de Ixhuatlán del Café, Veracruz, principalmente en las comunidades de Ixcatla, Ixhuatlán del Café, Ocotitlán e Ixtacapa. Los productores presentan una pluralidad en edad, experiencia productiva y nivel educativo, lo que refleja la heterogeneidad de los sistemas cafetaleros de la región.

La experiencia en la producción de café varía desde 4 hasta 30 años, mientras que la escolaridad oscila entre cuarto de primaria y carrera de licenciatura. En varios casos, la actividad cafetalera constituye solo una parte del ingreso familiar, ya que algunos productores complementan sus ingresos con actividades como la producción de hoja de plátano, flores de anturio, miel o venta de plantas de café. En consecuencia, el café representa entre 25% y 50% del ingreso agropecuario, dependiendo del caso. Igualmente, al analizar la información de las unidades de producción, se tiene que en la mayoría de ellas los ingresos que se generan del cafetal representan del 20% al 100% del total, pues en varios casos los integrantes de las familias se emplean en otras actividades, ya sea en la región o fuera de ella.

La conformación de los integrantes de las familias desempeña un papel importante en la producción. En la mayoría de los casos, el trabajo en el cafetal se realiza con participación parcial o total de los integrantes de la familia, aunque en algunas unidades la productora o el productor es prácticamente el único responsable de las labores productivas. La proporción de mano de obra familiar utilizada en las parcelas varía entre 10% y 100%, lo que influye directamente en la economía de las unidades de producción.

Las unidades productivas analizadas presentan superficies relativamente pequeñas, con extensiones totales que van de 0,35 a 4,00 hectáreas, asimismo, el total de dicha superficie es dedicada al cultivo de café. Esta estructura confirma el carácter predominantemente minifundista de la producción cafetalera en la zona de estudio.

Se identificaron tres tipos principales de sistemas de producción:

Sistemas agroecológicos, caracterizados por el manejo diversificado del cafetal y la incorporación de otras especies vegetales. Para las productoras y productores que realizan este sistema de producción es preferible denominarle “cafetal”, ello debido a que la producción que se genera con

las especies diferentes al café es tanto para el autoconsumo como para la venta en los mercados locales y regionales; entre los productos se detectaron algunos frutos (mango, naranjas, aguacates, etc.), plantas medicinales y madera. Una característica de este sistema es el uso de insumos no contaminantes, en general, no se utilizan fertilizantes químicos ni herbicidas con toxicidad. También se diferencian en el sentido de utilizar más mano de obra que los otros sistemas para la realización de las prácticas de cultivo.

Sistemas de café asociados con plátano para velillo, donde la hoja de plátano representa un ingreso complementario. Comúnmente a la asociación de estas especies, y considerando que la producción de café como de la hoja de plátano son destinados al mercado, se les denomina policultivo comercial. Aun cuando se trata preponderantemente de dos especies, también se pueden encontrar otras especies que proveen productos para el autoconsumo o para los mercados locales. Es importante mencionar que este sistema de cultivo también se tiene con la característica de agroecológico. Uno de los elementos es que el plátano se ocupa como sombra de los cafetos lo que en muchos de los casos sustituye al establecimiento de especies arbóreas para sombra.

Sistemas especializados, orientados a la producción más intensiva del cultivo. De acuerdo con la literatura, este sistema se trata del establecimiento de planta de café con alguna especie arbórea para sombra; normalmente se establecen las plantas del género ingas. Pero igualmente, en los cafetales de tipo especializado se pueden tener otras especies de plantas que generen algunos productos para el autoconsumo, máxime cuando se trata de unidades de producción en pequeña escala (de unas cuantas tareas[15] a un máximo de una hectárea).

La mayoría de las plantaciones se encuentran en etapa de plena producción, aunque algunas se encuentran en etapas de desarrollo o con heterogeneidad en el crecimiento de las plantas, lo que influye en los niveles de productividad y en los costos de manejo.

El análisis de la estructura de inversión promedio por sistema evidencia diferencias significativas tanto en el monto total como en la composición de los costos entre los tres modelos productivos. El sistema de café asociado con velillo presenta la mayor inversión por hectárea, destacándose especialmente el alto costo en mano de obra, lo que sugiere una mayor intensidad laboral en su manejo. Por su parte, el sistema especializado muestra una inversión intermedia, con un peso considerable en insumos y otros, indicando una mayor dependencia de insumos externos para sostener la productividad. En contraste, el sistema agroecológico registra la menor inversión total, con una distribución más equilibrada entre mano de obra, plantas e insumos, lo que refleja un manejo más eficiente y posiblemente menos dependiente de insumos externos. Estas diferencias evidencian no solo distintas estrategias productivas, sino también implicaciones directas en la rentabilidad y sostenibilidad de cada sistema (Cuadro 1).

[15] Una tarea es una unidad de medida de superficie agrícola que se usa de manera tradicional para organizar el trabajo, estimar costos y planificar la producción. Esta medida varía según las regiones de México, en la zona cafetalera de Veracruz una tarea equivale a 0,05 ha.

Cuadro 1. Estructura de la inversión en promedio por sistema (pesos por hectárea).

Rubro	Agroecológico	Café + plátano para velillo	Especializado
Mano de obra	25.858,33	72.024,00	29.431,00
Plantas	17.330,00	24.986,67	21.140,00
Insumos y otros	13.262,33	31.360,00	39.229,43
Total	56.450,67	128.370,67	89.800,43

Fuente: elaboración propia con datos de las entrevistas 2025

En cuanto a los costos de producción promedio por sistema, se observan diferencias relevantes en la distribución y magnitud de los gastos entre los tres sistemas. El especializado presenta el mayor costo total por hectárea, impulsado principalmente por altos valores en cosecha y en el rubro de otros, lo que sugiere mayores requerimientos operativos y gastos complementarios. El sistema café asociado con plátano para velillo registra un costo intermedio, destacándose por un mayor requerimiento en mano de obra y materiales e insumos, lo que indica una combinación de intensificación laboral y uso de insumos. Por su parte, el sistema agroecológico presenta el menor costo total, con una fuerte concentración en la cosecha, pero menores gastos en insumos, evidenciando una menor dependencia de recursos externos. En conjunto, estos contrastes reflejan estrategias productivas diferenciadas que inciden directamente en la eficiencia económica y en la sostenibilidad de los sistemas evaluados (Cuadro 2).

.

Cuadro 2. Estructura de los costos de producción en promedio por sistema (pesos por hectárea).

Rubro	Agroecológico	Café + plátano para velillo	Especializado
Mano de obra	15.408,33	23.456,00	19.557,00
Materiales e insumos	3.646,00	13.845,33	10.130,00
Cosecha	37.916,67	33.666,67	38.603,33
Otros	16.135,50	7.096,67	25.859,73
Total	73.106,50	78.064,67	94.150,07

Fuente: elaboración propia con datos de las entrevistas 2025.

En conjunto, el análisis de la inversión inicial y los costos de producción por sistema permite evidenciar contrastes claros en las estrategias económicas y operativas de los modelos evaluados. El sistema agroecológico se caracteriza por presentar la menor inversión inicial y los menores costos de producción, lo que refleja una mayor eficiencia en el uso de recursos y una menor

dependencia de insumos externos, aunque con una alta participación del corte de café dentro de sus costos. En contraste, el sistema de café asociado con plátano para velillo muestra la mayor inversión inicial, especialmente en mano de obra, pero mantiene costos de producción intermedios, lo que sugiere una alta exigencia en el establecimiento y manejo inicial, seguida de una relativa estabilización en la fase productiva. Por su parte, el sistema especializado combina una inversión inicial moderada con mayores costos de producción, impulsados por el uso intensivo de insumos y otros gastos operativos, lo que puede implicar mayores riesgos económicos. En conjunto, estas diferencias evidencian que la relación entre inversión y costos de producción no es lineal, sino que responde a distintos enfoques de manejo, con implicaciones directas en la rentabilidad y sostenibilidad de cada sistema de producción de café.

Los indicadores económicos calculados para las nueve unidades productivas muestran diferencias significativas en términos de rentabilidad y viabilidad financiera entre los sistemas de producción evaluados.

La Figura 1 evidencia diferencias significativas en los montos de inversión y costos entre los tres sistemas de producción. El sistema agroecológico presenta la menor inversión por hectárea (56.451 $/ha) y también el costo unitario es menor (11 $/kg de café cereza), lo que sugiere una mayor eficiencia en términos de gasto por unidad producida. En contraste, el sistema de café y plátano para velillo requiere la mayor inversión inicial (128.371 $/ha), aunque mantiene un costo total relativamente moderado (78.065 $/ha), lo que indica un enfoque más intensivo en establecimiento que en mantenimiento. Por su parte, el sistema especializado muestra costos totales mayores (94.150 $/ha) y el mayor costo unitario (17 $/kg), reflejando un manejo más tecnificado o el uso de más insumos, pero con menor costo por kilogramo de café cereza producido. En conjunto, estos datos sugieren que el sistema agroecológico resultó ser más rentable en contextos de limitación de recursos, mientras que los otros sistemas implican mayores niveles de inversión y costos operativos.

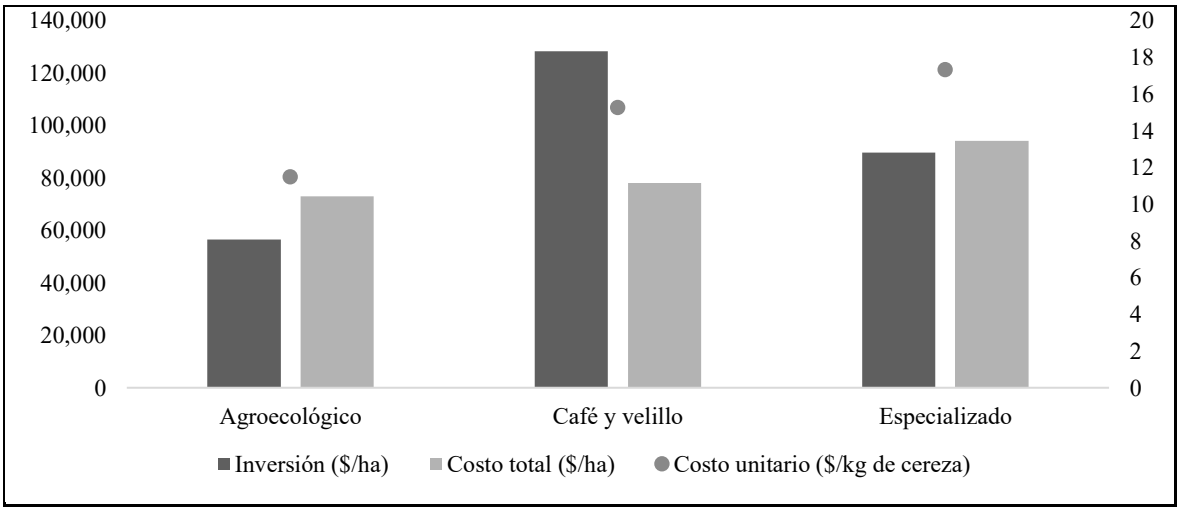


Figura 1. Montos de costos, inversión promedio por hectárea y costos unitarios por sistema de producción de café.

Fuente: elaboración propia con datos de las entrevistas 2025.

El Punto de Equilibrio (P de E) mostró valores entre 33,10% y 133,65% de la producción de café, lo que indica que algunos sistemas requieren vender más del total de su producción estimada para cubrir los costos. Este comportamiento se observó principalmente en dos sistemas especializados, los cuales presentan altos costos de producción. Los puntos de equilibrios que se reportan son en promedio de los últimos 10 años de un horizonte de 15 años considerados en el análisis.

La Relación Beneficio–Costo (R B/C) presentó valores positivos en siete de los nueve casos analizados, con un rango de 1,36 a 6,04, lo que indica que en la mayoría de las unidades productivas los beneficios superan los costos. Sin embargo, dos sistemas especializados registraron valores inferiores a uno, lo que implica baja rentabilidad o pérdidas económicas. Se intuye que los productores que registran nula o rentabilidad negativa se mantienen en la producción con la esperanza de que se mejoren sus indicadores o por no tener en cuenta la totalidad de los elementos que constituyen sus costos de producción; en algunos casos, porque en buena parte los insumos y mano de obra provienen de la propia familia.

El Valor Actual Neto (VAN), calculado con una tasa de actualización del 10%, mostró valores positivos en siete de las nueve unidades productivas, alcanzando hasta 647.223 pesos por hectárea en el sistema agroecológico que es más rentable. Por el contrario, dos unidades especializadas registraron valores negativos, lo que sugiere que, bajo las condiciones actuales de costos e ingresos, estas inversiones no resultan económicamente viables.

La Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) presentó valores positivos entre 6,95% y 33,73%, destacando nuevamente los sistemas agroecológicos con las tasas más elevadas. En contraste, los sistemas especializados con altos costos registraron tasas negativas, lo que confirma su baja rentabilidad. En parte, la alta rentabilidad de los sistemas agroecológicos se explica por el hecho de que las productoras y productores se encuentran integrados a una organización de productores que les da la facilidad de vender el café a un precio bastante alto. Al respecto Ruiz-García et al. (2020) reafirman que la organización en cooperativas es fundamental para que los pequeños productores puedan mantenerse y obtener ingresos superiores.

El periodo de recuperación de la inversión (PRI) se estimó entre 5,28 y 14,04 ciclos productivos, siendo los sistemas agroecológicos los que recuperan la inversión en menor tiempo, lo cual se explica por acceder a precios del café bastante elevados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Indicadores económicos y financieros por hectárea en promedio por sistema de producción.

Sistema de producción	P de E (%)	R B/C ($ por ha)	VAN ($ por ha)	TIR (%)	PRI (ciclos de un año)
Agroecológico	39,81	3,35	373.274	26,75	6,78
Café + plátano para velillo	52,39	1,66	202.564	10,15	11,75
Especializado	102,99	0,99	56.232	1,11	7,70

Fuente: elaboración propia con datos de las entrevistas 2025.

Las entrevistas permitieron identificar diversos factores que influyen en el desempeño económico de los cafetales. Entre ellos destacan:

El nivel de diversificación productiva, que permite generar ingresos adicionales a través de productos como hoja de plátano, anturio o miel.

La disponibilidad de mano de obra familiar, lo que tiene su impacto en la eficiencia y efectividad de la realización de las prácticas de cultivo, así como en el procesamiento del producto.

La pertenencia a organizaciones o asociaciones, que facilita el acceso a capacitación, asistencia técnica y canales de comercialización.

Las prácticas de manejo del cafetal, como la densidad de plantas, el manejo de sombra y la nutrición del suelo.

Asimismo, se observó que algunos productores enfrentan costos elevados de mano de obra, con jornales que oscilan entre 250 y 300 pesos y pagos por el corte é de cinco a siete pesos por kilogramo de café cereza, lo que incide directamente en los costos totales de producción.

Finalmente, se identificó que la totalidad los productores entrevistados no cuenta con financiamiento, por lo que la producción se realiza principalmente con recursos propios y apoyo de mano de obra familiar. Para algunos productores esto se convierte en una limitante para ampliar la inversión y hacer mejoras tecnológicas o ampliación de las unidades productivas.

Los resultados evidencian diferencias claras entre los sistemas productivos. Los sistemas agroecológicos presentan los menores costos unitarios y el menor punto de equilibrio, además de los mejores indicadores financieros, reflejados en mayores valores del VAN, la TIR y la R B/C. Por su parte, los sistemas café–plátano para velillo, muestran una rentabilidad intermedia, explicada por la diversificación de ingresos, aunque con costos unitarios mayores asociados al manejo y procesamiento. En contraste, los sistemas especializados presentan una mayor

variabilidad y un mayor riesgo económico, ya que, aunque algunos casos resultan rentables, otros registran VAN y TIR negativos, lo que reduce el desempeño promedio del sistema.

Esto sugiere que la diversificación y el manejo agroecológico contribuyen a mejorar la estabilidad económica de las unidades cafetaleras.

Los resultados obtenidos evidencian que los sistemas agroecológicos de café presentan mayor rentabilidad y menor riesgo financiero en comparación con los sistemas especializados. Esta situación puede explicarse por varios factores observados durante las entrevistas, entre ellos la diversificación de la producción, el uso intensivo de mano de obra familiar y la reducción en el uso de insumos externos, lo cual contribuye a disminuir los costos de producción.

Ello coincide con lo que diversos estudios sobre sistemas agroforestales cafetaleros han señalado que la diversificación productiva mejora la resiliencia económica de las unidades productivas, ya que permite amortiguar las fluctuaciones en los precios del café y generar ingresos adicionales provenientes de especies asociadas (Farfán, 2014, Ruíz-García, 2020, Poncet et al., 2025). Pinoargote-Chang (2022) añade que los sistemas agroforestales con café generan todo tipo de servicios ecosistémicos como la obtención de productos agroforestales que son aprovechados por las familias para autoconsumo y venta; regulan el microclima; favorecen procesos como la polinización y el control biológico de plagas y enfermedades; aportan a la conservación de suelo con materia orgánica y hojarasca de los árboles; reducen la erosión; actúan como hábitat de animales y plantas, y aportan a la mitigación del cambio climático por la captura de carbono en la biomasa aérea. En el caso de los sistemas analizados, la venta de velillo, plantas ornamentales, miel y plantas de café constituye una fuente complementaria de ingresos que reduce la dependencia del café.

Asimismo, la participación de la familia en las actividades del cafetal representa un factor relevante para la sostenibilidad económica de las unidades productivas. En varias de las unidades analizadas, la mano de obra familiar apoya con una proporción significativa en las labores agrícolas, lo que reduce la contratación de jornaleros. Este aspecto es particularmente importante considerando que los precios de la mano de obra reportados por los productores varían entre 250 y 300 pesos por jornal, lo cual representa una proporción considerable de los costos totales de producción; pues el uso de la mano de obra, tanto para las labores como para el corte del café, son los que ocupan los mayores porcentajes dentro de los costos totales de producción; es decir, las erogaciones que se generan por la compra de los insumos, plantas y materiales son bajos en la estructura de los costos de producción anual (Figura 2).

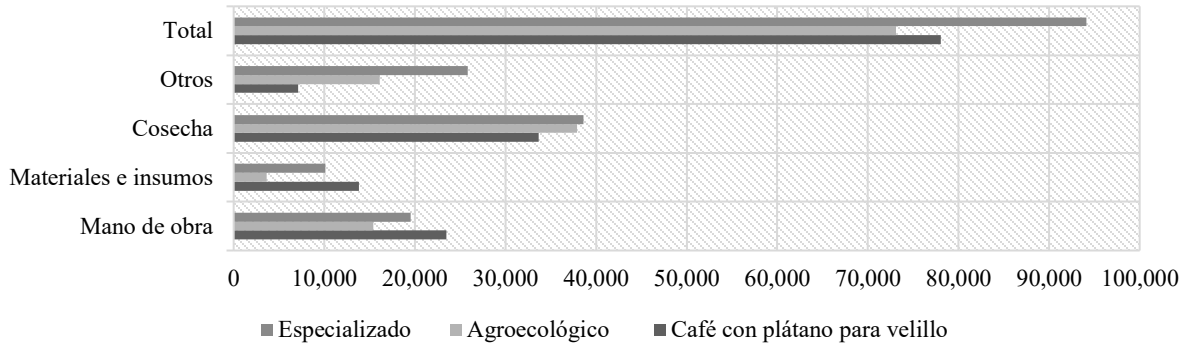


Figura 2. Estructura de costos de producción promedio por sistema (pesos por hectárea).

Fuente: elaboración propia con datos de las entrevistas 2025

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Rodríguez-Padrón et al. (2026) quienes hallaron que, en los sistemas de producción familiar, los costos de mano de obra se interiorizan debido a que son generalmente realizados por miembros del núcleo familiar. Esta condición facilita su absorción para un productor orgánico versus uno convencional.

Por otro lado, los sistemas especializados de café muestran mayor heterogeneidad en su desempeño económico. Mientras algunas unidades productivas alcanzan indicadores favorables de rentabilidad, otras presentan valores negativos en indicadores como el VAN y la TIR. Esta variabilidad puede asociarse con factores como costos elevados de manejo, menor diversificación productiva y condiciones particulares de ubicación o acceso a mercados. Los resultados evidencian también que la afiliación a organizaciones de productores puede incidir favorablemente en el desempeño productivo y económico. En consonancia con este hallazgo, Ruiz-García et al. (2020) sostienen que los pequeños productores que han experimentado mejoras económicas significativas son aquellos que se encuentran organizados en cooperativas, orientadas a la producción de cafés orgánicos de alta calidad con enfoque de exportación.

En ese sentido, las organizaciones facilitan el acceso a capacitación, asistencia técnica, comercialización y redes de colaboración, lo que contribuye a mejorar las prácticas de manejo del cafetal y a identificar oportunidades de mercado. A decir de una de las entrevistadas, que es integrante de una organización de la región, su pertenencia a una asociación ha sido determinante en la consolidación de sus capacidades y conocimientos, así como en el acceso a oportunidades económicas y en su desarrollo personal. Finalmente, los resultados coinciden con investigaciones previas, como la de Quiroz et al. (2024), que señalan que los sistemas agroforestales y agroecológicos de café tienden a ser más resilientes desde el punto de vista social y ambiental, en una escala de 0 a 1 identificaron valores de resiliencia de 0,78 para la dimensión social y 0,74 en el aspecto ambiental, especialmente en contextos de pequeña escala y producción familiar. Sin embargo, también se identifican desafíos relacionados con la falta de financiamiento, la necesidad

de capacitación técnica y la adopción de innovaciones productivas, aspectos que podrían mejorar significativamente la rentabilidad de los sistemas cafetaleros en la región.

Conclusiones

La rentabilidad de los sistemas de producción de café no depende únicamente del nivel de inversión o intensificación productiva, sino de la forma en que los recursos son organizados, diversificados y gestionados dentro de la unidad productiva. En este sentido, los sistemas agroecológicos muestran una ventaja estructural al integrar estrategias de diversificación, menor dependencia de insumos externos y mayor aprovechamiento de la mano de obra familiar, lo que se traduce en mayor resiliencia económica.

Los sistemas especializados, aunque orientados a una mayor productividad, presentan una mayor vulnerabilidad financiera debido a su dependencia de insumos y a la rigidez de su estructura de costos. Asimismo, se evidencia que la toma de decisiones de los productores trasciende la lógica de maximización de beneficios, incorporando factores como la estabilidad de ingresos, el acceso a mercados diferenciados y la pertenencia a organizaciones, lo cual redefine el concepto de rentabilidad en contextos de pequeña producción.

En conjunto, el estudio aporta evidencia empírica que sugiere la necesidad de promover enfoques productivos integrales que articulen eficiencia económica, sostenibilidad y organización social como base para el fortalecimiento de la cafeticultura. Desde la perspectiva de política pública, estos hallazgos sugieren la necesidad de fortalecer programas orientados a la diversificación productiva y la asistencia técnica, así como a impulsar el fortalecimiento de organizaciones locales que faciliten la capacitación, la agregación de valor y la comercialización. Este tipo de estrategias puede contribuir a mejorar la competitividad y la resiliencia económica de los sistemas cafetaleros de tipo familiar.

Como futuras líneas de investigación, además de ampliar el tamaño de la muestra, se sugiere incorporar análisis multivariados (regresión y modelos estructurales) para identificar relaciones causales entre variables económicas, sociales y productivas; integrar variables de sostenibilidad ambiental y social en modelos de evaluación económica; estudiar el papel del relevo generacional y su relación con la rentabilidad del sistema cafetalero y evaluar el uso de herramientas de inteligencia artificial para optimización de costos, predicción de rendimientos y toma de decisiones productivas.

Literatura Citada

Aguirre, P. H., Albiter, S. P., Razo, F. D. J. G., Rebollar, S. R. y Martínez, J. H. (2024). Rentabilidad económica de café orgánico en Amatepec y Temascaltepec Estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, *55*, 37-47.

Barrita-Ríos, E. E., Espinosa-Trujillo, M. A. y Pérez-Vera, F. C. (2018). Rentabilidad de dos sistemas de producción de café cereza (*Coffea arabica l.*) En pluma hidalgo, Oaxaca, México. *Agro Productividad*, *11*(3), 104-107.

Braun, V. y Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, *3*(2), 77-101.

Carpio, C. E., Sandoval, L. A. y Muñoz, M. (2023). Cost and profitability analysis of producing specialty coffee in El Salvador and Honduras. *HortTechnology*, *33*(1), 8-15. https://doi.org/10.21273/HORTTECH05028-22

Castrillón Trujillo, J. M. (2026). *Análisis integral de los factores socioeconómicos y estructurales del relevo generacional en la producción cafetera de Oporapa, Huila*. (Tesis de Maestría en Desarrollo Rural, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD). https://repository.unad.edu.co/handle/10596/79375

Chambers, R. (1994). Participatory rural appraisal (PRA): Analysis of experience. *World development*, *22*(9), 1253-1268.

Delgado Sánchez, V. P. y Nauzán Ceballos, V. H. (2026). Evaluation of economic and social factors in coffee production: Case study of rural coffee women in Sierra Nevada de Santa Marta. *Reflexiones Contables, 9*(1). doi:10.22463/26655543.4381.

Dilas-Jiménez, J., Zapata-Ruiz, D., Arce-Almenara, M., Ascurra-Toro, D. y Mugruza-Vassallo, C. (2020). Análisis comparativo de los costos de producción y rentabilidad de los cafés especiales con certificación orgánica y sin certificación. *South Sustainability*, *1*(2), e017-e017.

Farfán, V. F. (2014). *Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café*. Caldas, Colombia: FNC-Cenicafé.

Farfán-Valencia, F. (2020). Sistemas de producción: conceptos y definiciones. En Centro Nacional de Investigaciones de Café (Ed.), *Manejo Agronómico de los Sistemas de Producción de Café* (pp. 14-–33). Cenicafé. https://doi. org/10.38141/10791/0002_1

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. (2025). *Panorama agroalimentario: Café 2025*. FIRA. https://www.fira.gob.mx/InvYEvalEcon/EvaluacionIF.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2016). *Metodología de la investigación*. (6ª ed.). México: McGraw-Hill.

Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.

International Coffee Organization. (2025). *Coffee market report 2025.* ICO. https://www.ico.org.

Lyngbaek, A. E., Muschler, R. G. y Sinclair, F. L. (2001). Productivity and profitability of multistrata organic versus conventional coffee farms in Costa Rica. *Agroforestry systems*, *53*(2), 205-213. https://doi.org/10.1023/A:1013332722014

Macías, F. J. H., Plua, D. M. C., García, K. D. R. H. y Briones, R. M. T. (2026). Costos de producción en los sistemas agroproductivos de cacao y café en el centro experimental Sacha Wiwa, cantón La Maná. *Investigación y Desarrollo*, *22*(1), 23-23. https://doi.org/10.31243/id.v22.2026.3088

Noda Leyva, Y., Pérez Vázquez, A., Sánchez Hernández, S. y Nazario Lezama, N. (2026). Comparison of two coffee management systems in Huatusco, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 29(1). http://dx.doi.org/ 10.56369/tsaes.6445.

Pinoargote-Chang, M. (2022). Sistemas agroforestales con café: el rol de los árboles en la provisión de servicios ecosistémicos. En M. Salgado-Mora, H. Esquinca y M. Cerda. (Eds.), *Tópicos selectos de investigación en conservación de recursos naturales en América Latina*. México: Universidad Autónoma de Chiapas.

Poncet, V., van Asten, P., Millet, C. P., Vaast, P. y Allinne, C. (2024). Which diversification trajectories make coffee farming more sustainable?. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 68, 101432, https://doi.org/10.1016/ j.cosust.2024.101432.

Pulido-Blanco, V. C. y Núñez Ramos, P. A. (2026). *Bioeconomía del cultivo del café: caso de la República Dominicana*. República Dominicana: CATIE-IICA.

Quiroz Guerrero, I., Pérez-Vázquez, A., Landeros Sánchez, C., Gallardo López, F., Velasco Velasco, J. y Benítez Badillo, G. (2024). Capacidad de resiliencia del agroecosistema café en Tezonapa, Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*, *35*(1). http://dx.doi.org/10.15517/am.2024.55146

Rodríguez-Padrón, B., Trejo-Pech, C. O., Ayala-Montejo, J. J., Sáenz-Segura, F. y Pita-Duque, Á. (2026). Análisis financiero de producción orgánica y convencional de café en Veracruz, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*, *12*(1). https://doi.org/10.30973/aap/ 2026.12.0121014.

Ruiz-García, P., Gómez-Díaz, J. D., Valdés-Velarde, E. y Monterroso-Rivas, A. I. (2020). Sistemas agroforestales de café como alternativa de producción sustentable para pequeños productores de México. *Ra Ximhai*, 16(4), 137-158. doi.org/10.35197/rx.16.04.2020.07.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). *Anuario estadístico de la producción agrícola.* SIAP. https://www.gob.mx/siap.

Takona, J. P. (2024). Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. *Quality & Quantity*, *58*(1), 1011-1013.

Caracterización de empresas productoras y procesadoras de pulque en el estado de Hidalgo

María José Oliva Ramírez[1], Remigio Madrigal Lugo[2], Diana América Reyna Izaguirre[3], Imelda Romero Cervantes[4]

Resumen

El estado de Hidalgo es el principal productor de maguey pulquero (*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick), una especie de gran importancia económica, ambiental y cultural en México. Su principal producto es el pulque, una bebida alcohólica producida a partir de la fermentación del aguamiel. Sin embargo, en los últimos años el valor de producción en Hidalgo ha ido en decadencia en comparación con otros estados productores de maguey pulquero, debido a la falta de revalorización de esta cadena productiva que afecta a la mayoría de los productores, quienes conforman el 81.51% de las Mipymes en el estado. Ante la limitada o nula información actualizada sobre esta actividad productiva en Hidalgo, el objetivo de este trabajo fue identificar las características de tres actuales empresas productoras de pulque con distintos niveles técnicos en el estado, relacionando la sostenibilidad entre empresas además de identificar las posibles ventajas competitivas. Los resultados evidenciaron que la rentabilidad se maximiza al integrar verticalmente los procesos, abriendo paso a la diversificación de productos, la adopción de tecnologías y el uso de canales cortos de comercialización.

Palabras clave: Maguey, caracterización, pulque, empresa.

Abstract

The state of Hidalgo is the leading producer of agave pulquero (*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick), a species of great economic, environmental, and cultural importance in Mexico. Its main product is pulque, an alcoholic beverage produced through the fermentation of aguamiel. However, in recent years, the value of production in Hidalgo has been declining compared to other agave pulquero-producing states, due to the lack of revitalization of this production chain, which affects the majority of producers—who make up 81.51% of the state's MSMEs. Given the limited or non-existent up-to-date information on this productive activity in Hidalgo, the objective of this study was to identify the characteristics of three current pulque-producing companies with different technical levels in the state, examining sustainability across these companies and identifying potential competitive strengths. The results showed that profitability is maximized by vertically integrating processes, paving the way for product diversification, the adoption of technologies, and the use of short marketing channels.

Keywords: Agave, profile, pulque, enterprises.

1 Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México – Texcoco Chapingo, Texcoco, Edo. de Méx. mariajoseoliva36@gmail.com

2 Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México – Texcoco Chapingo, Texcoco, Edo. de Méx.

rmadrigall@chapingo.mx
3 Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México – Texcoco Chapingo, Texcoco, Edo. de Méx. dreynai@chapingo.mx
4 Colegio de Postgraduados, Carretera México – Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. romero.imelda@colpos.mx

Introducción

México es considerado centro de origen y domesticación del género *Agave*, una especie de gran importancia económica, ambiental y cultural. Existen más de 150 especies registradas (76% de las registradas en el mundo) y 119 son endémicas del territorio nacional, siendo un recurso invaluable para la economía y para enfrentar el cambio climático y la desertificación (Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México, 2024). De esta planta se obtienen innumerables productos, pero su principal aprovechamiento es para la producción de pulque. Chacón *et al*. (2020) definen al pulque como una bebida alcohólica de color blanco, olor fuerte y viscoso, producida a partir de la fermentación del aguamiel, en donde fluctúan gran diversidad de microorganismos. Asimismo, Hernández Lozano (2023), denomina al aguamiel como la savia que excreta el maguey tras ser cortadas las pencas céntricas del tallo. Es un líquido translúcido con color ámbar, pH neutro y un ligero olor herbal al ser recién secretado.

Debido a que, en los últimos años, las dinámicas del mercado evidencian una creciente demanda dentro de las cadenas agroalimentarias por la oferta de productos con propiedades funcionales, naturales y de salud digestiva, Medina Mendoza *et al*. (2022) y Rodríguez *et al*. (2021) resaltan el especial interés en conocer el valor nutrimental y funcional del aguamiel y pulque, debido a que poseen sustancias benéficas variadas; el pulque posee una abundante actividad y diversidad microbiológica con función probiótica que sucede en la flora intestinal al ser ingerido.

De acuerdo con diversos autores, el pulque es obtenido principalmente de los agaves *A. atrovirens*, *A. mapisaga* y *A. salmiana* (Escalante *et al.*, 2013), aunque existen otras especies de las cuales también se obtiene aguamiel para la producción de pulque, como el *A. hookeri, A. americana, A. teometl Zucc, A. weberi Cels., A. altisima Jacobi., A. compliala Trel., A. gracillispina Englem., A. malliflua Trel.*, etc. De los más utilizados para la producción de pulque es el *Agave salmiana*, debido a que se obtienen mejores rendimientos de esta especie (Fernández Galicia *et al.*, 2024). Sin embargo, Gutiérrez-Uribe *et al.* (2017) señalan que la microbiota compleja del pulque también se ve afectada por el proceso de producción, las condiciones climáticas, edáficas y de recolección del aguamiel; por lo que la calidad y aporte nutrimental es diferente para cada zona de producción.

En nuestro país, Hidalgo es actualmente el estado con la mayor producción de maguey pulquero. Sin embargo, en el Anuario Estadístico de la Producción Agrícola del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), del año 2020 al año 2024, es posible observar que su valor de producción decreció un 18.4%, mientras que el valor de producción de Tlaxcala y del Estado de México (los estados en segundo y tercer lugar respectivamente en la producción de maguey pulquero) aumentó un 28.5% y un 360% respectivamente en esos 4 años. A partir de 1994, la superficie sembrada en estos dos estados ha sufrido fluctuaciones con tendencia a la estabilización, además de que el precio medio rural por litro de aguamiel y pulque muestra un importante incremento (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2021).

Este proceso de revalorización en Tlaxcala y en el Estado de México ha propiciado tanto el aumento en el valor de la producción de pulque como las condiciones para que el cultivo sea atractivo en términos económicos para los agricultores que habían abandonado este cultivo. Por ello, el estado de Hidalgo necesita aplicar este mismo proceso de revalorización en la producción de pulque, siendo una de sus principales actividades económicas que ha mostrado una disminución tanto en su ritmo como en su valor, aún cuando existen bastantes productores pequeños dedicados a esta labor. Terrones *et al.* (2011), señalan que en el estado de Hidalgo existen 21,245 empresas, de estas el 99.94% son Mipymes (Micro, pequeñas y medianas empresas), y el 0.06% restante son grandes. Del total de las Mipymes, el 81.51%, 14.62% y 3.86% corresponden a los sectores comercio, servicios e industria, respectivamente, de acuerdo con datos del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM).

El pulque ha sido estudiado desde diferentes puntos de vista y en diferentes estados del país (Gonçalves de Lima, 1990); sin embargo, existe poca o nula información que permita conocer ingresos, costos y ganancias de esta actividad y sus derivados. La revalorización en Tlaxcala y en el Estado de México ha dado paso al estudio y la generación de nuevas empresas que incrementen su valor de producción. Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo proporcionar información actual sobre la competitividad del estado de Hidalgo en la cadena productiva del maguey pulquero, mediante un diagnóstico del nivel técnico de tres empresas de tres municipios provenientes de la Altiplanicie pulquera, la región con la mayor producción de pulque en el estado. Con esto, se consideran tres escenarios con distintos métodos de producción y comercialización de pulque.

Materiales y Métodos

El presente trabajo fue realizado con el apoyo de la Dirección General de Comercialización y Mercadotecnia, que forma parte de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Hidalgo (SADERH), localizada en Pachuca de Soto, Hidalgo. En los meses de agosto-septiembre de 2025, a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia, fueron seleccionados tres productores provenientes de los municipios de Epazoyucan, Zempoala y Singuilucan. De acuerdo con la base de datos de la Dirección General, fueron seleccionados aquellos productores que siembran maguey

pulquero y cuentan con la experiencia para laborar como tlachiquero (saben identificar las características de un maguey maduro y manejan correctamente el capado, raspado y la extracción del aguamiel) y/o como mayordomo (saben cómo elaborar pulque y cuidan de un tinacal). (Bravo Vargas, 2014).

Fue realizado un análisis cualitativo temático mediante visitas directas y entrevistas con los tres productores, usando como instrumento de colecta un cuestionario de elaboración propia con 31 preguntas semiestructuradas (18 abiertas y 13 cerradas). En el instrumento de colecta, fue recabada la siguiente información: datos personales y antecedentes relacionados a la producción del maguey, características del magueyal y de la producción de los magueyes, el nivel técnico del magueyal, el uso principal y la trazabilidad del aguamiel y/o pulque, su método de comercialización y por último los principales problemas que enfrentan. Es importante mencionar que, debido a la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados, la información personal de las y los productores estudiados tuvo que ser anonimizada en el presente trabajo de investigación. Esta información se encuentra disponible en la base de datos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Hidalgo, en la Dirección General de Comercialización y Mercadotecnia.

Considerando la información obtenida por los tres productores, además de utilizar como referencia los criterios de caracterización del nivel técnico-productivo con la experiencia de los técnicos provenientes de la Dirección General (aplicables únicamente en el estado de Hidalgo), cada productor fue identificado para representar a la Pequeña, Mediana y Gran empresa.

Resultados y discusión

En un mapa estatal de Hidalgo se identificó la delimitación de la Altiplanicie pulquera. Asimismo, se sombrearon los municipios de procedencia de los tres productores seleccionados: Epazoyucan, Zempoala y Singuilucan. (Figura 1).

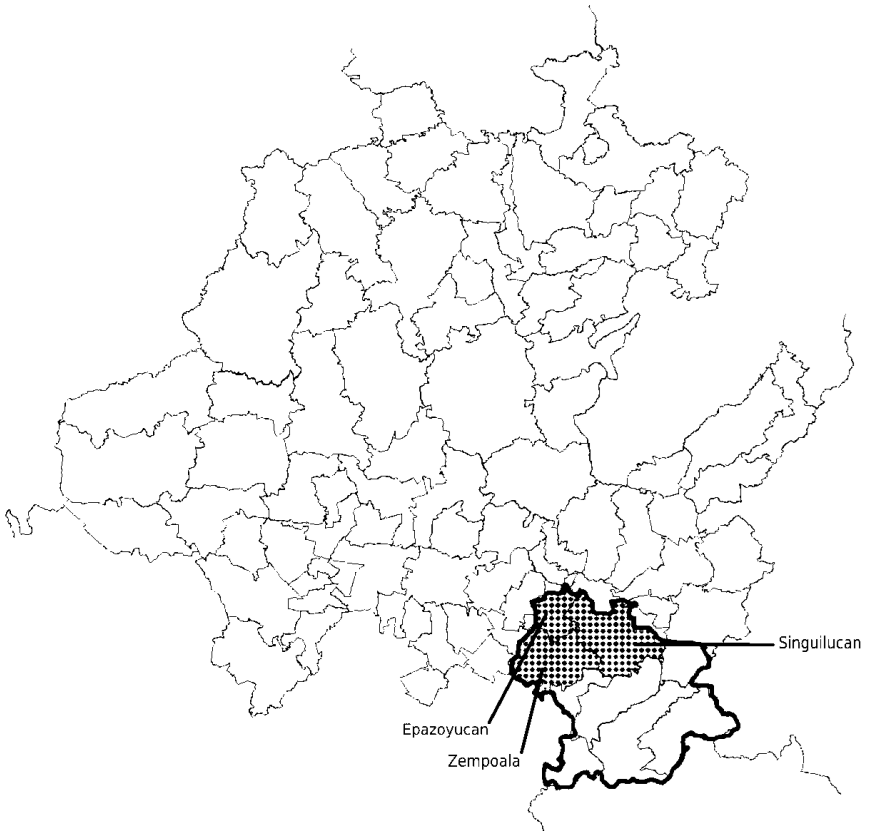


Figura 1. Ubicación de la región y municipios de estudio.

Fuente: Elaboración propia (2026).

Gracias a la experiencia de los técnicos provenientes de la Dirección General de Comercialización y Mercadotecnia, se establecieron los criterios de caracterización del nivel técnico-productivo de empresas productoras y procesadoras de pulque, aplicables únicamente en el estado de Hidalgo:

Pequeña empresa (PE). El magueyal es o no es de su propiedad, y suele trabajar con 50 magueyes al día. Camina o usa un transporte para distancias cortas. Su tinacal se ubica al aire libre, con una capacidad de producción de pulque de 100 a 400 litros al día. Realiza sólo un análisis de calidad y con valores bastante variables, o no lo realiza. Vende aguamiel y/o pulque a un bajo precio (de acuerdo con el mercado), de manera local o en comunidades aledañas. No cuenta con una marca y vende su producto por su cuenta, buscando compradores al momento.

Mediana empresa (ME). El magueyal es de su propiedad, y suele trabajar con 50 a 200 magueyes al día. Usa un transporte para largas distancias. Su tinacal se ubica en un lugar medianamente cerrado, con una capacidad de producción de pulque de 400 a 800 litros al día. Realiza de dos a tres análisis de calidad, con valores dentro de un rango controlado. Aplica las buenas prácticas de manejo durante todo el proceso. Vende aguamiel y/o pulque a un precio moderado (de acuerdo con

el mercado), de manera local y/o estatal, por su cuenta en eventos culturales o con un distribuidor. Tiene marca propia, pero no registrada.

Gran empresa (GE). El magueyal es de su propiedad o es en conjunto con ejidatarios, y suelen trabajar con más de 200 magueyes al día. Usa un transporte para largas distancias y tiene capaicdad para cargar con la recolecta de aguamiel. Su tinacal se ubica en un lugar cerrado y controlado, con una capacidad de producción de pulque de más de 800 litros al día. Realiza de dos a tres análisis de calidad, con valores constantes. Aplica las buenas prácticas de manejo durante todo el proceso. Vende aguamiel y/o pulque a un precio moderado (de acuerdo con el mercado) o a uno acordado con su principal comprador, de manera estatal y con uno o más distribuidores. Tiene marca propia, sí o no registrada.

De acuerdo con los criterios antes mencionados, los productores fueron clasificados en:

Pequeña Empresa (PE) --> productor de Epazoyucan

Mediana Empresa (ME) --> productor de Zempoala

Gran Empresa (GE) --> productor de Singuilucan

En el Cuadro 1 se resumen los datos y antecedentes de los productores con el maguey pulquero. Todos los productores aprendieron a laborar con el maguey pulquero gracias a la herencia familiar. La PE es un tlachiquero externo al magueyal, es decir, no es de su propiedad, pero se le permitió trabajar con cierta cantidad de magueyes y vender su producto por cuenta propia, además de aportar cierta cantidad para el cuidado del magueyal. La ME es dueña del magueyal y de su tinacal, por lo que no paga a terceros para su mantenimiento. La GE trabaja en conjunto con ejidatarios, compartiendo el magueyal para un beneficio en común.

Cuadro 1. Antecedentes con el maguey pulquero

Empresa	**Municipio**	**Cargo en el magueyal**	**Antigüedad de su cargo**	**¿Por quién/es aprendió a laborar con el maguey?**
PE	Epazoyucan	Tlachiquero externo, mayordomo de su propio tinacal	30 años	Por su familia
ME	Zempoala	Propietario, tlachiquero y mayordomo de su propio tinacal	23 años	Por su familia
GE	Singuilucan	Tlachiquero en conjunto, gerente del tinacal en conjunto	42 años	Por su familia

Fuente: Elaboración propia (2026).

En el Cuadro 2 se recolectaron las características de los magueyes y del magueyal, por cada empresa. Las empresas PE y GE desconocían con exactitud el tamaño del magueyal en el que trabajan o simplemente es un dato irrelevante para ellos, y lo importante es la cantidad de magueyes sembrados. La GE cuenta con aproximadamente 72 mil magueyes totales en su magueyal, es decir, 300 magueyes por Ha, y por el momento cuentan con 1,260 magueyes maduros. La ME tiene la mayor variedad de etnotaxa del maguey pulquero, pero los más comunes en la región son los etnotaxones Xamini y Manso. Por ende, la edad de maduración de los magueyes fue la misma para las tres empresas, con 15 años. Las tres empresas extraen el aguamiel dos veces al día, en la mañana y en la tarde. La PE deja un tiempo de añejamiento de 4 meses, obteniendo un total de 7 litros de aguamiel por maguey al día; la ME deja un tiempo de añejamiento de 1 a 2 años y obtiene 6.2 L por maguey al día; la GE deja un tiempo de añejamiento de 3 a 4 meses y obtiene 7 L por maguey al día. La razón por la que la ME tiene un tiempo de añejamiento más prolongado es por la calidad del aguamiel que desea: mientras más tiempo de añejamiento, el rendimiento de litro de aguamiel por maguey es menor, pero su dulzor es sumamente mayor.

Cuadro 2. Características de los magueyes y del magueyal

	Tamaño del magueyal	**# total de magueyes**	**Etnotaxa**	**Edad de maduración**	**Magueyes trabajados actualmente**		**Aguamiel extraído**	
					# magueyes	**Hora de extracción**	**En la mañana**	**En la tarde**
PE	Dato no disponible	200 u	Manso	15 años	50	1:00 AM y 4:00 PM	4 L	3 L
ME	Dato no disponible	72 u	Xamini, manso, chalqueño, ayoteco, mexicano.	12 a 15 años	50	4 - 5 AM y 4 – 5 PM	3.2 L	3 L
GE	240 hectáreas	1,260 u	Manso, xamini	15 años	320	5:00 AM y 4:00 PM	4 L	3 L

Fuente: Elaboración propia (2026).

En el Cuadro 3 se describe el proceso de recolecta del aguamiel por empresa. La PE y ME utilizan herramientas artesanales para la extracción, pero la GE elaboró una herramienta modificada para agilizar la recolección. Todas las empresas filtran el aguamiel, un paso importante para retirar impurezas, pero la ME lo realiza al principio, durante la recolección de aguamiel. La GE cuenta con 18 tlachiqueros, es decir, cada uno trabaja con 70 magueyes. En épocas de lluvia, es común desechar el aguamiel debido a que está contaminado por las gotas de lluvia que fluyeron dentro de la cavidad, pero la ME evita este problema al utilizar lonas de polietileno para cubrir la cavidad de sus magueyes

capados, sin cubrir por completo la planta para que las pencas reciban la luz del sol. Para el transporte, la GE es la única con un vehículo que a la vez tiene una zona trasera para cargar con su recolecta, y aunque tardan aproximadamente 1 hora en su recolección, no es relevante debido a que todo el aguamiel está dedicado para la producción de pulque.

Cuadro 3. Proceso de recolecta del aguamiel

	Herramienta usada	**¿Filtra el aguamiel?**	**Trabajado-res en total**	**En épocas de lluvia:**	**Envases de traslado**	**Tipo de transporte**	**Tiempo apróx. de extracción**
PE	Bomba de succión casero	Sí, con colador de tela en el tinacal	4 tlachiqueros	Desecha el aguamiel	Bidones de plástico	Bicicleta	1 hora 30 minutos
ME	Acocote	Sí, con colador de tela durante la recolección	2 tlachiqueros	No tiene problemas, cubre la cavidad con lonas de polietileno	Bidones de plástico	Motocicleta	20 a 30 minutos
GE	mochila aspersora modificada con bomba de succión	Sí, con colador de tela en el tinacal	18 tlachiqueros	Desecha el aguamiel	Bidones de plástico	Cuatrimoto con zona trasera de carga	1 hora

Fuente: Elaboración propia (2026).

En el Cuadro 4 se resumen las características del tinacal y la capacidad de producción mensual. La PE tiene sus tinas al aire libre, la ME construyó una cabaña para que sea su tinacal, y la GE construyó una infraestructura con el fin de ser turístico. Para ese entonces, la producción más baja la tenía la ME, pero debido a que maneja principalmente la calidad de su pulque, más que la cantidad. La PE únicamente mide el vol. de alcohol del pulque, con un densímetro de vidrio dentro de un tubo de metal y sujeto a un alambre para sostenerse. La ME mide la cantidad de azúcares totales del aguamiel con un refractómetro para °Bx, y el vol. de alcohol del pulque con un densímetro de vidrio. De igual forma, la GE mide la cantidad de azúcares totales del aguamiel con un refractómetro para °Bx, y el vol. de alcohol del pulque con un densímetro de vidrio. La PE es la única que almacena el pulque sobrante que no se vendió en su momento, por dos días y en refrigeración.

Cuadro 4. Características del tinacal y capacidad de producción

	Características del tinacal	**Capacidad de producción mensual actual**

		Total	Usada	Para almacenar
PE	Al aire libre en el patio de su domicilio, compartiendo espacio con unas pacas. Cuenta con dos tinas de plástico (una con fibra de vidrio) de 750 L de capacidad cada una.	11,250 L de pulque	10.500 L de pulque	180 L de pulque
ME	Una cabaña pequeña construida con troncos de madera, en el patio de su domicilio y a puerta cerrada. Cuenta con una tina de plástico con fibra de vidrio, de 1,200 L de capacidad.	9,200 L de pulque	9,000 L de pulque	No almacena pulque
GE	Estructura construida con ladrillos, con grandes ventanas y a puerta cerrada con una entrada principal. Tiene un estilo turístico, con murales pintados en las paredes y un altar dedicado a la Virgen de Guadalupe. Cuentan con 10 tinas de plástico con fibra de vidrio, de 1,000 L de capacidad cada una.	75,000 L de pulque	67,200 L de pulque	No almacena pulque

Fuente: Elaboración propia (2026).

En el Cuadro 5 se relacionan las ganancias obtenidas con los gastos en la producción. La PE vende el aguamiel y el pulque a minoreo (< 20 L) y a mayoreo (> 20 L); la ME elabora curados y los vende a un mejor precio que cuando es pulque natural, y solamente vende el aguamiel en eventos especiales, como bodas o fiestas de XV años (evita hacerlo seguido , por la desconfianza de que revendan el aguamiel adulterado), y la GE vende aguamiel y pulque natural a los turistas, sin embargo, firmó un contrato para abastecer a 18 pulquerías de la Ciudad de México a un precio acordado, por lo que no vende más de 10 L de pulque natural por su cuenta o a otros lugares. La GE es la única empresa que contrata tlachiqueros cuando es necesario tener mayor mano de obra, siendo trabajadores de confianza; la PE no tiene permitido contratar personal debido a que el magueyal no es de su propiedad, y la ME no contrata personal debido a que tienen su manera cuidadosa de raspar el maguey, así como también cuidan quién accede a su tinacal, por lo que prefieren no contratar a gente sin experiencia.

Cuadro 5. Costo de venta y gastos

	Costo de venta (por litro)		Gastos del personal		Gastos del tinacal	
	aguamiel	pulque	Sueldo del tlachiquero	¿Promociona labor de venta?	Arrendamiento	Servicios básicos
PE	$15 minoreo	$15 minoreo $11 mayoreo	Ninguno	No	No	Ninguno

	$11 mayoreo					
ME	$20 (sólo en eventos)	$20 natural $60 - $80 curado	Ninguno	No	No	Luz tenue fría
GE	$30 al público	$30 al público $20 a su cliente principal	$200 al día	Cuando es necesario, con trabajadores de confianza	No	Agua para la limpieza y luz tenue fría

Fuente: Elaboración propia (2026).

En el Cuadro 6 se mencionan los principales productos y subproductos, su comercialización y si es que tienen una marca registrada con el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI). La PE y la GE únicamente venden pulque natural y ocasionalmente aguamiel fresco. Por otro lado, la ME vende principalmente curados de fruta de temporada o dulces, pulque natural y aguamiel (aunque es en eventos especiales); actualmente están desarrollando un destilado de pulque y la preparación de "salsa bruja" elaborada con vinagre de pulque, especial para complementar con mariscos. Por un acuerdo con los otros 3 tlachiqueros que también trabajan en el magueyal, la PE vende sus productos los días miercoles, viernes y domingo de la semana, por la mañana y a granel, acompañado de su burro el cual carga el pulque y el aguamiel en bidones de plástico, por lo que le es irrelevante contar con una marca actualmente. La ME prefiere vender su producto en eventos y ferias, donde renta un espacio y lo decora con varios artículos culturales referentes a la cultura maguey-pulque, bajo el nombre de su marca "Curados CORONA", pero aún no está registrada por el IMPI. La GE únicamente provee de pulque natural a las 18 pulquerías de su contrato y a veces lo vende en el tinacal cuando recibe visitas turísticas, gracias a que tienen su reconocimiento como mayores productores de pulque en el municipio de Singuilucan, bajo el nombre de "Tinacal San Cristóbal".

Cuadro 6. Comercialización de sus principales productos

	Productos y subproductos	**Marca**	**Comercialización**
PE	Pulque natural, aguamiel fresco.	Ninguna marca	Vende por cuenta propia y a granel, en el zócalo de Epazoyucan y otros municipios cercanos. Busca compradores al momento.
ME	Curados con fruta de temporada, curados dulces, pulque natural, aguamiel, destilado de pulque, salsa con vinagre de pulque.	Marca no registrada	Vende por cuenta propia asistiendo a ferias y eventos en distintos municipios. Igualmente vende con un distribuidor (un familiar suyo) mediante su número celular.
GE	Pulque natural en gran medida (para su venta a la Ciudad de	Marca no registrada	Únicamente provee de pulque a las 18 pulquerías en la Ciudad de México.

México), pulque natural y aguamiel fresco (para las visitas turísticas).	(en proceso)	Ocasionalmente vende pulque y aguamiel en su tinacal, con las visitas turísticas.

Fuente: Elaboración propia (2026).

Algunos de los principales problemas de la PE son:

Aunque vende su producto en zonas aglomeradas (quioscos, zócalos o zonas abiertas), sus ventas han disminuido debido a que la gente ya no desea consumir pulque natural, y se han acercado más a los curados y destilados de pulque, usualmente vendidos en pulquerías, bares o locales reconocidos.

No ha podido vender su pulque a pulquerías o bares, debido a dos factores: porque su producción es bastante pequeña y porque su pulque no cumple con la calidad requerida. De igual modo, es difícil hacer un convenio con las destiladoras de pulque por sus requisitos.

Ningún hijo o familiar suyo quiere acercarse al negocio, prefieren trabajar en las grandes ciudades. Por lo que es probable que, cuando ya no pueda continuar con su actividad como tlachiquero, su oficio quede en el olvido.

Algunos de los principales problemas de la ME son:

Debido a que su marca no está registrada y tampoco cuentan con páginas oficiales en línea para promocionar su producto, hay productores de pulque que imitan su marca para fingir que es su producto. Debido a ello, han recibido bastantes quejas de gente reclamando que su producto y sus servicios no son buenos.

Algunos de los principales problemas de la GE son:

Varias pulquerías en la ciudad de México han cerrado debido al estricto perfil de locales solicitados por las autoridades, además de que otras pulquerías han tenido que pagar multas excesivas por no cumplir las normas de operación. Esto provocó que perdieran puntos de venta, y si el problema persiste, su trabajo como proveedores también irá en declive.

La instalación de parques solares fotovoltaicos en más de 400 Ha en Singuilucan, Epazoyucan y Zempoala trajo consigo que varios productores de maguey rentaran sus hectáreas agrícolas por precios llamativos. Ellos también han sido contactados para estos contratos, que son cada vez más insistentes, siendo un problema debido a la presión social que apoyan más al proyecto energético que a la conservación de magueyales.

Conclusiones

A partir del diagnóstico técnico-productivo de las tres empresas analizadas en la Altiplanicie pulquera en el estado de Hidalgo, es posible comprobar que la producción de maguey pulquero es

una alternativa de negocio rentable, pero bajo condiciones de producción intensiva con un nivel técnico-productivo avanzado, por lo que se ratifica la necesidad de impulsar un proceso de revalorización productiva y económica.

Fernández Galicia *et al.,* (2024) mencionan que el factor más importante que le ha permitido a esta red de valor ser rentable es su capacidad de integrarse a lo largo de la cadena productiva, desde la producción hasta la comercialización, lo que disminuye los costos de transacción y garantiza un abasto de calidad y continuo en la cadena. Es decir, la rentabilidad del agronegocio pulquero se maximiza cuando los productores integran verticalmente sus procesos (desde la extracción del aguamiel hasta el procesamiento y venta directa al consumidor). Es posible ver esto con la ME y GE, con su venta directa a pulquerías en la Ciudad de México o a ferias y eventos culturales.

Existe mayor rentabilidad en la diversificación de productos con mayor valor agregado, como los curados, destilados e inclusive los esquemas de turismo agronómico del maguey pulquero, en comparación con la venta tradicional de pulque a granel. Asimismo, es posible mejorar los rendimientos de producción desde la extracción del aguamiel, como la adopción de nuevas tecnologías para agilizar su extracción, aplicar métodos de protección de las cavidades de los magueyes o el uso de instrumentos para medir su calidad, fortaleciendo así la calidad organoléptica y la estandarización exigida por los mercados urbanos.

Para revalorizar la producción de maguey pulquero en el estado de Hidalgo e incrementar nuevamente su valor de producción, el principal paso debe ser dado por las políticas públicas del estado hacia las empresas productoras y procesadoras de pulque. Por ejemplo, priorizar el registro de marcas, fomentar la capacitación en buenas prácticas de manejo y en la higiene del tinacal, y fortalecer las alianzas comerciales directas. Estas estrategias iniciales permitirán a las Mipymes hidalguenses alcanzar la sostenibilidad económica y operativa, para desarrollarse como medianas y grandes empresas.

Literatura Citada

Bravo Vargas, G. (2014). *Vocabulario Náhuatl del maguey y el pulque.* México. Edición del autor.

Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México. (2024). Manejo agronómico de maguey pulquero. Gobierno del Estado de México. Editorial ICAMEX.

Chacón, V.K., Torres, J., Giles, G.M., Escalante, A. y Gibbons, J.G. (2020). Genomic proiling of bacterial and fungal communities and their predictive functionality during pulque fermentation by whole-genome shotgun sequencing. *Nature*, 10(15115).

Escalante, A.; Giles Gómez, M., Flores, G. E., Acuña, V. M., Terrazas, R. M., López Munguía, A., Lappe Oliveras, P. (2013). *Pulque Fermentation*. En Y. Hui & E. Evranuz, *Handbook of Plant-Based Fermented Food and Beverage Technology*. Second Edition. pp.691–706.

Fernandez Galicia, Y. V., Sagarnaga Villegas, L. M., Salas González, J. M., Portillo Vázquez, M. (2024). El pulque: una perspectiva desde los agronegocios. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 15(7). https://doi.org/10.29312/remexca.v15i7.3380

Gonçalves De Lima, O. (1990). *Pulque, balché y pajauaru*. México. Fondo de Cultura Económica.

Gutiérrez Uribe, J. A., Figueroa, L. M., Martín del Campo, S. T., Escalante, A. (2017). *Pulque. In: fermented foods in health and disease prevention*. Elsevier Inc.

Hernández González, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral,* 37(3). http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v37n3/1561-3038-mgi-37-03-e1442.pdf

Hernández Lozano, I. G., Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2023, "Caracterización fisicoquímica y microbiológica de pulque almacenado a bajas temperaturas", *UAEH*, [Tesis de Licenciatura], disponible en: http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/bitstream/231104/4451/1/ATD111.pdf [17 de julio de 2026].

Medina Mendoza, C., Roldán Cruz, E. I. y Vázquez Jahuey, M. (2022). Physicochemical, microbiological and organoleptic characterization of aguamiel and pulque from Alto Mezquital, Hidalgo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 19(4): 448-462. https://doi.org/10.22231/asyd.v19i4.1412

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int. J. Morphol*, 35(1): 227 – 232.

Rodríguez, F., Urbina, H. y Zapata, A. (2021). Pulque: Probiotic content and potential in the biotechnology industry. *Revista RD-BUAP*. 1(96).

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2021, "Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta", SIAP, [Página de gobierno], disponible en: https://www.gob.mx/siap#1412 [23 de julio de 2026].

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2024, "Anuario Estadístico de la Producción Agrícola", *Dirección General. Acciones y Programas. Cierre de la producción agrícola. Gobierno de México.* [Página de gobierno], disponible en: https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/ [17 de julio de 2026].

Terrones, A., Vargas, J., Guzmán E. (2011). Las Micro, pequeñas y medianas empresas en el estado de Hidalgo. *La investigación social en México,* 1(1): 407 – 416.

Diagnóstico de la Diversidad Vegetal Periurbana en San Miguel Tlaixpan, Texcoco.

Erika De Luna-Segura1, Carlos Ernesto Luquez-Gaitan2*, Gustavo De Luna-Esquivel2, Oscar Iván Reyes-Maya2.

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de México. Carretera los Reyes-Texcoco, Km.13.5, Coatlinchán, Texcoco de Mora, Estado de México, México. C. P. 56250.

[2]Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México-Texcoco Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56230.

*Autor para correspondencia: carlosluquezgaitan@gmail.com

Resumen

En un contexto donde la mancha urbana cada vez se expande a mayor superficie, los huertos periurbanos son clave para la conservación de la biodiversidad, conocimientos, costumbres y paisaje natural de la localidad. En este sentido, se efectuó un estudio que analiza la evolución de la degradación de huertos de traspatio y su diversidad vegetal, ubicados en San Miguel Tlaixpan, Texcoco, Estado de México, a través de un muestreo aleatorio con afijación proporcional simple realizado en diciembre de 2024 en 38 de 286 huertos. La riqueza y uniformidad de especies se estimó en R mediante el índice de Shannon (H'), mientras que la diferencia de la cobertura vegetal se evaluó a partir del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y el Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI), se utilizaron imágenes Sentinel-2 correspondientes a los periodos mayo-julio de 2017 y 2024, procesadas en Google Earth Engine. Los resultados muestran una disminución en el NDVI del 15 %, mientras que el SAVI disminuyó 2%, lo que indica una pérdida de vigor y cobertura vegetal, así mismo únicamente 7 huertos presentaron un índice Shannon mayor a 2. En conjunto, el análisis evidencia que los huertos familiares periurbanos de la localidad presentan vulnerabilidad ecológica, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias de manejo agroecológico orientadas a la conservación de la agrobiodiversidad y la restauración de la cobertura vegetal.

Palabras clave: Degradación vegetal, huertos periurbanos, índices de vegetación, agroecosistemas, conservación in situ.

Abstract

In a context of continuous urban expansion, peri-urban home gardens play a crucial role in conserving biodiversity, traditional knowledge, cultural practices, and the local natural landscape. This study analyzed the degradation of peri-urban home gardens and their plant diversity in San Miguel Tlaixpan, Texcoco, State of Mexico. A simple proportional random sampling was conducted in December 2024, selecting 38 out of 286 home gardens. Species richness and evenness were assessed in R using the Shannon diversity index (H'), while changes in vegetation cover were evaluated using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Soil-

Adjusted Vegetation Index (SAVI). Sentinel-2 satellite imagery from the May-July periods of 2017 and 2024 was processed in Google Earth Engine to estimate changes in vegetation cover. The results revealed a 15% reduction in NDVI and a 2% decrease in SAVI, indicating a decline in vegetation vigor and cover. Furthermore, only seven home gardens exhibited a Shannon diversity index greater than 2. Overall, the findings indicate that the peri-urban home gardens of San Miguel Tlaixpan are experiencing ecological vulnerability, highlighting the need to implement agroecological management strategies aimed at conserving agrobiodiversity and restoring vegetation cover.

Keywords: Vegetation degradation, peri-urban home gardens, vegetation indices, agroecosystems, in situ conservation.

Introducción

San Miguel Tlaixpan, comunidad localizada al oriente del municipio de Texcoco, Estado de México, constituye un espacio periurbano donde coexisten prácticas agrícolas tradicionales con procesos acelerados de expansión urbana, los cuales están transformando de manera significativa el paisaje y el uso del suelo. En este contexto, los huertos familiares se configuran como componentes fundamentales del sistema agroalimentario local, al concentrar una elevada diversidad de cultivos, conocimientos tradicionales y prácticas de manejo que contribuyen tanto a la producción para el autoconsumo como a la conservación de recursos genéticos. Según Gómez-Baggethun et al. (2013), los huertos en entornos periurbanos funcionan como reservorios de biodiversidad y proveedores de servicios ecosistémicos esenciales, lo que subraya su relevancia en regiones sometidas a una intensa presión antrópica.

Desde la perspectiva agroecológica, Altieri y Toledo (2011) señalan que los sistemas agrícolas diversificados fortalecen la seguridad alimentaria y la resiliencia socio ecológica, al favorecer procesos como la regulación del microclima, la mejora de la fertilidad del suelo y la retención de humedad. No obstante, diversos estudios, como los de Seifollahi-Aghmiuni et al. (2022), Tilahun et al. (2022) y Güneralp et al. (2020), evidencian que la expansión urbana en zonas periurbanas propicia la conversión de tierras agrícolas en áreas urbanizadas, lo que conlleva una reducción progresiva de la cobertura vegetal, la degradación del suelo y la disminución de la capacidad de estos sistemas para mantener la agrobiodiversidad y los servicios ecosistémicos. A pesar de estos avances, persiste un vacío de conocimiento en torno a la comprensión integrada de la diversidad florística y la dinámica de la cobertura vegetal, particularmente en sistemas de pequeña escala como los huertos familiares. En la localidad de estudio, estas unidades han sido abordadas en investigaciones como la de Gaytán-Ávila et al. (2001), las cuales se han centrado principalmente en el inventario de especies, sin profundizar en el análisis de su dinámica ecológica.

De manera complementaria, diversos autores han señalado que los métodos tradicionales de campo y las herramientas de teledetección suelen aplicarse de forma aislada, lo que limita la capacidad de analizar estos sistemas desde una perspectiva integral. Según Egerer et al. (2020), la articulación de ambos enfoques resulta fundamental para comprender con mayor precisión la estructura y función de los sistemas socio ecológicos. En este sentido, tanto Egerer et al. (2020) como Rega-Brodsky et al. (2022) coinciden en que los enfoques analíticos han tendido a desarrollarse de

manera fragmentada: mientras los estudios ecológicos se enfocan en la diversidad taxonómica, los análisis basados en teledetección se concentran en la evaluación de la cobertura vegetal. Esta separación limita la integración de ambas dimensiones y restringe la comprensión de la estructura, función y dinámica de estos sistemas, así como de los procesos de transformación de los reservorios de biodiversidad en contextos periurbanos.

El objetivo del trabajo fue analizar la evolución de la degradación de los huertos periurbanos y su diversidad vegetal en San Miguel Tlaixpan, Texcoco, Estado de México, mediante un muestreo aleatorio con afijación proporcional realizado en diciembre de 2024 en 38 de un total de 286 huertos. La diversidad se estimó en R utilizando el índice de Shannon (H'), mientras que la variación en la cobertura vegetal se evaluó a partir del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y el Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI), empleando imágenes Sentinel-2 correspondientes a los periodos mayo–julio de 2017 y 2024, procesadas en Google Earth Engine.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en San Miguel Tlaixpan, una localidad situada a 2,300 metros sobre el nivel del mar, caracterizada, según la clasificación de Enriqueta García, por un clima templado subhúmedo. El riego rodado, un sistema tradicional de distribución de agua que se mide por horas de acuerdo con la superficie de cada parcela, es la principal fuente de agua para los huertos. Este método de riego es común en regiones agrícolas del centro de México y es clave para el mantenimiento de la biodiversidad en los huertos familiares.Para identificar los huertos activos, se estableció una colaboración con el comité local de agua rodada. Se consideraron como "huerta activa" a los usuarios vigentes del sistema de riego rodado. Con base en el padrón de usuarios de 2018, se aplicó un muestreo aleatorio por afijación proporcional, "un método estadístico que garantiza la representatividad de la muestra con respecto a la población total" (Cochran, 1977). Los 39 huertos seleccionados para la encuesta fueron ordenados por altitud para asegurar una distribución equitativa de la muestra a lo largo del gradiente topográfico de la localidad.

Como se puede observar en la Figura 1, la localidad de San Miguel Tlaixpan está sombreada en verde, los usuarios de agua rodada se muestran en amarillo según el padrón de 2018, y los puntos rojos indican la ubicación de los huertos a los que se les aplicó la encuesta. Este diseño metodológico permite una evaluación rigurosa de la diversidad ecológica en el área de estudio.

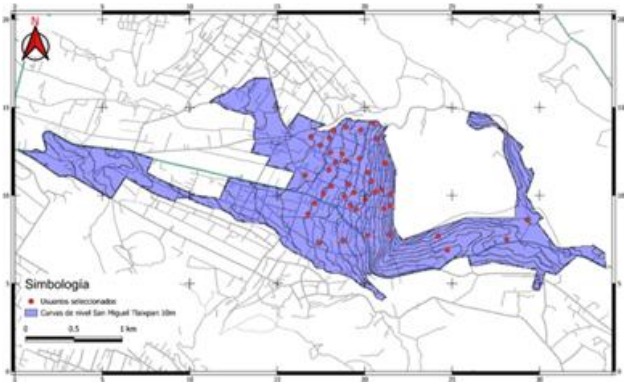


Figura 1 Usuarios seleccionados

Las geometrías poligonales correspondientes al límite del poblado y a los huertos familiares seleccionados fueron generadas en 2024 mediante procesos de digitalización y georreferenciación, utilizando insumos cartográficos y trabajo de gabinete en colaboración con el Comité de Agua Rodada. El refinamiento cartográfico y la visualización final de los productos espaciales se llevaron a cabo en QGIS versión 3.44.5.

Para el análisis espacial y espectral se emplearon imágenes satelitales del sensor Sentinel-2, perteneciente al programa Copernicus de la Agencia Espacial Europea. La elección de este sensor se sustenta en su resolución espacial de 10 m, adecuada para el análisis de unidades productivas de pequeña escala como los huertos familiares, así como en su alta resolución temporal. El procesamiento de las bandas ráster y el cálculo de los índices espectrales se realizaron en la plataforma Google Earth Engine. Se seleccionaron imágenes correspondientes a dos periodos temporales: 2017, primer año con disponibilidad de información para el área de estudio, y 2024, año en el que se llevó a cabo el levantamiento de datos en campo. Para 2017 se utilizaron productos de nivel L1C (COPERNICUS/S2), que representan reflectancia en el tope de la atmósfera (TOA), debido a la limitada disponibilidad de imágenes con corrección atmosférica en ese periodo. En contraste, para 2024 se emplearon imágenes de nivel L2A (COPERNICUS/S2_SR), que corresponden a reflectancia a nivel de superficie (BOA) tras la corrección atmosférica.

Con el fin de asegurar la comparabilidad temporal, se definieron ventanas estacionales equivalentes para ambos años, comprendidas entre el 1 de mayo y el 31 de julio, período que coincide con la fase de mayor actividad vegetativa en la región. Asimismo, se estableció un umbral máximo de 30 % de nubosidad a nivel de escena para la selección de imágenes, con el objetivo de minimizar la interferencia de nubes y sus efectos en la señal espectral. Si bien los productos utilizados difieren en su nivel de corrección atmosférica, la comparación interanual se considera metodológicamente válida debido al uso de índices espectrales normalizados, los cuales atenúan parcialmente los efectos de variabilidad atmosférica e iluminación. No obstante, estas diferencias no se eliminan por completo, por lo que el análisis se orienta a la identificación de cambios relativos en el vigor y la cobertura vegetal, evitando la comparación directa de valores absolutos de reflectancia.

El análisis espectral se realizó a partir de las bandas B8 (infrarrojo cercano, NIR) y B4 (rojo, RED). Con base en estas bandas, se estimó la cobertura vegetal mediante el cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y del Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI). El NDVI, propuesto por Rouse et al. (1973), se basa en la diferencia normalizada entre la reflectancia en el infrarrojo cercano y en la banda del rojo, lo cual se relaciona con el comportamiento espectral de la vegetación sana, que refleja mayor energía en el NIR y absorbe radiación en el rojo (Nomura y Oki, 2021). Sin embargo, este índice puede verse afectado por la reflectancia del suelo en condiciones de cobertura vegetal discontinua (Fengmei et al., 2021).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

Donde:

NDVI = Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada;

NIR = Reflectancia en la banda del infrarrojo cercano;

RED=Reflectancia en la banda del rojo

Diversos estudios han señalado que el NDVI puede verse influido por la reflectancia del suelo en ambientes con cobertura vegetal discontinua (Fengmei et al., 2021). Para atenuar este efecto, se calculó adicionalmente el Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI), desarrollado por Huete (1988), el cual incorpora un factor de corrección L . El SAVI se estimó conforme a la Ecuación 2:

$$SAVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED + L} \cdot (1 + L) \quad (2)$$

Donde:

SAVI = Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada;

NIR = Reflectancia en la banda del infrarrojo cercano;

RED = Reflectancia en la banda del rojo

L = Factor de corrección del suelo (0.5 adecuado para condiciones del área de estudio con una cobertura vegetal intermedia)

Para cada periodo se generaron imágenes promedio de NDVI y SAVI. Posteriormente, se calcularon los valores medios de ambos índices para la totalidad del área de estudio. En el caso específico de los huertos familiares, las geometrías individuales fueron integradas mediante una operación de unión espacial, lo que permitió obtener métricas promedio representativas exclusivamente de estos sistemas. Finalmente, se estimó la variación interanual de ambos índices mediante la diferencia entre los valores de 2024 y 2017, con el propósito de evaluar cuantitativamente los cambios en el vigor y la cobertura vegetal.

Resultados y discusión

La diversidad vegetal de los huertos familiares, estimada mediante el índice de Shannon (H'), evidenció una marcada heterogeneidad entre las 38 unidades evaluadas, lo que refleja diferencias sustantivas en las prácticas de manejo, el grado de abandono y la presión antrópica a nivel local. Del total de huertos analizados, nueve registraron valores de H' entre 2.0 y 2.4, lo que indica una estructura relativamente equilibrada en la abundancia de especies y una composición vegetal más diversa. En contraste, quince huertos presentaron valores de H' mayores a 0.5 y menores a 2.0, lo que sugiere una diversidad limitada, caracterizada por la dominancia de un número reducido de especies. En una condición más crítica, siete huertos mostraron valores de H' iguales a cero, lo que indica ausencia de diversidad florística. Esta situación corresponde a unidades con coberturas homogéneas, como áreas dominadas por gramíneas ornamentales, o bien a espacios sin vegetación al momento del muestreo. Al contrastar estos resultados con la literatura sobre huertos familiares en México, se evidencia la fragilidad de la diversidad observada. Guarneros-Zarandona et al. (2018) reportan valores de H' de hasta 3.45 en traspatios comunitarios, mientras que Magaña et al.

(2025) documentan valores aún mayores (H’ = 4.243). De manera consistente, estudios en el Altiplano Central señalan que los huertos familiares bien conservados mantienen altos niveles de diversidad y contribuyen significativamente a la conservación de la agrobiodiversidad (Flores et al., 2016).

En este contexto, los valores registrados en el presente estudio (0–2.4) no solo se sitúan por debajo de los rangos reportados (≈3–4), sino que indican una condición atípica para sistemas agroecológicos comparables del centro de México. Esta reducción puede explicarse, en parte, por la dominancia de un conjunto limitado de especies, un patrón documentado en sistemas agroforestales donde el manejo prioriza especies de alto valor de uso, reduciendo la diversidad efectiva incluso cuando la riqueza total no es necesariamente baja (Vázquez-Delfín et al., 2022). Adicionalmente, la literatura señala que la conservación de la diversidad en huertos familiares depende en gran medida del conocimiento ecológico tradicional y de su valoración sociocultural. Flores et al. (2016) indican que la pérdida de estas prácticas se traduce en una disminución de la riqueza y en la simplificación estructural del sistema. En la misma línea, Palestina-González et al. (2021) y Severo et al. (2020) destacan que la heterogeneidad de cultivos está estrechamente vinculada con la provisión de servicios ecosistémicos y la resiliencia del sistema, por lo que su reducción implica una pérdida no solo taxonómica, sino también funcional.

Para el caso específico de San Miguel Tlaixpan, Gaytán-Ávila et al. (2001) ya advertían procesos incipientes como la urbanización, el fraccionamiento del espacio para uso habitacional y el desinterés generacional. Aunque en ese momento dichos factores no se traducían en una disminución evidente de la diversidad, los resultados del presente estudio sugieren que estos procesos han evolucionado hacia una fase de simplificación estructural y abandono, reflejada en la pérdida efectiva de diversidad florística. Por su parte, el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) mostró una disminución generalizada entre 2017 y 2024, tanto a escala del área total del poblado como en los huertos familiares. En el área total, el valor promedio de NDVI pasó de 0.36 a 0.21, lo que representa una diferencia absoluta de −0.15. De manera similar, en los huertos familiares el NDVI promedio disminuyó de 0.42 a 0.28, con una diferencia de −0.14. Si bien la tendencia decreciente es consistente en ambos niveles de análisis, la magnitud del cambio es ligeramente menor en los huertos familiares, lo que sugiere que estos sistemas mantienen, en términos relativos, una mayor estabilidad en el vigor y la cobertura vegetal frente a las transformaciones del entorno periurbano.

Cuadro 1. Valores promedio del NDVI en el área poligonal total del poblado de San Miguel Tlaixpan.

Indicador	Valor promedio de la localidad
NDVI 2017	0.36
NDVI 2024	0.21

Diferencia 2024-2017	-0.15

Cuadro 2. Valores promedio del NDVI en el área poligonal de los huertos familiares muestreados.

Indicador	Valor promedio de los huertos
NDVI 2017	0.42
NDVI 2024	0.28
Diferencia 2024-2017	-0.14

La distribución espacial del NDVI en la localidad, ilustrada en las Figuras 2 y 3, evidencia una reducción generalizada de las áreas con mayor actividad fotosintética. A escala de huertos familiares, las Figuras 4 y 5 reflejan una tendencia similar, caracterizada por la disminución de los valores del índice. Por su parte, la Figura 6 presenta la variación porcentual del NDVI a nivel de la localidad, mientras que la Figura 7 muestra esta misma dinámica en los huertos muestreados, lo que permite identificar las zonas con mayor deterioro durante el periodo 2017–2024. El descenso del NDVI observado en estos sistemas es consistente con una pérdida de vigor vegetal, disminución de la biomasa verde y reducción de la productividad, dado que este índice es ampliamente reconocido como un indicador robusto de la salud y densidad de la vegetación (Rahimi y Jung, 2025; Guay et al., 2014).

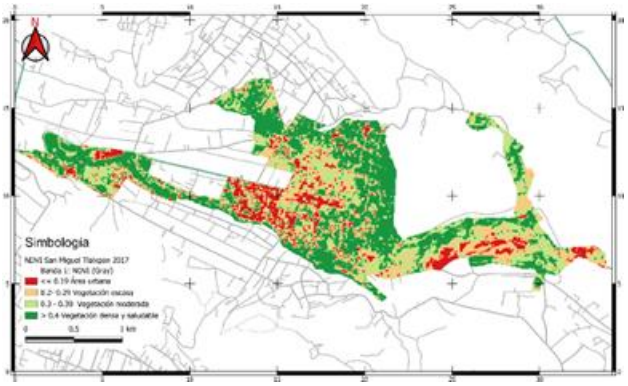


Figura 2. Distribución espacial del NDVI en San Miguel Tlaixpan, Texcoco, Estado de México, durante el periodo de estudio de 2017, imágenes del satélite Sentinel-2.

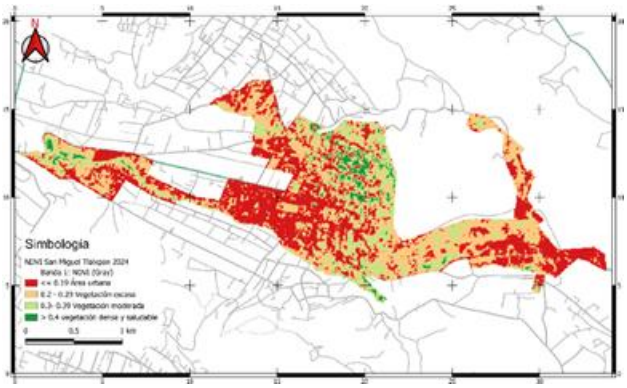


Figura 3. Distribución espacial del NDVI en San Miguel Tlaixpan, Texcoco, Estado de México, durante el periodo de estudio de 2024, imágenes del satélite Sentinel-2.

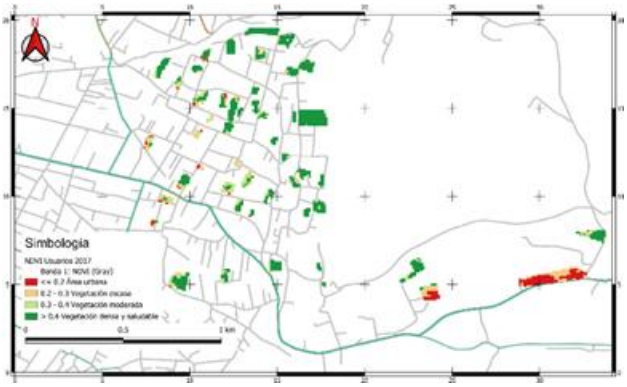


Figura 4. Distribución espacial del NDVI en el área poligonal de usuarios (huertos familiares), durante el periodo de estudio de 2017, imágenes del satélite Sentinel-2.

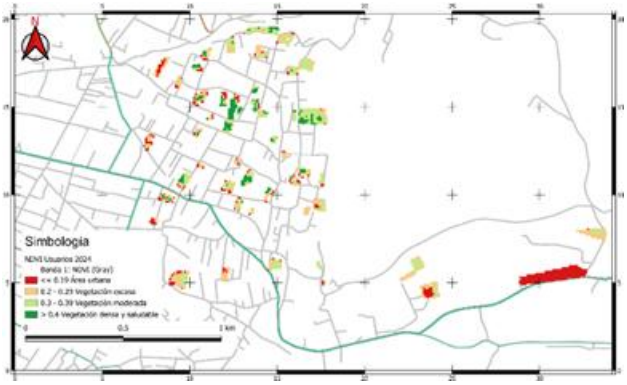


Figura 5. Distribución espacial del NDVI en el área poligonal de usuarios (huertos familiares), durante el periodo de estudio de 2024, imágenes del satélite Sentinel-2.

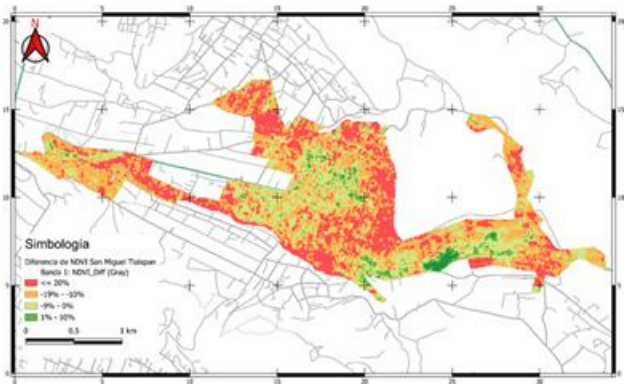


Figura 6. Distribución espacial de la diferencia porcentual del NDVI en San Miguel Tlaixpan, Texcoco, Estado de México, durante el transcurso periodo de estudio 2017 a 2024, imágenes del satélite Sentinel-2.

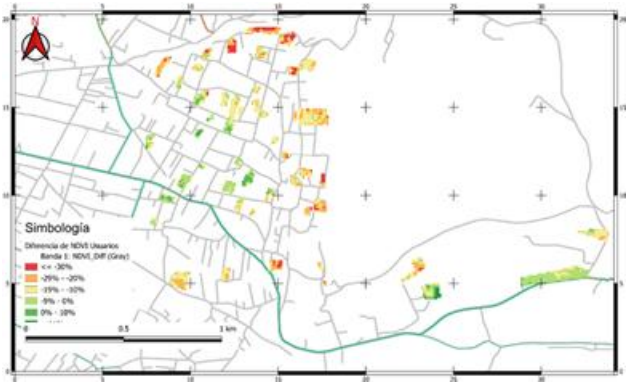


Figura 7. Distribución espacial de la diferencia porcentual del NDVI en el área poligonal de usuarios (huertos familiares), durante el transcurso periodo de estudio 2017 a 2024, imágenes del satélite Sentinel-2.

Dado que el NDVI es sensible a la presencia de suelo expuesto, se incorporó el SAVI con el propósito de discriminar entre la pérdida real de vegetación y los efectos asociados al fondo edáfico. El Cuadro 3 resume los valores promedio del SAVI para el área total del poblado, donde se observa una disminución de 0.22 en 2017 a 0.17 en 2024, lo que representa una diferencia absoluta de −0.05. Por su parte, el Cuadro 4 presenta los valores correspondientes a los huertos familiares, donde el índice pasó de 0.25 a 0.22, con una diferencia de −0.03. Aunque la tendencia decreciente es consistente en ambos casos, la magnitud del cambio es menor en los huertos familiares. Considerando que el SAVI atenúa la influencia del suelo expuesto, este resultado sugiere una mayor estabilidad relativa de la cobertura vegetal activa en estos sistemas. En este sentido, los huertos familiares pueden interpretarse como espacios que conservan parcialmente el vigor vegetal dentro de la matriz periurbana.

Cuadro 3. Valores promedio del SAVI en el área poligonal de la localidad de San Miguel Tlaixpan

Indicador	Valor promedio de la localidad

SAVI 2017	0.22
SAVI 2024	0.17
Diferencia 2024-2017	-0.06

Cuadro 4. Valores promedio del SAVI en el área poligonal de los huertos familiares muestreados.

Indicador	Valor promedio de los huertos
SAVI 2017	0.25
SAVI 2024	0.22
Diferencia 2024-2017	-0.025

La distribución espacial del SAVI en la localidad, como se muestra en la Figura 8 y la Figura 9, evidencia que gran parte del territorio presenta valores inferiores a 0.2, lo que indica una cobertura vegetal escasa. Asimismo, se identifican áreas con valores entre 0.21 y 0.4, asociados a una cobertura vegetal baja.

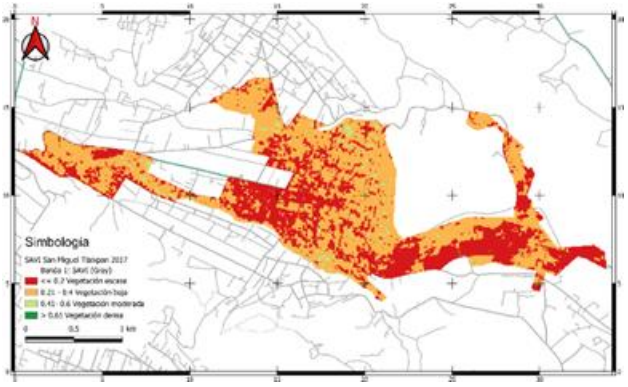


Figura 8. Distribución espacial del Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) en San Miguel Tlaixpan, Texcoco, Estado de México, durante el periodo de estudio de 2017, imágenes del satélite Sentinel-2.

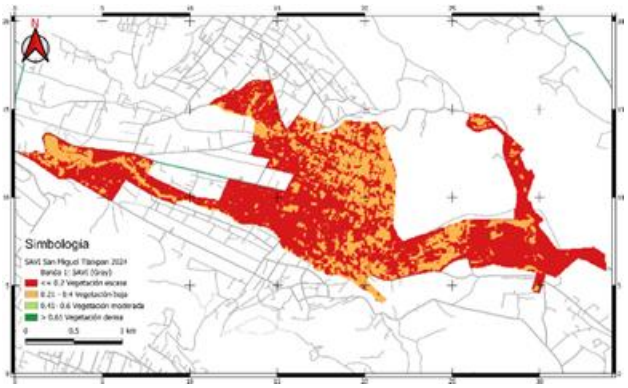


Figura 9. Distribución espacial del Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) en San Miguel Tlaixpan, Texcoco, Estado de México, durante el periodo de estudio de 2024, imágenes del satélite Sentinel-2.

A escala de huertos familiares, esta tendencia también se observa en la Figura 10 y en la figura 11, en la Figura 10 se puede observar que en los huertos muestreados de la parte norte de la localidad es donde se concentran valores del índice de 0.41 a 0.6 indicando una vegetación moderada, lo que indica el reservorio de vigor vegetal, desafortunadamente en la Figura 11 se observa que el índice en gran parte del territorio de los huertos se encuentra entre 0.21- 0.4 indicando una vegetación baja también con valores menores a 0.2, indicando una vegetación escasa.

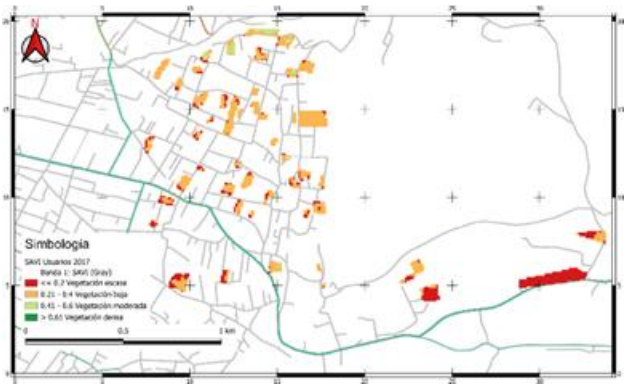


Figura 10. Distribución espacial del Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) en el área poligonal de usuarios (huertos familiares), durante el periodo de estudio de 2017, imágenes del satélite Sentinel-2.



Figura 11. Distribución espacial del Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) en el área poligonal de usuarios (huertos familiares), durante el periodo de estudio de 2024, imágenes del satélite Sentinel-2.

Por su parte, la Figura 12 presentan la diferencia porcentual del SAVI a nivel de la localidad, mientras que la Figura 13 muestra esta variación en los huertos muestreados, permitiendo identificar las zonas con mayor exposición edáfica y deterioro de la vegetación entre 2017 y 2024. Este patrón a pesar de que no presenta variaciones importantes los valores bajos de este índice es consistente con lo reportado en la literatura, donde valores bajos y decrecientes de SAVI se asocian con pérdida de cobertura vegetal y procesos de degradación en sistemas con influencia del suelo (Msadek et al., 2025).

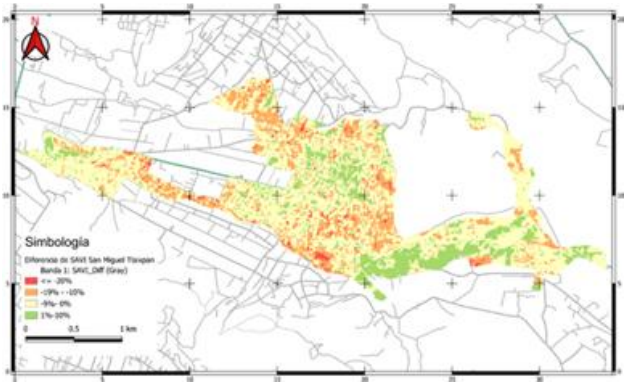


Figura 12. Distribución espacial de la diferencia porcentual del SAVI en San Miguel Tlaixpan, Texcoco, Estado de México, durante el transcurso periodo de estudio 2017 a 2024, imágenes del satélite Sentinel-2.



Figura 13. Distribución espacial de la diferencia porcentual del SAVI en el área poligonal de usuarios (huertos familiares), durante el transcurso periodo de estudio 2017 a 2024, imágenes del satélite Sentinel-2.

La menor magnitud del cambio en SAVI es coherente con su formulación, ya que este índice atenúa la influencia del suelo y tiende a mostrar variaciones más conservadoras que el NDVI (Huete, 1988; Major et al., 1990). Sin embargo, el hecho de que el SAVI también registre una disminución sostenida confirma que la tendencia observada no responde únicamente a cambios en el fondo edáfico, sino a una reducción efectiva de la vegetación funcional. En diversos estudios, la

coincidencia de descensos en NDVI y SAVI se ha interpretado como evidencia robusta de pérdida de cobertura vegetal y degradación del paisaje (Anthony y Emmanuel, 2025). Tan et al. (2023) señalan que los índices basados en cobertura y aquellos sensibles al vigor capturan dimensiones complementarias de la estructura vegetal, especialmente en sistemas con pérdida progresiva de complejidad.

Conclusiones

En conjunto, la convergencia entre los bajos valores del índice de Shannon y la disminución sostenida de NDVI y SAVI evidencia un proceso de degradación ecológica en los huertos familiares de San Miguel Tlaixpan. La integración de estos resultados indica no sólo una reducción en la diversidad florística, sino también una disminución progresiva de la cobertura vegetal activa y del vigor fotosintético. La consistencia en la tendencia decreciente de NDVI y SAVI refuerza la interpretación de que la pérdida de vegetación no responde exclusivamente a variaciones en el fondo edáfico, sino a una reducción efectiva de la biomasa y de la actividad fotosintética. En este contexto, los huertos familiares muestran una disminución en su capacidad para funcionar como reservorios de agrobiodiversidad y como espacios de regulación ambiental dentro de la matriz periurbana. La reducción simultánea de la diversidad (riqueza y equitatividad) y de la cobertura vegetal limita la resiliencia de estos sistemas, afectando su capacidad de respuesta frente a perturbaciones y disminuyendo su contribución a la seguridad alimentaria, la conservación de especies y la provisión de servicios ecosistémicos.

Referencias bibliográficas

Libros

Altieri, M. A. (2018). *Agroecology: The science of sustainable agriculture*. CRC Press.

Memorias de Congresos y Conferencias

Rouse, W. (1973). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. En *Proceedings of the 3rd ERTS Symposium* (Vol. 1, pp. 309–317). NASA.

Revistas Científicas

Anthony, T., y Emmanuel, A. (2025). Geomodelling soil quality using remote sensing and land use metrics in Abeokuta, Nigeria. *Discover Geoscience*, 3. https://doi.org/10.1007/s44288-025-00112-x

Egerer, M., Wagner, B., Lin, B., Kendal, D., y Zhu, K. (2020). New methods of spatial analysis in urban gardens inform future vegetation surveying. *Landscape Ecology*, 35(3), 761–778. https://doi.org/10.1007/s10980-020-00974-1

Fengmei, J., Wuchao, Y., Jinxia, F., y Zhi, L. (2021). Effects of vegetation and climate on soil erosion in the Loess Plateau of China. *Science of the Total Environment*, 773, 145514. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145514

Flores, J., Cedillo, J., Plata, M., y Santana, M. (2016). Livelihood strategy in the rural area of the Mexican central highlands: The family vegetable garden. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(4), 621–641.

Gaytán-Ávila, C., Vibrans, H., Navarro-Garza, H., y Jiménez-Velázquez, M. (2001). Management of suburban home gardens in San Miguel Tlaixpan, Texcoco, State of Mexico. *Botanical Sciences*, 69, 39–62. https://doi.org/10.17129/botsci.1646

Gómez-Baggethun, E., Reyes-García, V., Olsson, P., y Montes, C. (2013). The role of traditional ecological knowledge in the resilience of social-ecological systems. *Ecology and Society*, 18(4), 41.

Guarneros-Zarandona, N., Morales-Jiménez, J., Cruz-Hernández, J., Huerta-Peña, A., y Ávalos-Cruz, D. A. (2018). Family economy and biodiversity index of species in community backyards of Santa María Nepopualco, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5, 1701–1712. https://doi.org/10.29312/remexca.v0i9.1058

Guay, K., Beck, P., Berner, L., Goetz, S., Baccini, A., y Buermann, W. (2014). Vegetation productivity patterns at high northern latitudes: A multisensor satellite data assessment. *Global Change Biology*, 20, 3147–3158. https://doi.org/10.1111/gcb.12647

Güneralp, B., Reba, M., Hales, B., Wentz, E., y Seto, K. (2020). Trends in urban land expansion, density, and land transitions (1970–2010): A global synthesis. *Environmental Research Letters*, 15. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6669

Huete, A. R. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25(3), 295–309. https://doi.org/10.1016/0034-4257(88)90106-X

Magaña, M., Cordova, S., Moreno, S., Garza, R., y Pérez, I. (2025). Diversity and use of plant and animal species in backyards of Nunkiní, Campeche, Mexico. *Agronomía Mesoamericana*. https://doi.org/10.15517/bzczeb63

Major, D., Baret, F., y Guyot, G. (1990). A ratio vegetation index adjusted for soil brightness. *International Journal of Remote Sensing*, 11, 727–740. https://doi.org/10.1080/01431169008955053

Msadek, J., Tlili, A., Chouikhi, F., Ragkos, A., y Tarhouni, M. (2025). Assessing climate change impacts on soil-adjusted vegetation index in North African arid montane rangelands. *Climate*. https://doi.org/10.3390/cli13030059

Nomura, R., y Oki, K. (2021). Downscaling MODIS NDVI using a convolutional neural network model with higher resolution SAR data. *Remote Sensing*, 13(4), 732.

Palestina-González, M., Carranza-Cerda, I., López-Reyes, L., Torres, E., y Silva-Gómez, S. (2021). Sustainability assessment of traditional agroecosystems in Yaonáhuac, Puebla, Mexico. *Environments*, 8, 40. https://doi.org/10.3390/environments8050040

Rahimi, E., y Jung, C. (2025). Vegetation heterogeneity trends in an urban-agricultural landscape using NDVI. *Land*. https://doi.org/10.3390/land14020244

Rega-Brodsky, C., Aronson, M., Piana, M., Carpenter, E., Hahs, A., Herrera-Montes, A., et al. (2022). Urban biodiversity: State of the science and future directions. *Urban Ecosystems*, 25, 1083–1096. https://doi.org/10.1007/s11252-022-01207-w

Seifollahi-Aghmiuni, S., Kalantari, Z., Egidi, G., Gaburova, L., y Salvati, L. (2022). Urbanisation-driven land degradation in peri-urban areas. *Ambio*, 51, 1446–1458. https://doi.org/10.1007/s13280-022-01701-7

Severo, M., Cedillo, J., Plata, M., y García, C. (2020). Percepción social de los servicios ecosistémicos en huertos familiares. *Ecosistemas*, 29, 1959. https://doi.org/10.7818/ecos.1959

Tan, X., Shan, Y., Wang, L., Yao, Y., y Jing, Z. (2023). Density vs. cover as proxies for plant diversity using spectral indices. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 121, 103370. https://doi.org/10.1016/j.jag.2023.103370

Tilahun, D., Gashu, K., y Shiferaw, G. (2022). Agricultural expansion and peri-urban forest degradation. *Sustainability*. https://doi.org/10.3390/su142416527

Vázquez-Delfín, P., Casas, A., y Vallejo, M. (2022). Biocultural conservation in traditional agroforestry systems. *Heliyon*, 8. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09805

Velázquez-Rosas, N., Colin, S., Vázquez-Domínguez, G., Velasco-Murguía, A., Rivera, E., Ruíz-Guerra, B., et al. (2025). Traditional vanilla cultivation and plant diversity conservation. *Sustainability*. https://doi.org/10.3390/su17062598

La Citricultura en tiempos de Huanglongbing en Álamo Temapache, Veracruz

Gustavo Almaguer-Vargas[1], Alma V. Ayala-Garay[2]*, Erika De Luna-Segura[2].

[1]Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México-Texcoco Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56230.

[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de México. Carretera los Reyes-Texcoco, Km.13.5, Coatlinchán, Texcoco de Mora, Estado de México, México. C. P. 56250.

*Autor para correspondencia: ayala.alma@inifap.gob.mx

Resumen

La citricultura constituye una de las principales actividades en México por su importancia económica, social y alimentaria. Sin embargo, durante las últimas décadas, la competitividad del sector se ha visto severamente comprometida por la expansión del Huanglongbing (HLB), cuyo impacto se ve agravado por factores estructurales, estrés hídrico y una limitada organización productiva. El objetivo de esta investigación fue diagnosticar las medidas implementadas por los productores frente al HLB en el municipio de Álamo Temapache, Veracruz, principal productor nacional. Se empleó un diseño de investigación de enfoque mixto que integró revisión documental, análisis estadístico y la aplicación de encuestas a citricultores para capturar su percepción y estrategias de manejo. Los resultados evidencian un estado de colapso productivo local con caídas de rendimiento de hasta el 70%, asociado a la adopción parcial de medidas fitosanitarias, la descapitalización de los pequeños productores y el impacto del cambio climático. Se concluye que la crisis citrícola es un fenómeno multidimensional que exige transitar de acciones individuales aisladas a un manejo regional coordinado, fortaleciendo la asistencia técnica y la innovación para incrementar la resiliencia del sistema agroalimentario.

Palabras clave: Huanglongbing, manejo regional, descapitalización agrícola.

Abstract

Citriculture is one of the main primary activities in Mexico due to its economic, social, and nutritional importance. However, in recent decades, the sector's competitiveness has been severely compromised by the expansion of Huanglongbing (HLB), whose impact is exacerbated by structural factors, water stress, and limited producer organization. The objective of this research was to diagnose the measures implemented by producers against HLB in the municipality of Álamo Temapache, Veracruz, the leading national producer. A mixed-methods research design was employed, integrating documentary review, statistical analysis, and the administration of surveys to citrus growers to capture their perceptions and management strategies. The results reveal a state of local productive collapse with yield drops of up to 70%, associated with the partial adoption of phytosanitary measures, the decapitalization of small-scale farmers, and the impact of climate change. It is concluded that the citrus crisis is a multidimensional phenomenon that requires

transitioning from isolated individual actions to coordinated regional management, strengthening technical assistance and innovation to increase the resilience of the agri-food system.

Keywords: HLB, regional management, agricultural decapitalization, socioeconomic vulnerability.

Introducción

La citricultura representa una de las actividades agrícolas de mayor relevancia en México debido a su contribución al valor de la producción frutícola, la generación de empleo rural y el abastecimiento del mercado nacional e internacional. De acuerdo con la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV), los cítricos ocupan aproximadamente 631,574 ha distribuidas en 28 entidades federativas, con una producción cercana a 9 millones de toneladas y un valor superior a 48 mil millones de pesos, lo que refleja su importancia estratégica para el sector agroalimentario mexicano (DGSV, 2024). Dentro de este sistema productivo, la naranja (Citrus sinensis (L.) Osbeck) constituye el cultivo de mayor importancia económica. El estado de Veracruz concentra alrededor del 52 % de la producción nacional y aproximadamente el 65 % de la superficie sembrada de naranja, consolidándose como el principal productor del país (SIAP, 2024). En este contexto, el municipio de Álamo Temapache destaca por concentrar la mayor superficie sembrada de naranja en México y formar parte del corredor citrícola más importante del país, por lo que las variaciones en su productividad tienen implicaciones directas sobre el comportamiento del mercado nacional (Fernández-Echeverría et al., 2024).

A pesar de su relevancia económica, la citricultura mexicana enfrenta importantes desafíos. Entre ellos sobresale el Huanglongbing (HLB), enfermedad bacteriana considerada la más destructiva para los cítricos a nivel mundial, debido a que reduce el rendimiento, deteriora la calidad del fruto y provoca la muerte progresiva de los árboles infectados (Bové, 2006; Wang y Trivedi, 2013). En México, la enfermedad ha ocasionado reducciones significativas en la productividad de diversas regiones citrícolas, particularmente en Veracruz, donde se suma a problemas como el envejecimiento de las huertas, la limitada adopción tecnológica, la volatilidad de los precios y la creciente variabilidad climática (SADER, 2024; Villar-Luna et al., 2024). Aunque diversos estudios han documentado los efectos fitosanitarios y económicos del HLB, la mayoría analiza estos componentes de manera independiente. En consecuencia, existe una limitada integración de información que permita comprender de forma conjunta el deterioro de las huertas y sus implicaciones para la sostenibilidad del sistema citrícola. Ante este panorama, el objetivo de este estudio fue diagnosticar las medidas y estrategias implementadas por los citricultores frente al Huanglongbing (HLB), abordando el fenómeno desde una perspectiva multidimensional.

Materiales y métodos

Para evaluar la situación actual, se implementó un diseño de investigación de enfoque mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos. Esta estrategia permitió combinar información estadística sobre las características productivas, climáticas y económicas de las unidades de producción y estudios especializados a de diferentes países sobre la bacteria Huanglongbing (HLB) con la experiencia y percepción de los propios citricultores respecto al avance del HLB , sus efectos sobre la productividad y las principales limitaciones para el manejo de la enfermedad.

La integración de ambos enfoques permitió obtener una visión más amplia de la problemática, considerando tanto los indicadores objetivos como los factores sociales y tecnológicos que influyen en la toma de decisiones de los productores.

La información primaria se obtuvo mediante la Encuesta Regional 2022-2023, aplicada directamente a productores de naranja establecidos en 22 localidades del municipio de Álamo Temapache y comunidades circunvecinas, consideradas entre las zonas con mayor incidencia del Huanglongbing en el estado de Veracruz. La selección del área de estudio respondió a la importancia estratégica de la región dentro de la producción nacional de naranja, así como a su condición de uno de los principales territorios afectados por la enfermedad, lo que permitió analizar la problemática en un contexto donde sus efectos económicos y productivos son ampliamente visibles.

La muestra estuvo conformada por 155 productores, quienes representan unidades de producción con distintos tamaños de superficie, niveles tecnológicos y condiciones de manejo agronómico. La encuesta recopiló información referente a variables socioeconómicas de los productores, superficie cultivada, rendimiento por hectárea, costos de producción, precios de comercialización, prácticas de manejo agronómico, control fitosanitario, adopción de tecnologías, incidencia del HLB y percepción sobre los principales problemas que afectan la actividad citrícola. Asimismo, se documentó el uso de prácticas específicas como la poda sanitaria, fertilización química, aplicación de insecticidas para el control del vector y utilización de materia orgánica, con el fin de evaluar el grado de adopción tecnológica existente en la región.

La información obtenida fue sistematizada mediante técnicas de estadística descriptiva, calculándose medidas de tendencia central, frecuencias, porcentajes y promedios para caracterizar las condiciones productivas y económicas de las unidades de producción. Este procedimiento permitió identificar patrones de manejo, estimar los costos promedio de las principales prácticas agronómicas y cuantificar el impacto económico asociado a la disminución de los rendimientos ocasionada por el HLB. Los resultados fueron posteriormente contrastados con la evidencia reportada en la literatura científica nacional e internacional, permitiendo contextualizar la situación observada en Álamo Temapache dentro de la problemática que actualmente enfrenta la citricultura mexicana y mundial.

Resultados y discusión

Los resultados del presente trabajo evidencian que la citricultura en Álamo Temapache, Veracruz, atraviesa una crisis productiva de gran magnitud, asociada principalmente al establecimiento y alta incidencia de *Candidatus* Liberibacter asiaticus, bacteria causante del Huanglongbing (HLB). En el Cuadro 1 se observa que rendimiento promedio de acuerdo al estudio de campo fue de 5.22 t/ha, el cual se ha reducido en casi 70 % respecto al rendimiento histórico registrado en la región entre 2008 y 2023 que fue de 15.7 t/ha según el SIAP (2026). Esta situación es aún más crítica en localidades específicas como Arroyo Hondo, donde se reportan rendimientos de apenas 1.5 t/ha, condición que refleja un estado de colapso productivo.

Cuadro 1. Distribución y representatividad de las variables productivas y sociodemográficas recolectadas (n=155).

Variable	Productores que respondieron	% del Total	Promedio Regional
Superficie con cítricos (ha)	153	98.7%	7.3
Rendimiento (ton/ha)	132	85.2%	5.22
Precio de la naranja ($/ton)	128	82.6%	$2,620.70
Ingresos brutos ($/ha)	122	78.7%	$13,820.32
Costo total de producción ($/ha)	135	87.1%	$6,487.24
Edad del productor (años)	155	100.0%	58.5
Años como citricultor	147	94.8%	22.65

Fuente: Encuesta regional realizada en 2023 en Álamo Temapache, Veracruz.

El patrón observado en Álamo Temapache se asemeja estrechamente al modelo documentado en el estado de Florida, Estados Unidos, más que a los escenarios de mitigación exitosa como el de São Paulo, Brasil. En Florida, la ausencia de una erradicación temprana de árboles infectados y el control incompleto del vector derivaron en pérdidas del 74 % al 80 % de la producción citrícola (Graham et al., 2020; Graham et al., 2024). De manera análoga, en Álamo Temapache, la enfermedad se ha establecido sin un manejo integral, provocando declives sostenidos e irreversibles de la productividad. En contraste, en regiones como São Paulo, la producción se ha sostenido gracias a la implementación de una estrategia coordinada basada en el uso de planta sana, control regional del vector y eliminación rigurosa de fuentes de inóculo (Bassanezi et al., 2020). Los resultados obtenidos coinciden con lo documentado por Villar-Luna et al. (2024), quienes señalan que en México el HLB no está controlado y los rendimientos no han logrado recuperar los niveles previos a la epidemia.

Brechas en la adopción tecnológica y la estrategia triangular

La persistencia del HLB en la región responde a limitaciones técnicas y estructurales en el manejo agronómico. Actualmente, no existe un tratamiento curativo comercial a largo plazo que elimine a *Ca. L. asiaticu*s de forma consistente (Ghosh et al., 2022). Los mismos autores afirman que el control de esta enfermedad requiere de un enfoque fundamentado en tres pilares: uso de material vegetal certificado, control eficiente del vector (*Diaphorina citri*) y eliminación inmediata de árboles sintomáticos. No obstante, los resultados de este trabajo evidencian un bajo nivel de adopción tecnológica y una grave brecha en la implementación de esta estrategia. Como se observa en el Cuadro 2, la adopción de prácticas de manejo es parcial y fragmentada. La práctica con mayor nivel de implementación es la poda de saneamiento (45.2 % de los productores), lo cual representa

la inversión más elevada ($2,438.18 MXN/ha) debido a la demanda de mano de obra. Sin embargo, más de la mitad de los huertos conservan tejido infectado, actuando como reservorios permanentes de la bacteria. Esta situación coincide con lo señalado por Bassanezi et al. (2020) y García-Ávila et al. (2021), quienes destacan que la eficacia del manejo del HLB depende de la aplicación simultánea y continua de diversas estrategias, condición que rara vez se cumple en sistemas de pequeña escala.

Cuadro 2. Desglose de adopción tecnológica y costos de manejo por hectárea.

Rubro de Inversión	**Productores que aplican**	**Costo Promedio ($/ha)**
Poda de saneamiento	45.2%	$2,438.18
Fertilización química	43.2%	$1,568.20
Control de vector (Insecticidas)	40.0%	$1,060.90
Control de malezas (Herbicidas)	36.1%	$1,745.98
Control fitosanitario (Fungicidas)	28.4%	$817.10
Uso de materia orgánica (Composta)	11.6%	$870.41

Fuente: Encuesta regional realizada en 2023 en Álamo Temapache, Veracruz.

En cuanto a la fertilización, el 43.2 % de los encuestados reporta realizar aplicaciones químicas. Aunque un manejo nutricional balanceado puede mejorar el vigor vegetativo y prolongar temporalmente el periodo productivo de árboles infectados, esta medida paliativa no reduce el título bacteriano por sí misma ni mantiene la estabilidad a largo plazo (Cervantes-Santos et al., 2025; Uthman et al., 2022).

El dato más crítico respecto a la dispersión de la epidemia radica en el control del psílido asiático. Únicamente el 40 % de los productores aplica insecticidas de manera regular, destinando una inversión promedio de $1,060.90 MXN por hectárea. Desde una perspectiva entomológica, la alta movilidad de *Diaphorina citri* hace que el control a nivel individual sea ineficaz (Pérez-Hedo et al., 2025). En áreas donde las aplicaciones no están sincronizadas, los huertos vecinos y las plantas

de traspatio funcionan como fuentes primarias de inóculo (Pazolini, 2019; Wulff et al., 2020). La escasa participación de los productores anula los esfuerzos colectivos, lo que concuerda con Bassanezi et al. (2020) y Li et al. (2020), quienes advierten que el control químico aislado fracasa ante la invasión constante del vector. Esta situación confirma que el HLB debe entenderse como un fenómeno multidimensional, donde interactúan factores biológicos, económicos, tecnológicos e institucionales, tal como plantean Bassanezi et al. (2020), García-Ávila et al. (2021) y Pérez-Hedo et al. (2025).

El HLB como un fenómeno multidimensional

La crisis fitosanitaria en Álamo Temapache interactúa con deficiencias estructurales e institucionales históricas. En primer lugar, la limitada asistencia técnica y la desarticulación organizativa, típicas de esquemas campesinos fragmentados en Veracruz (Pérez-Zárate et al., 2020), impiden la consolidación de un manejo regional. El conocimiento empírico resulta insuficiente para lidiar con la similitud visual entre los síntomas iniciales del HLB y las deficiencias nutricionales, lo que retrasa el diagnóstico.

La SADER (2020) señala que las deficiencias en infraestructura para acopio, transporte, almacenamiento y procesamiento agroindustrial representan una de las principales limitantes para incrementar la competitividad del sector citrícola mexicano. La competitividad regional se encuentra fuertemente castigada por la desarticulación de la cadena de valor. La limitada coordinación comercial somete a los pequeños productores a la intermediación en condiciones desfavorables. Al no contar con poder de negociación y enfrentar aumentos sostenidos en los insumos, los agricultores optan por reducir las aplicaciones fitosanitarias, lo que acelera el abandono de los huertos (Neves et al., 2020; SADER, 2020).

La información demográfica y económica revela un círculo vicioso de descapitalización que compromete la viabilidad de la citricultura a pequeña escala. La superficie promedio destinada al cultivo es de 5.22 hectáreas (Cuadro 1), lo que demuestra la dependencia de los pequeños productores hacia esta actividad. Con un precio de venta promedio de $2,620.70 MXN por tonelada, el ingreso bruto estimado es de $13,820.32 MXN/ha, frente a un costo de producción de $6,487.24 MXN/ha. Este estrecho margen de rentabilidad según Costa et. al. (2021) desplaza la prioridad del productor hacia la supervivencia económica inmediata, impidiendo la inversión necesaria para la renovación de huertos con planta certificada o la erradicación de árboles enfermos, ya que estos últimos, aunque mermados, aún proveen una fracción de ingresos. Otra dimensión de este fenómeno es en la parte institucional, ya que sin el apoyo del estado erradicar una crisis como la que se presenta en este trabajo se vuelve bastante difícil. Enríquez García, F.,et al (2023) mencionan que los productores citrícolas coinciden en que la principal problemática es la falta de apoyo gubernamental, sobre todo en el control de plagas y enfermedades pues el personal técnico de las instituciones gubernamentales no se capacita de acuerdo a la presencia de plagas y enfermedades actuales. Además no asisten con oportunidad a atender la solicitud de asistencia técnica, presentándose cuando ya está fuera de control el daño fitosanitario. De los productores encuestados, solo el 2% opina que el personal de la Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación perciben que los atienden bien. El comparativo es muy bajo si destacamos que Álamo y Tihuatlán son una zona que sustenta su economía con la producción citrícola

Conforme disminuyen los rendimientos, los ingresos obtenidos por la venta de fruta resultan insuficientes para financiar las prácticas agronómicas recomendadas, generando un proceso de descapitalización que reduce aún más la capacidad de inversión de los productores. Se configura así un círculo vicioso en el que la enfermedad reduce la productividad, la menor productividad disminuye los ingresos y la falta de recursos limita la implementación de tecnologías de manejo, favoreciendo la permanencia y expansión del HLB. Este patrón coincide con lo documentado por Villar-Luna et al. (2024), quienes señalan que la vulnerabilidad económica constituye uno de los principales factores que condicionan la capacidad adaptativa de la citricultura mexicana frente a enfermedades emergentes. De acuerdo a Pérez López, O. y Nava Tablada, M. E. (2021), los bajos precios y la escasa inversión en el mejoramiento de las huertas, también redundan en bajos rendimientos a esto se suma el desigual perfil socioeconómico de los citricultores, particularmente de los pequeños, pues la comercialización se realiza a través de intermediarios, dada su baja capacidad de producción y nulo equipamiento para el transporte de la fruta, así como el escaso poder de negociación sobre los precios por los bajos volúmenes de producción, la estacionalidad de la oferta y la falta de organización.

El riesgo de colapso social y productivo es latente. Muchas familias productoras se aproximan peligrosamente al umbral de subsistencia estimado en $8,000 MXN anuales. A esto se suma el perfil demográfico, la edad promedio reportada en las encuestas es de 58.5 años y una escolaridad predominantemente baja lo que, según Dhillon y Moncur, (2023) estas características actúan como barreras para la incorporación de innovaciones complejas. En predios pequeños y fragmentados, producir bajo la presión del HLB pierde viabilidad económica aceleradamente (Pazolini, 2019). El cambio climático constituye otro elemento que intensifica la crisis de la citricultura. El aumento de temperaturas y la reducción de la disponibilidad hídrica generan estrés fisiológico en los árboles, limitando la eficiencia fotosintética y acelerando la expresión severa de los síntomas del HLB (Rosales-Martínez et al., 2020). De acuerdo con el Monitor de Sequía de México publicado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en 2023, el municipio de Álamo Temapache se ubica dentro de la jurisdicción del Organismo de Cuenca Golfo Centro, una región que ha experimentado un notable déficit hídrico con un 52.5% de superficie en situación de sequía. Al cierre de 2023, el 36.3 % de los municipios del estado de Veracruz se encontraba en alguna categoría de sequía, además de que se puede observar que Álamo Temapache se encuentra dentro de la zona de impacto dominante de la sequía que ocurrió en el año 2023 (Ver Figura 1).

El HLB destruye entre el 30 % y el 80 % de las raíces finas, lo que reduce drásticamente la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes, volviendo a los árboles sintomáticos hipersensibles a los extremos de humedad del suelo (Morgan y Graham, 2019; Hamido et al., 2017). En este contexto de pérdida radicular y disfunción del floema, la disminución de la disponibilidad hídrica desencadena un colapso metabólico acelerado (Da Silva et al., 2021). Sin embargo, dadas las limitaciones tecnológicas, de infraestructura y de capital de los pequeños productores en Álamo Temapache, implementar un manejo hídrico tecnificado adaptado al HLB resulta sumamente complejo, consolidando el círculo de vulnerabilidad y pérdida de rendimientos.

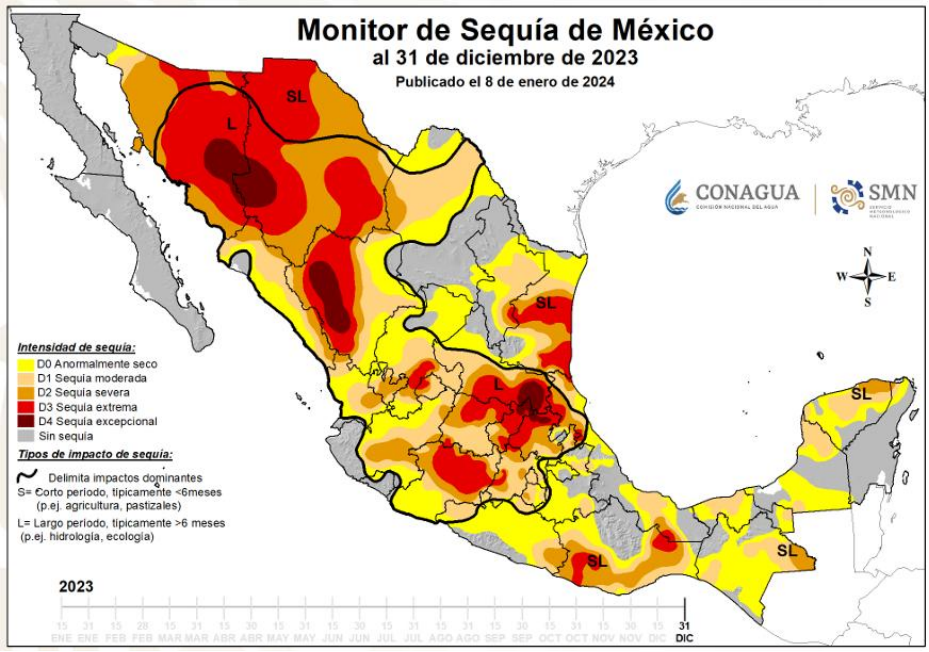


Figura 1. Monitor de Sequía en México en 2023 reportada por la Comisión Nacional del Agua y el Sistema Meteorológico Nacional.

Conclusiones

La investigación demuestra que la citricultura en Álamo Temapache enfrenta un estado de deterioro que podría dar paso a un colapso productivo. Al implementarse prácticas de manejo del huerto y de la enfermedad de manera fragmentada, los huertos vecinos operan como reservorios permanentes de inóculo, anulando esfuerzos individuales Este deterioro biológico se ve amplificado por factores socioeconómicos y ambientales que exponen al HLB como un fenómeno estrictamente multidimensional. Los reducidos márgenes de rentabilidad atrapan a los pequeños citricultores en un círculo vicioso de descapitalización, donde los ingresos insuficientes impiden la inversión necesaria para la renovación con planta certificada o el manejo integral de las huertas. Además, esta vulnerabilidad se agudiza ante las presiones del cambio climático.

En suma, la principal diferencia entre la crisis observada en Álamo Temapache y los casos de éxito en la mitigación del HLB a nivel internacional radica en las profundas barreras organizativas, económicas e institucionales, más que en la agresividad biológica del patógeno. Para evitar el inminente colapso social y productivo de las familias dependientes de esta actividad, es imperativo trascender el enfoque de acciones fitosanitarias aisladas. Se requiere con urgencia el diseño de políticas públicas e intervenciones que garanticen asistencia técnica, financiamiento estratégico y una sólida coordinación regional, permitiendo enfrentar la epidemia mediante un frente colectivo, integral y sostenible.

Referencias bibliográficas

Revistas Científicas

Bassanezi, R., Lopes, S., De Miranda, M. P., Wulff, N. A., Volpe, H. X., y Ayres, A. (2020). Overview of citrus huanglongbing spread and management strategies in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 1–14. https://doi.org/10.1007/s40858-020-00343-y

Bové, J. M. (2006). Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*, 88(1), 7–37.

Cervantes-Santos, J. A., Villar-Luna, H., Bojórquez-Orozco, A. M., Díaz-Navarro, J. E., Arce-Leal, Á. P., Santos-Cervantes, M. E., Claros, M. G., Méndez-Lozano, J., Rodríguez-Negrete, E., y Leyva-López, N. E. (2025). Huanglongbing as a Persistent Threat to Citriculture in Latin America. *Biology*, 14(4), 335. https://doi.org/10.3390/biology14040335

Costa, G. V., Neves, C. S. V. J., Bassanezi, R., Júnior, R. P. L., y Telles, T. S. (2021). Economic impact of Huanglongbing on orange production. *Revista Brasileira De Fruticultura*, 43(1). https://doi.org/10.1590/0100-29452021472

Da Silva, J. R., Boaretto, R. M., Lavorenti, J. A. L., Santos, B. C. F. D., Coletta-Filho, H., y Mattos, D. (2021). Effects of Deficit Irrigation and Huanglongbing on Sweet Orange Trees. *Frontiers in Plant Science*, 12. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.731314

Dhillon, R., y Moncur, Q. (2023). Small-Scale Farming: A Review of Challenges and Potential Opportunities Offered by Technological Advancements. *Sustainability*, 15(21), 15478. https://doi.org/10.3390/su152115478

Enríquez García, F., Villarreal-Ramírez, V. H., Leyva Chávez, A. N., Alvarado Pimentel, B. M., y Aguirre-Avilés, E. J. (2023). Veracruz: Problemática de la producción de cítricos. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 11(1), 165–170. https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v11i1.471

Fernández-Echeverría, E., Lavoignet-Ruiz, M., García-Santamaría, L. E., Fernández-Lambert, G., Ruvalcaba-Sánchez, L., Bautista-Santos, H., Sánchez-Galván, F., y Romero-Romero, Y. (2024). Management of citrus cultivation in emerging rural communities in Mexico: Practices and challenges in the central-northern region of Veracruz. *Sustainability*, 16(20), 8732. https://doi.org/10.3390/su16208732

García-Ávila, C. J., et al. (2021). Análisis epidemiológico y perspectivas del manejo regional del HLB en México. *Revista Mexicana de Fitopatología*.

Ghosh, D., Kokane, S., Savita, B., Kumar, P., Sharma, A., Ozcan, A., Kokane, A. D., y Santra, S. (2022). Huanglongbing Pandemic: Current Challenges and Emerging Management Strategies. *Plants*, 12(1), 160. https://doi.org/10.3390/plants12010160

Graham, J., Bassanezi, R., Dawson, W. O., y Dantzler, R. (2024). Management of Huanglongbing of Citrus: Lessons from São Paulo and Florida. *Annual Review of Phytopathology*. https://doi.org/10.2139/ssrn.4745163

Li, S., Wu, F., Duan, Y., Singerman, A., y Guan, Z. (2020). Citrus Greening: Management Strategies and Their Economic Impact. *HortScience*. https://doi.org/10.21273/hortsci14696-19

Morgan, K., y Graham, J. (2019). Nutrient Status and Root Density of Huanglongbing-Affected Trees: Consequences of Irrigation Water Bicarbonate and Soil pH Mitigation with Acidification. *Agronomy*, 9(11), 746. https://doi.org/10.3390/agronomy9110746

Neves, M. F., et al. (2020). The citrus chain in the global market: trends and impacts of HLB. *International Food and Agribusiness Management Review*.

Pérez-Hedo, M., et al. (2025). Dinámica poblacional y estrategias de control de Diaphorina citri en sistemas citrícolas. *Journal of Applied Entomology*.

Pérez López, O., y Nava Tablada, M. E. (2021). Evolución de la citricultura mexicana (1993-2018). El caso del municipio de Gutiérrez Zamora, Veracruz. *Revista De Geografía Agrícola*, (67), 09–25. https://doi.org/10.5154/r.rga.2021.67.01

Pérez-Zarate, L. A., Villanueva-Jiménez, J. A., Osorio-Acosta, F., Ortega-Arenas, L., y Bustillo-García, L. (2020). Small farmers' perception of factors influencing regional chemical control of Diaphorina citri. *Agroproductividad*, 106–120.

Rosales-Martínez, A., et al. (2020). Impacto del estrés hídrico y térmico en la citricultura frente a patógenos sistémicos. *Revista Chapingo Serie Horticultura*.

Uthman, Q. O., Atta, A., Kadyampakeni, D., Qureshi, J., Morgan, K., y Nkedi-Kizza, P. (2022). Integrated Water, Nutrient, and Pesticide Management of Huanglongbing-Affected Sweet Oranges on Florida Sandy Soils—A Review. *Plants*, 11(14), 1850. https://doi.org/10.3390/plants11141850

Villar-Luna, H., Santos-Cervantes, M. E., Rodríguez-Negrete, E., Méndez-Lozano, J., y Leyva-López, N. E. (2024). Economic and Social Impact of Huanglongbing on the Mexico Citrus Industry: A Review and Future Perspectives. *Horticulturae*, 10(5), 481. https://doi.org/10.3390/horticulturae10050481

Wang, N., y Trivedi, P. (2013). Citrus Huanglongbing: A newly relevant disease presents unprecedented challenges. *Phytopathology*, 103(7), 652–665.

Wulff, N. A., Daniel, B., Sassi, R. S., Moreira, A. S., Bassanezi, R., Sala, I., Coletti, D., y Rodrigues, J. C. (2020). Incidence of Diaphorina citri Carrying Candidatus Liberibacter asiaticus in Brazil's Citrus Belt. *Insects*, 11(10), 672. https://doi.org/10.3390/insects11100672

Informes Institucionales y Documentos Oficiales

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], y Servicio Meteorológico Nacional [SMN]. (2024). *Monitor de Sequía de México al 31 de diciembre de 2023*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Dirección General de Sanidad Vegetal [DGSV]. (2024). *Informe semestral del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria de Cítricos*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (2024). *Programa de manejo fitosanitario del Huanglongbing de los cítricos*.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2024). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Tesis y Trabajos Académicos

Pazolini, K. (2019). *Spatial distribution and temporal progress of Huanglongbing in areas with strict disease management* (Tesis de doctorado). Universidade de São Paulo. https://doi.org/10.11606/t.11.2019.tde-30072019-114315

Análisis de la Política Agroalimentaria en México de 2019 a 2024

Alma V. Ayala-Garay[1*], Víctor H. Palacio-Muñoz [2], Jorge Avila-Aguilar[2] , Erika De Luna-Segura[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de México. Carretera los Reyes-Texcoco, Km.13.5, Coatlinchán, Texcoco de Mora, Estado de México, México. C. P. 56250.

[2]Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México-Texcoco Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56230.

*Autor para correspondencia: ayala.alma@inifap.gob.mx

Resumen

La persistencia de la pobreza rural en México ha motivado una reorientación de la política agroalimentaria hacia programas de transferencia directa, privilegiando objetivos de equidad distributiva sobre la inversión productiva. En este contexto, la presente investigación analizó la relación entre la equidad distributiva y la eficiencia de las principales políticas agroalimentarias implementadas entre 2019 y 2024. Para ello, se evaluó la ejecución de los instrumentos de política y sus posibles impactos sobre la pobreza. Los resultados muestran una disminución de la pobreza durante el periodo de estudio, lo cual evidencia una priorización del gasto en transferencias directas, acompañada de una reducción sostenida de la inversión física destinada al desarrollo productivo del sector agrícola. Se concluye que, aunque los subsidios directos contribuyen al alivio de la pobreza a corto plazo, resultan insuficientes para impulsar una transformación duradera del sector agroalimentario.

Palabras clave: Pobreza rural, política agrícola, subsidios.

Abstract

The persistence of rural poverty in Mexico has motivated a reorientation of agri-food policy toward direct transfer programs, prioritizing distributive equity objectives over productive investment. In this context, this research analyzed the relationship between distributive equity and the efficiency of the main agri-food policies implemented between 2019 and 2024. To this end, a comparative sectoral and political economy analysis of the agricultural budget was conducted. The results show a decrease in poverty during the study period, demonstrating a prioritization of spending on direct transfers, accompanied by a sustained decline in physical investment aimed at the productive development of the agricultural sector. It is concluded that, although direct subsidies contribute to short-term poverty alleviation, they are insufficient to drive a long-term transformation of the agri-food sector.

Keywords: Rural poverty, agricultural policy, food sovereignty.

Introducción

Las políticas agrícolas contemporáneas enfrentan un dilema entre la búsqueda de una mayor equidad en la distribución de la riqueza y el fortalecimiento de la eficiencia productiva. Durante las últimas décadas, diversos países han transitado de esquemas centrados en el apoyo a la

producción hacia políticas orientadas a mejorar el bienestar de los productores mediante transferencias directas e instrumentos redistributivos. Sin embargo, la evidencia internacional señala que este tipo de estrategias no siempre logra traducirse en incrementos sostenidos de la productividad agrícola ni en transformaciones estructurales del medio rural (Segrelles Serrano, 2016; World Bank, 2008; Arias et al., 2025). En México, la liberalización comercial iniciada en la década de 1980 impulsó la competitividad de los sistemas agroexportadores, pero sus beneficios fueron heterogéneos (López, 2022). Mientras las regiones con mayor capitalización lograron integrarse a los mercados internacionales, amplias zonas rurales, particularmente en el sur-sureste del país, continuaron registrando elevados niveles de pobreza, rezagos sociales y baja productividad agrícola (INEGI, 2024). Como señalan Lema et al. (2022), las limitaciones de las políticas tradicionales para atender a los grupos más vulnerables, así como la necesidad de combinar distintos instrumentos de intervención, dieron origen a una nueva orientación de la política agroalimentaria. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo examinar la relación entre la equidad distributiva y la eficiencia productiva de la política agroalimentaria mexicana durante el periodo 2019-2024. Para ello, se realizó un análisis descriptivo-comparativo de indicadores sociales, productivos y presupuestales, complementado con un análisis de economía del sector público, con el propósito de evaluar si la priorización de las transferencias directas estuvo acompañada de mejoras estructurales en el desempeño del sector agroalimentario.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló mediante un análisis de la política agroalimentaria mexicana durante el periodo 2019-2024. Para ello, se recopilaron indicadores estructurales relacionados con pobreza, producción agrícola, productividad, comercio exterior, seguridad alimentaria, presupuesto público y cobertura de los principales programas agroalimentarios, utilizando información proveniente de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), la Secretaría de Bienestar y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). La información recopilada se organizó y mediante un análisis comparativo, identificando los principales cambios ocurridos antes y después de la reorientación de la políticas agroalimentarias implementadas a partir de 2019. Asimismo, se examinó la evolución de la composición del gasto público agroalimentario, diferenciando los recursos destinados a transferencias monetarias directas de aquellos orientados a bienes públicos productivos, como infraestructura, investigación, innovación y extensionismo rural.

Los resultados fueron interpretados a partir del marco teórico de la Economía del Sector Público. Para ello, se tomaron como referencia las funciones económicas fundamentales del Estado sistematizadas por Samuelson y Nordhaus, analizando de manera específica la tensión entre la función de equidad (búsqueda del bienestar social) y la de eficiencia (optimización de recursos). Asimismo, siguiendo la perspectiva de Gillezeau (2005), este marco normativo se contrastó con la teoría de la Elección Pública, con el propósito de evaluar si dicha distribución de recursos respondió a la búsqueda de soluciones óptimas por parte del Estado o si estuvo influenciada por dinámicas de interés político e incentivos institucionales de corto plazo."

Resultados y discusión

La evidencia reciente sobre la reducción de la pobreza en México (de 41.9% en 2018 a 36.3% en 2022) refleja, desde la perspectiva de Samuelson y Nordhaus, un avance en la ejecución de la función del Estado orientada a fomentar la equidad mediante mecanismos de redistribución de la renta. No obstante, la persistencia de una pobreza superior al 55% en el ámbito rural y al 70% en territorios indígenas (CONEVAL, 2020; FAO, 2021), sumada a una polarización estructural donde menos del 20% de las unidades productivas concentran la producción comercial frente a un 60% en condiciones de subsistencia, evidencia una profunda falla de mercado. Esta asimetría en los rendimientos entre regiones tecnificadas y tradicionales (SIAP, 2022) plantea la necesidad no resuelta de intervenir bajo la función de fomentar la eficiencia, donde el Sector Público está obligado a proveer bienes públicos, infraestructura y transferencia tecnológica que mitiguen las brechas de productividad y rompan las trampas de desigualdad estructural.

Cuadro 1. Indicadores estructurales del sector agroalimentario mexicano

Participación del PIB agropecuario	3–4%	Variación (pp) Tendencia
Empleo generado por el sector	12–13%	FAO (2021) −6.4 ↓ Mejora
Informalidad en zonas rurales	>80%	OECD (2020) −5.6 ↓ Mejora
Unidades productivas de pequeña escala	>60%	FAO (2021) +22.9 ↑ Deterioro crítico
Importación de maíz sobre consumo total	35–40%	SIAP (2022)
Dependencia de maíz amarillo importado	>80%	SIAP (2022)
Unidades productivas de pequeña escala	>60%	FAO (2021) +0.4 → Estancamiento

Fuente: CONEVAL (2018, 2023). Medición de la pobreza multidimensional.

Heterogeneidad regional en pobreza

El Cuadro 2 muestra la evolución de los principales indicadores de pobreza y carencias sociales en México entre 2018 y 2022. Durante este periodo se observó una disminución tanto de la pobreza por ingresos, que pasó de 49.9% a 43.5% (−6.4 puntos porcentuales), como de la pobreza multidimensional, la cual se redujo de 41.9% a 36.3% (−5.6 puntos porcentuales). Sin embargo, esta mejora coexistió con un deterioro significativo en el acceso a los servicios de salud, cuya

carencia aumentó de 16.2% a 39.1%, representando el mayor cambio registrado (+22.9 puntos porcentuales). En contraste, la carencia por acceso a la seguridad social mostró una ligera disminución (−3.3 puntos porcentuales), mientras que el rezago educativo permaneció prácticamente sin cambios, reflejando un estancamiento en este componente. En conjunto, estos resultados evidencian que, aunque los indicadores monetarios de pobreza mejoraron, persisten importantes rezagos estructurales en dimensiones fundamentales del bienestar social.

Cuadro 2. Evolución de indicadores de pobreza y carencias sociales en México, 2018–2022.

	2018%	2022%	Variación (pp)	Tendencia
Pobreza por ingresos	49.9	43.5	−6.4	↓ Mejora
Pobreza multidimensional	41.9	36.3	−5.6	↓ Mejora
Carencia acceso a salud	16.2	39.1	+22.9	↑ Deterioro crítico
Carencia seguridad social	53.5	50.2	−3.3	↓ Mejora leve
Rezago educativo	19.0	19.4	+0.4	→ Estancamiento

Fuente: CONEVAL (2018, 2023). Medición de la pobreza multidimensional.

Al desagregar este fenómeno por regiones, el comportamiento expuesto en el Cuadro 3 demuestra que el efecto redistributivo responde a una focalización territorial que intensifica la función de equidad en el sur-sureste, donde los municipios con alta marginalidad muestran reducciones superiores al promedio nacional. En contraste, el impacto moderado en la región centro y menor o no significativo en el norte corrobora que la intervención distributiva del Sector Público tiende a ser más visible donde los niveles iniciales de privación son críticos. Desde el punto de vista normativo, esta heterogeneidad regional sugiere que la política social opera de manera fragmentada, priorizando la urgencia distributiva inmediata sobre una estrategia de estabilidad y crecimiento macroeconómico homogéneo que articule productivamente a todas las regiones del país.

Cuadro 3 Pobreza multidimensional y carencia de salud en estados rurales seleccionados, 2022

	2018	2022	Cambio en la pobreza

Chiapas	67.4	66.1	17.6
Oaxaca	58.4	65.7	~16
Veracruz	58.6	49.2	16.7
Puebla	54.0	48.3	~17

Fuente: CONEVAL (2018, 2023). Medición de la pobreza multidimensional.

La evolución de las carencias en Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Puebla revela una contradicción estructural. De acuerdo con Gillezeau y González (2005), el Estado cumple funciones tanto de estabilización económica como de redistribución. En México, tras un proceso de liberalización y reducción de apoyos productivos (Yúnez-Naude, 2003; De Janvry y Sadoulet, 2001; Taylor et al., 2005). Las mejoras en el ingreso rural fueron contrarrestadas por un deterioro crítico en el acceso a la salud, que superó el 65% en Chiapas y Oaxaca, y el 48% en Veracruz y Puebla. Este escenario se inscribe en la reorientación post-liberalización de la política agroalimentaria mexicana que, desde 2019, transitó hacia un enfoque redistributivo basado en precios de garantía y transferencias directas (OECD, 2020; World Bank, 2022). El fenómeno intensifica el debate sobre la capacidad real de los subsidios monetarios para impulsar simultáneamente el bienestar social y el desempeño productivo en el campo.

Balanza agroalimentaria y vulnerabilidad estructural

El comportamiento de las exportaciones agroalimentarias durante el periodo 2018–2024 muestra un contraste entre el dinamismo de los productos agroindustriales de exportación y la persistente dependencia de importaciones de granos básicos. México consolidó su posición como exportador de productos de alto valor, entre los que destacan la cerveza (6,163 MDD), el tequila (4,429 MDD) y el aguacate (3,550 MDD), los cuales contribuyen significativamente al superávit comercial agroalimentario (Secretaría de Economía, 2024). Sin embargo, las importaciones de maíz y frijol registraron un incremento real superior al 20 %, reflejando una creciente dependencia externa en productos estratégicos para la alimentación nacional (INEGI, 2024). Asimismo, México importa entre 35 % y 40 % del maíz que consume y, en el caso del maíz amarillo, la dependencia supera el 80 % (SIAP, 2022). Estos resultados evidencian una divergencia entre el desempeño exportador del sector agroalimentario y la capacidad de abastecimiento interno de algunos granos básicos.

Cuadro 4. Composición del gasto público por tipo de instrumento y variación real, 2018–2024

Concepto	Clasificación teórica	Variación real 2018–2024	Impacto político	Observación
Pensiones y transferencias	Beneficio visible	+305%	Muy alto	Percepción de ingreso directo e inmediato
Subsidios al campo	Transferencia directa	+45%	Alto	Base electoral rural cautiva
Inversión física (infraestructura)	Bien público difuso	−12.5%	Bajo	Resultados a largo plazo, poco visibles
Mantenimiento red hidráulica	Bien público técnico	−22.0%	Nulo	El beneficio (evitar fugas) no es "noticia"
Inversión en I+D	Bien público de largo plazo	~0% (0.2% PIB)	Mínimo	Retorno en décadas, no en ciclos electorales

Fuente: Elaboración propia con datos de SHCP (2024), CIEP (2024.

La evidencia presupuestaria muestra una creciente orientación del gasto público hacia transferencias directas. El gasto en pensiones para adultos mayores pasó de 53,190 mdp en 2018 a 465,049 mdp en 2024 en pesos constantes, lo que representa un incremento de 7.4 veces (SHCP, 2024). Asimismo, el gasto en desarrollo social representó el 12.8 % del PIB en 2024, mientras que la inversión física presupuestaria se mantuvo relativamente estancada y registró subejercicios en áreas técnicas (CIEP, 2024). En conjunto, el aumento real de 305 % en las transferencias directas frente a la reducción de 12.5 % en la inversión física es consistente con los planteamientos de la teoría de la elección pública, según la cual los responsables de la toma de decisiones tienden a favorecer instrumentos cuyos beneficios son más visibles e identificables para la población beneficiaria (Buchanan y Tullock, 1962/1999). Siguiendo la perspectiva de Gillezeau y González (2005) derivada de la Elección Pública, este escenario ilustra cómo los incentivos institucionales y políticos de corto plazo suelen privilegiar la rentabilidad política de la redistribución de ingresos monetarios directos, comprometiendo la provisión eficiente y la infraestructura de los servicios públicos esenciales, lo que limita el impacto real del Estado en el desarrollo sostenible y productivo del campo.

Evidencia de restricción estructural

Los resultados obtenidos son consistentes con hallazgos reportados en otras experiencias internacionales de política agrícola, particularmente en la Política Agrícola Común (PAC) de la Unión Europea. La evidencia muestra que los apoyos directos a los productores no necesariamente se traducen en incrementos sostenidos de la productividad ni en transformaciones estructurales del medio rural (European Commission, 2025). De manera similar, los resultados del modelo se pueden interpretar en que las transferencias directas pueden contribuir a aliviar restricciones económicas de corto plazo; sin embargo, por sí solas resultan insuficientes para impulsar mejoras sostenidas en la productividad y el bienestar rural. En este sentido, la experiencia internacional señala que el crecimiento sostenido de la productividad agrícola depende no solo de transferencias monetarias, sino también de inversiones en innovación, asistencia técnica, infraestructura y fortalecimiento de capacidades productivas (World Bank, 2008).

La compensación monetaria.

El análisis comparativo para el periodo 2018-2022 revela una contradicción importante. Mientras las transferencias monetarias contribuyeron a mejorar el ingreso disponible de los hogares, el fuerte incremento en la carencia por acceso a los servicios de salud evidencia un deterioro en una dimensión fundamental del bienestar. El aumento de 16.2% a 39.1% en esta carencia sugiere que la mejora en los ingresos coexistió con una menor cobertura de servicios públicos esenciales. En entidades como Chiapas y Oaxaca, donde la carencia de acceso a la salud supera el 65%, los hogares deben destinar una mayor proporción de sus recursos a gastos médicos, reduciendo su capacidad para invertir en actividades productivas y aumentando su vulnerabilidad económica.

La dependencia de importaciones hace que los precios de los alimentos en México estén sujetos al mercado internacional ya que por ejemplo si el precio del maíz sube en Chicago, la pobreza aumenta en la Sierra Juárez de Oaxaca. El análisis del poder adquisitivo confirma esta erosión. Aunque el ingreso laboral real per cápita creció 4.0% entre 2018 y 2022, el costo de la canasta alimentaria rural aumentó 14.5% en términos reales (CONEVAL, 2023; INEGI, 2023). En estados como Chiapas, Oaxaca y Veracruz, el habitante rural destina hoy una proporción mayor de su ingreso a la subsistencia alimentaria, dejando un margen casi nulo para cubrir otras carencias.

Comparación internacional

Desde perspectiva comparativa, el caso mexicano confirma que intervenciones redistributivas sin inversión estructural complementaria enfrentan límites productivos. La PAC europea transitó hacia pagos desacoplados con reducción de distorsiones productivas (Segrelles Serrano, 2016). En Estados Unidos, la Farm Bill combina estabilización de ingresos con programas de conservación e innovación. En países en desarrollo, la evidencia muestra que los subsidios directos a insumos sin inversión complementaria en bienes públicos producen efectos productivos temporales (World Bank, 2008; Arias et al., 2025). México ofrece un caso donde la reintroducción de instrumentos redistributivos permite evaluar empíricamente los límites del trade-off entre equidad y eficiencia.

Conclusiones

El análisis de los indicadores estructurales del sector agroalimentario mexicano durante el periodo 2019-2024 evidencia que, aunque se registró una reducción en los niveles de pobreza, esta no

estuvo acompañada de mejoras proporcionales en la productividad agrícola ni en otros componentes fundamentales del bienestar, como el acceso a los servicios de salud. Paralelamente, la revisión de la composición del gasto público muestra una creciente orientación hacia programas de transferencias directas, mientras que la inversión en infraestructura y otros bienes públicos productivos perdió participación relativa. En conjunto, estos resultados sugieren que las políticas agroalimentarias implementadas durante el periodo analizado privilegiaron objetivos redistributivos de corto plazo sin generar transformaciones estructurales en el sector agrícola. En consecuencia, fortalecer el desarrollo rural requiere complementar los apoyos económicos con mayores inversiones en infraestructura, innovación tecnológica, investigación, extensionismo y fortalecimiento de capacidades productivas, con el fin de promover incrementos sostenidos en la productividad y mejorar las condiciones de vida de la población rural.

Referencias bibliográficas

Libros

Buchanan, J. M., y Tullock, G. (1999). *El cálculo del consentimiento: fundamentos lógicos de la democracia constitucional* (Vol. 2). Liberty Fund. (Obra original publicada en 1962).

OECD. (2020). *Agricultural policy monitoring and evaluation 2020: Mexico*. OECD Publishing.

Segrelles Serrano, J. A. (2016). *Las ayudas agrarias y sus repercusiones sobre la agricultura familiar en la última reforma de la PAC (2014–2020)*. Universidad de Alicante.

World Bank. (2008). *World development report 2008: Agriculture for development*. World Bank.

World Bank. (2022). *Mexico rural development review*. World Bank.

Revistas Científicas

De Janvry, A., y Sadoulet, E. (2001). Income strategies among rural households in Mexico: The role of off-farm activities. *World Development*, 29(3), 467–480. https://doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00056-3

Gillezeau B., P., y González A., T. (2005). La teoría de la elección pública como fundamento en los procesos de integración latinoamericana y del Caribe. *Revista Venezolana de Ciencias Sociales*, 9(1), 69–76.

López, R., Bautista, E. F., y Valdez, H. (2022). NAFTA's effects on Mexican agriculture: unequal and forceful integration. *Espacios*, 43(6), 19–31. https://doi.org/10.48082/espacios-a22v43n06p03

Taylor, J. E., Yúnez-Naude, A., y Dyer, G. (2005). Disaggregated rural economy-wide models for policy analysis. *World Development*, 33(10), 1671–1688. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.09.007

Wooldridge, J. M. (2025). Two-way fixed effects, the two-way mundlak regression, and difference-in-differences estimators. *Empirical Economics*, 69, 2545–2587. https://doi.org/10.1007/s00181-025-02807-z

Informes Institucionales y Documentos de Trabajo

Arias, J., Arias, D., Antón, J., De Salvo, C. P., Diaz-Bonilla, E., Guzmán, M., ... y Rodrigues, M. (2025). *La transición hacia una nueva generación de políticas públicas para los sistemas agroalimentarios*. BID; Banco Mundial; CAF; CEPAL; CIAT; IFPRI; IICA.

Centro de Investigación Económica y Presupuestaria [CIEP]. (2024). *Intercambio de prioridades: Del gasto en infraestructura al gasto en protección social*. CIEP.

CONEVAL. (2018). *Medición de la pobreza en México 2018*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.

CONEVAL. (2020). *La pobreza en la población indígena de México*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.

European Commission. (2025). *Performance Monitoring and Evaluation Framework (PMEF) of the Common Agricultural Policy*. European Commission.

FAO. (2021). *El sistema alimentario en México*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

INEGI. (2020). *Indicador laboral de la pobreza. Abril-junio de 2020. Nota técnica*. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/investigacion/iltefm/doc/ind_lab_abril_junio_2020_nota_met.pdf

Lema, D., Gallacher, M., Bustamante, C., Muñoz, G., De Salvo, C. P., Ardila, S., y Rondinone, G. (2022). *Políticas agrícolas en México: una visión agregada y un análisis de programas clave*. Banco Interamericano de Desarrollo. https://doi.org/10.18235/0004439

SIAP. (2022). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Yúnez-Naude, A. (2003). *The dismantling of CONASUPO and the transition to a new agricultural policy in Mexico* (PRECESAM Working Paper). El Colegio de México.

Páginas Electrónicas y Portales Web

CONEVAL. (2023). *Medición de la pobreza en México 2022*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. https://www.coneval.org.mx

INEGI. (2018). *Indicadores de pobreza multidimensional por entidad federativa, 2018*. https://www.inegi.org.mx/desarrollosocial/pm/#tabulados

INEGI. (2024a). *Balanza comercial de mercancías de México*. https://www.inegi.org.mx

INEGI. (2024b). *Indicadores de pobreza multidimensional por entidad federativa, 2024*. https://www.inegi.org.mx/desarrollosocial/pm/#tabulados

Secretaría de Economía. (2024). *Datos México: Complejidad económica y comercial de productos agropecuarios*. https://www.economia.gob.mx/datamexico/

SHCP. (2024). *Criterios generales de política económica para el ejercicio fiscal 2024*. https://www.finanzaspublicas.hacienda.gob.mx

Comportamiento del consumidor de ajo negro en la región de Delicias, Chihuahua: oportunidades para la innovación agroalimentaria.

D.A. Jerónima Antonieta Pérez[16] **(**jeperez@uach.mx), **Dr. Hugo Alberto De la O Martínez**[1] (hdelao@uach.mx), **Dr. Alejandro Palacio Márquez**[1] (apalaciom@uach.mx) y **Lic. María Yolanda Arrieta Carrillo**[17] (p357127@uach.mx).

Resumen

El ajo negro, obtenido mediante un proceso de envejecimiento controlado del ajo fresco, ha adquirido relevancia por sus propiedades funcionales y su potencial como alimento nutracéutico. En México, y particularmente en Delicias, Chihuahua, su producción y consumo aún son limitados, a pesar de las oportunidades que ofrece para generar valor agregado en la cadena agroalimentaria. El escaso conocimiento del producto entre los consumidores restringe su adopción y el desarrollo de un mercado regional competitivo. Por ello, el objetivo de esta investigación fue identificar las preferencias y características del consumidor de ajo negro en Delicias, Chihuahua, para diseñar estrategias de comercialización para fortalecer el posicionamiento del producto. La metodología consistió en una investigación de mercado mediante la aplicación de encuestas a consumidores mayores de 18 años, analizando variables como conocimiento del producto, frecuencia de consumo, atributos valorados y disposición de compra. Los resultados muestran que el 64 % de los encuestados no conoce el ajo negro; quienes sí lo identifican son principalmente adultos jóvenes con mayor escolaridad. La presentación en bulbo fue la preferida y los beneficios para la salud constituyeron el atributo más valorado. Asimismo, el precio y la falta de familiaridad sensorial disminuyen la frecuencia de consumo, mientras que los consumidores con ingresos medios y altos presentan mayor disposición de compra. Se concluye que el ajo negro posee un mercado potencial en Delicias, Chihuahua; sin embargo, es indispensable fortalecer su difusión, ampliar su disponibilidad comercial y desarrollar estrategias de comercialización que favorezcan su aceptación y contribuyan al fortalecimiento de la agroindustria regional.

Palabras clave: ajo negro, comportamiento del consumidor, alimentos funcionales, investigación de mercados y agroindustria.

Abstract

Black garlic, obtained through a controlled aging process of fresh garlic, has gained prominence due to its functional properties and potential as a nutraceutical food. In Mexico—and specifically

[16] Docente de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Carr. Delicias-Rosales Km. 2.5 Cd. Delicias-Chihuahua.

[17] Estudiante de posgrado de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Carr. Delicias-Rosales Km. 2.5 Cd. Delicias-Chihuahua.

in Delicias, Chihuahua—its production and consumption remain limited, despite the opportunities it offers for creating added value within the agri-food supply chain. Limited consumer awareness of the product hinders its adoption and the development of a competitive regional market. Therefore, the objective of this research was to identify the preferences and characteristics of black garlic consumers in Delicias, Chihuahua, in order to design marketing strategies that strengthen the product's market positioning. The methodology involved market research based on surveys of consumers aged 18 and older, analyzing variables such as product awareness, consumption frequency, valued attributes, and purchase intent. The results show that 64% of respondents are unfamiliar with black garlic; those who do recognize it are primarily young adults with higher levels of education. Whole bulbs were the preferred format, and health benefits were the most highly valued attribute. Additionally, price and a lack of sensory familiarity reduce consumption frequency, whereas middle- and high-income consumers show a greater willingness to purchase. The study concludes that black garlic holds market potential in Delicias, Chihuahua; however, it is essential to raise awareness, increase commercial availability, and develop marketing strategies that foster acceptance and contribute to strengthening the regional agro-industry.

Keywords: black garlic, consumer behavior, functional foods, market research, agro-industry.

Introducción

El ajo (*Allium sativum L.*) es una especia ampliamente utilizada, reconocida por su característico sabor picante y aroma distintivo y rico en compuestos bioactivos, ofrece múltiples beneficios para la salud humana, abarcando aspectos nutricionales, fisiológicos y terapéuticos. Esto lo posiciona como uno de los alimentos más efectivos para la prevención de diversas enfermedades (El-Saadony, *et al.,* 2024). Su creciente fama ha dado lugar al desarrollo de diversos productos derivados del ajo, como suplementos y extractos, que se encuentran fácilmente en el mercado actual (Poplawska, *et al.,* 2024). Según (Moutia, *et al*, 2018), el ajo contiene más de 200 compuestos químicos que le otorgan diversas propiedades benéficas.

El ajo negro*,* obtenido a partir del ajo fresco mediante un proceso controlado de "envejecimiento" que implica temperaturas entre 60°C y 90°C y humedades relativas del 70 % al 90 % durante más de 30 días (Zhang, *et al,* 2016), ha recibido creciente atención por parte de la comunidad científica y de consumidores que buscan alternativas alimentarias saludables (González-Ramírez, 2019). Varios estudios han identificado las temperaturas y tiempos ideales para lograr un color negro característico y un cambio significativo en el sabor, junto con mejoras en sus beneficios para la salud (González-Ramírez, 2019). Sin embargo, los métodos para hacer ajo negro no están estandarizados, ya que las condiciones de procesamiento varían considerablemente según el tipo de ajo, las tradiciones y las características que se deseen en el producto final (Afzaala, *et al.,* 2022).

El interés del ajo negro surge de múltiples investigaciones que destacan sus propiedades funcionales, entre las cuales se encuentran efectos protectores frente a la obesidad, la diabetes, algunos tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares (Chin-Kun & Tanvir, 2021). Además, el tratamiento térmico elimina el característico olor penetrante del ajo crudo y genera un producto de color oscuro, textura suave y sabor dulce-umami, lo que favorece su aceptación sensorial (Martínez-Casas, *et al,* 2017).

En México, la producción de ajo continúa siendo una actividad agrícola de relevancia, ya que en el año 2024, se sembraron 8,196 hectáreas que generaron 113,014 toneladas, de las cuales el estado de Chihuahua aportó 1,749 toneladas (DGSIAP, 2025). No obstante, gran parte de esta producción se comercializa como ajo fresco, con escaso valor agregado. El ajo negro representa así una oportunidad estratégica para diversificar la producción agrícola y mejorar la rentabilidad, especialmente en regiones como Ciudad Delicias, donde el cultivo tiene presencia productiva. Sin embargo, pese a su potencial comercial y sus beneficios para la salud (Afzaala, *et al.,* 2022), su presencia en el mercado regional sigue siendo limitada debido al bajo nivel de conocimiento del consumidor, la ausencia de estrategias de mercadotecnia adecuadas y su reducida disponibilidad en canales tradicionales de distribución (González-Ramírez, 2019).

El mercado de alimentos funcionales se ha posicionado como una de las categorías con mayor expansión dentro de la industria alimentaria a nivel mundial. Motivados por consumidores que buscan productos con propiedades que fortalezcan su bienestar, este tipo de alimentos ha despertado el interés de empresas de diversas dimensiones (Food Tech, 2025). Estos desafíos afectan particularmente a los pequeños y medianos productores, quienes carecen de herramientas para competir en el mercado de alimentos funcionales. De forma paralela, el incremento en el consumo de este tipo de alimentos ha impulsado el interés por productos con beneficios comprobados para la salud, mientras que las innovaciones tecnológicas han permitido transformar alimentos convencionales en productos diferenciados de alto valor (Coria-Páez, 2024).

Diversos estudios han mostrado que el tratamiento térmico incrementa significativamente los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante del ajo negro en comparación con el ajo fresco (Mercado-Mercado, *et al.,* 2013) y que su creciente uso en la alta cocina ha contribuido a su popularización y posicionamiento en nuevos mercados (Díaz-López, 2022). Sin embargo, su adopción generalizada por parte de los consumidores sigue siendo reducida: si bien el 55% de los encuestados en estudios previos opinan positivamente del producto y el 62% muestran interés en adquirirlo, solamente el 20% lo conoce o lo ha consumido (Nassur, 2018). Esta brecha entre aceptación potencial y conocimiento efectivo representa uno de los principales obstáculos para su expansión comercial.

En este contexto, surge la necesidad de analizar con precisión el comportamiento del consumidor y las características del mercado del ajo negro en la región de Delicias, Chihuahua, con el fin de diseñar estrategias que fortalezcan su posicionamiento comercial. La ausencia de valor agregado, la falta de diferenciación del producto y el desconocimiento de las preferencias del consumidor limitan la competitividad de los productores locales y restringen la entrada del ajo negro en los mercados de alimentos funcionales. Asimismo, la inexistencia de un modelo de negocio estructurado dificulta la comercialización eficiente, especialmente entre productores de pequeña escala que enfrentan barreras tecnológicas, financieras y logísticas (Pérez-Hernández, 2023).

El presente estudio identificó oportunidades de mercado que favorecen la diversificación productiva y el acceso de productores locales a segmentos de mayor valor agregado. Desde el ámbito social, contribuye a la promoción de alimentos saludables con beneficios comprobados para la salud pública. Teóricamente, amplia el conocimiento sobre el comportamiento del consumidor en productos funcionales y nutracéuticos y metodológicamente, el estudio ofrece una base replicable para otras investigaciones orientadas al desarrollo de productos emergentes en el sector agroindustrial.

A partir de lo anterior, el objetivo general del estudio fue analizar el comportamiento del consumidor de ajo negro en la región de Delicias, Chihuahua, mediante la identificación de sus preferencias, percepción y disposición de compra, para generar información estratégica que contribuya a su posicionamiento comercial.

De lo anterior se deriva la siguiente Hipótesis: La identificación de las preferencias, la percepción y la disposición de compra de los consumidores de ajo negro proporciona información estratégica para el diseño de acciones de comercialización, que favorecen la diversificación productiva y el posicionamiento del producto en mercados de mayor valor agregado en la región de Delicias, Chihuahua.

Materiales y Métodos

La presente investigación se llevó a cabo en la región centro-sur del estado de Chihuahua durante el periodo comprendido entre agosto de 2024 y junio de 2026, abarcando los municipios de Delicias, Saucillo, Camargo, Julimes, Rosales y Meoqui. Esta región se caracteriza por su importante producción de ajo y por su potencial para el desarrollo de productos agroindustriales con valor agregado, como el ajo negro.

El estudio correspondió a una investigación no experimental, de corte transversal, con alcance descriptivo y enfoque cuantitativo, orientada a caracterizar las preferencias del consumidor y analizar el potencial de mercado del ajo negro en la región.

El procedimiento metodológico se desarrolló con base en el modelo de investigación de mercados propuesto por Malhotra (2020), el cual comprende cinco etapas: (1) definición del problema, (2) diseño del plan de investigación, (3) recopilación de datos, (4) análisis de la información y (5) presentación de resultados.

Se empleó un muestreo por conveniencia para seleccionar a los participantes del estudio. Considerando la población estimada de consumidores de los municipios seleccionados, se determinó un tamaño de muestra de 384 cuestionarios, calculada con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %. La unidad experimental estuvo constituida por cada consumidor mayor de 18 años residente en los municipios de estudio que respondió de manera completa el cuestionario.

La recolección de información se realizó mediante una encuesta electrónica estructurada, diseñada en Google Forms® (Google LLC, Estados Unidos) y distribuida a través de redes sociales, correo electrónico y grupos comunitarios. El cuestionario estuvo conformado por preguntas cerradas y se estructuró en cinco dimensiones: conocimiento y familiaridad con el ajo negro, percepción del producto, atributos valorados, preferencias de compra y estructura del mercado. Las variables sociodemográficas incluyeron edad, sexo, escolaridad e ingreso, mientras que las variables de comportamiento consideraron frecuencia de consumo, disposición de compra y atributos valorados. Las respuestas fueron registradas mediante variables nominales, ordinales y escalas tipo Likert de cinco puntos, según la naturaleza de cada indicador.

El instrumento fue sometido a una validación de contenido mediante el juicio de tres expertos en agronegocios y mercadotecnia agroalimentaria, quienes evaluaron la claridad, pertinencia y relevancia de los reactivos. La consistencia interna del instrumento se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0.83, considerado adecuado.

Los datos fueron exportados a Microsoft Excel® 365 (Microsoft Corporation, Estados Unidos) para su depuración y posteriormente analizados mediante IBM SPSS Statistics® versión 29 (IBM Corp., Estados Unidos). Se aplicó estadística descriptiva mediante frecuencias absolutas, porcentajes y tablas de distribución para caracterizar el perfil del consumidor. Asimismo, se realizó una segmentación de mercado considerando variables como edad, nivel de ingreso, frecuencia de consumo y disposición de compra, con el propósito de identificar perfiles de consumidores potenciales.

Finalmente, la información obtenida permitió identificar oportunidades para el desarrollo de productos derivados del ajo negro y generar propuestas orientadas al fortalecimiento de su comercialización, contribuyendo a la diversificación productiva y a la generación de valor agregado en la agroindustria regional.

Resultados

Perfil del consumidor y patrones de consumo

El análisis realizado en la región de Delicias, Chihuahua, reveló que el consumo de ajo negro no es reconocido por el consumidor (64%) y los que lo identificaron (36%) está fuertemente influenciado por factores socioeconómicos, demográficos, culturales y por la creciente tendencia hacia alimentos funcionales (ver figura 1).

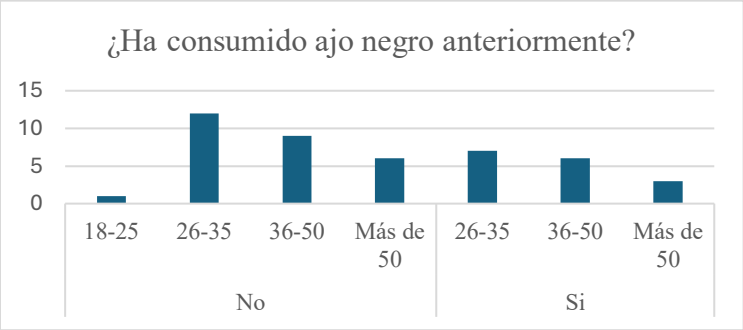


Figura 1. Edad del consumidor de ajo negro

Fuente: Elaboración propia

El segmento de mayor consumo corresponde a personas mayores de 26 años (36%), quienes suelen utilizar el ajo negro para mejorar la salud cardiovascular o fortalecer el sistema inmune. No obstante, se observó una tendencia creciente en jóvenes de 26 a 35 años (43.75% de los consumidores), impulsada por el aumento de estilos de vida saludables, dietas funcionales y el interés en superalimentos.

Los consumidores con ingresos medios y altos (más de $20,000) mostraron una mayor probabilidad de adquirir ajo negro de forma frecuente (93.75%) motivados principalmente por el motivo de salud, considerando el conocimiento de sus propiedades antioxidantes y cardioprotectoras (ver figura 2 y 3).

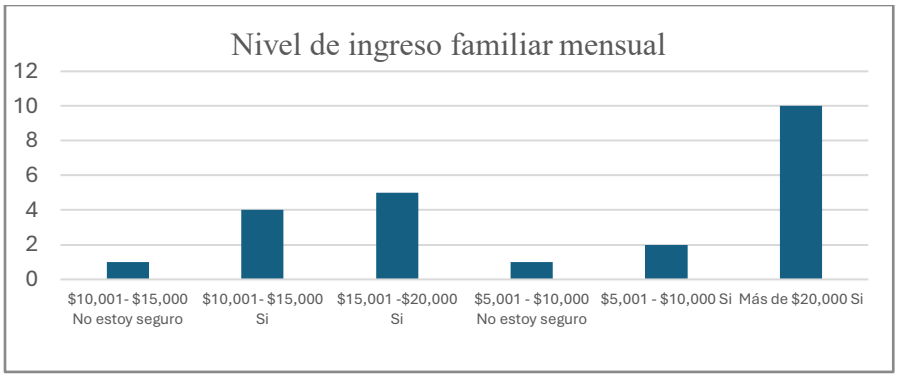


Figura 2. Nivel de ingreso del consumidor de ajo negro

Fuente: Elaboración propia

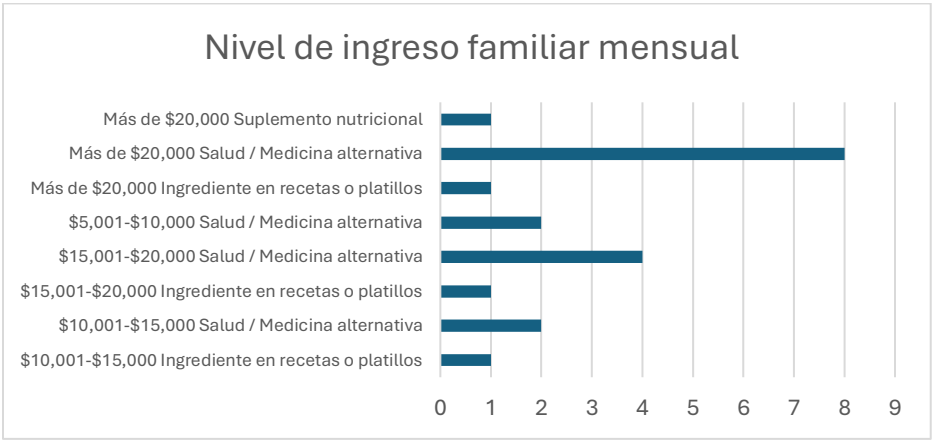


Figura 3. Nivel de ingreso del consumidor de ajo negro

Fuente: Elaboración propia

En contraste, los consumidores de menores ingresos indicaron un consumo esporádico (6.25%), principalmente con fines medicinales o como alternativa natural. Este hallazgo evidencia que, al igual que otros productos funcionales, el consumo de ajo negro se ve condicionado por el poder adquisitivo y por el acceso a información confiable sobre sus beneficios.

Asimismo, los consumidores con mayor escolaridad demostraron un mejor conocimiento sobre los beneficios nutracéuticos del ajo negro, lo cual influyó directamente en su frecuencia y tipo de consumo (ver figura 4).

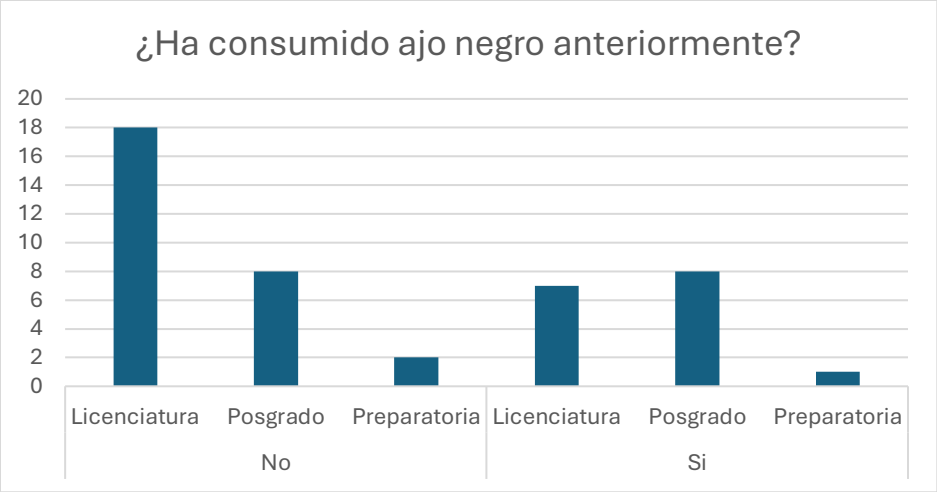


Figura 4. Nivel educativo del consumidor de ajo negro

Fuente: Elaboración propia

Preferencias por productos derivados del ajo negro

En la figura 5, los resultados referentes a los consumidores indican que el ajo negro en bulbo (dientes pelados) es la presentación más demandada (37.5%), seguida de productos procesados (cápsulas) o extractos (31.25%) y pasta de ajo negro (18.75%) y respecto a los que no han consumido anteriormente el ajo negro estarían dispuestos en su mayoría a probar en capsulas o suplementos.

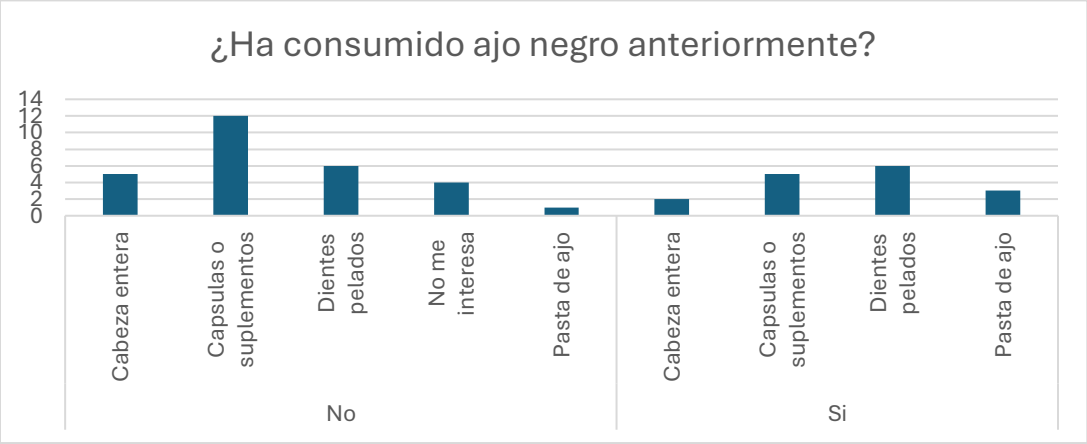


Figura 5. Presentación preferida del consumidor de ajo negro

Fuente: Elaboración propia

Esta tendencia coincide con reportes internacionales en los que el bulbo fresco o madurado del ajo negro representa la presentación de mayor aceptación, debido a su versatilidad en la cocina y a la percepción de naturalidad del producto.

Además, se observó que la compra de ajo negro se concentra en zonas urbanas y está asociada al consumo en tiendas especializadas tales como: naturistas, mercados gourmet y plataformas digitales, principalmente por la dificultad para encontrarlo en supermercados tradicionales (ver figura 6).

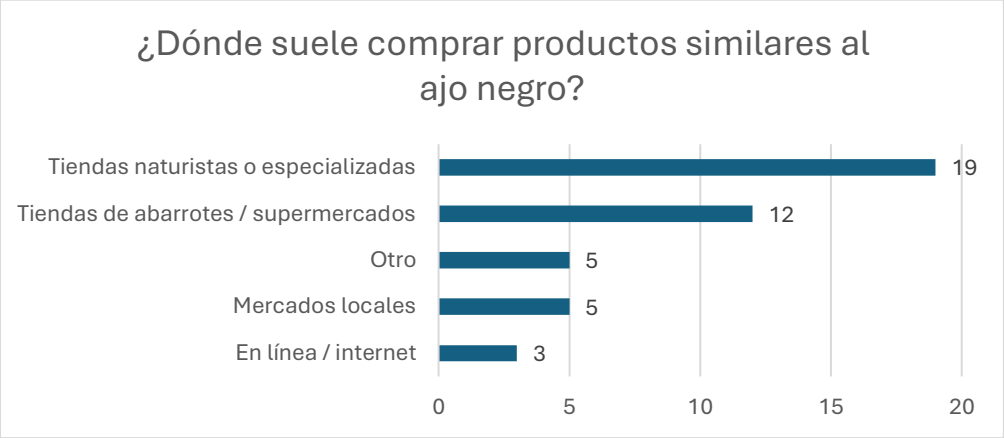


Figura 6. Lugar de compra preferido del consumidor de ajo negro

Fuente: Elaboración propia

Frecuencia de consumo y percepción del producto

La frecuencia de compra del ajo negro es baja: el 75% de los encuestados indicó que lo adquiere muy rara vez u ocasionalmente siendo un valor aproximado de una o dos veces por año (ver figura 7).

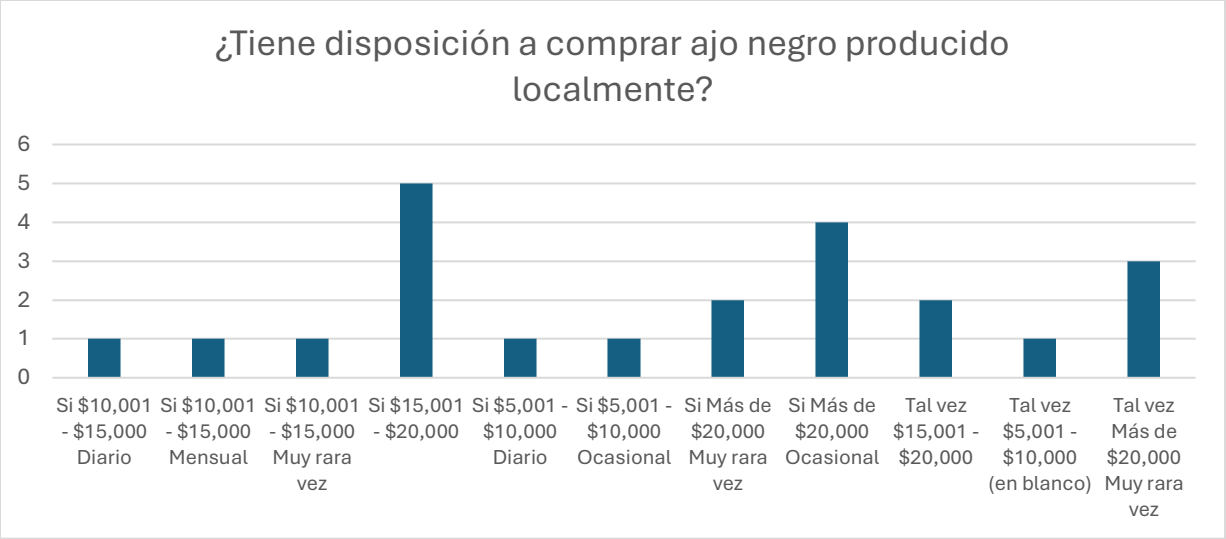


Figura 7. Frecuencia de consumo

Fuente: Elaboración propia

Esta baja frecuencia se debe principalmente, al precio elevado del producto, el desconocimiento sobre formas de uso culinario y la percepción de que es un alimento "medicinal" más que un ingrediente cotidiano.

Respecto a las motivaciones de consumo, el 56.25% de los encuestados señaló los beneficios para la salud como el principal motivo para adquirir ajo negro (ver figura 8).

A pesar de ello, la dimensión nutricional sigue siendo poco reconocida por el consumidor general, lo cual limita la adopción del ajo negro como alimento funcional de uso habitual.

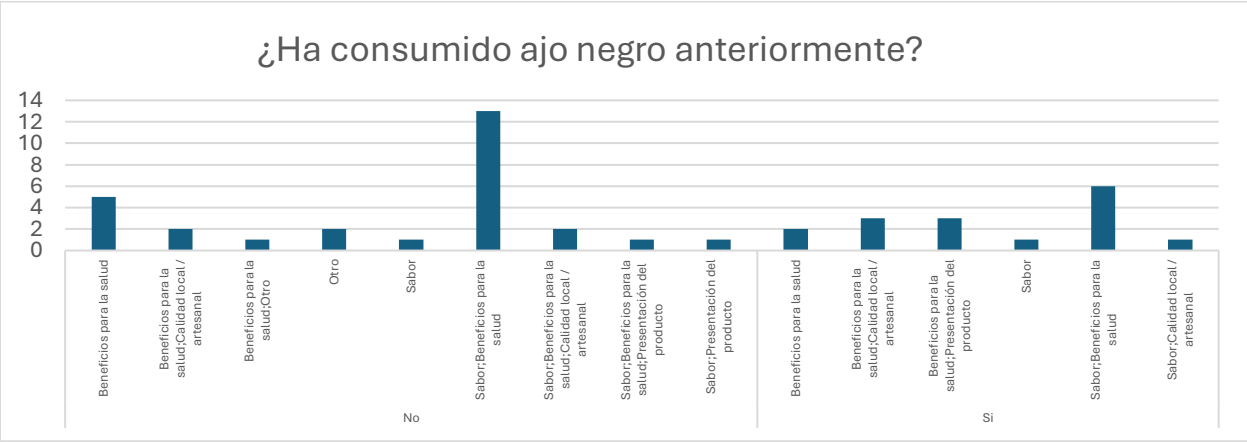


Figura 8. Motivo de consumo

Fuente: Elaboración propia

Atributos valorados y percepción de calidad

Los consumidores de la región señalaron que la intensidad del sabor y la pureza del producto son los atributos más importantes al momento de evaluar la calidad del ajo negro (68.75%) debido a que lo utilizan como un producto que proporciona beneficios para la salud (figura 9).

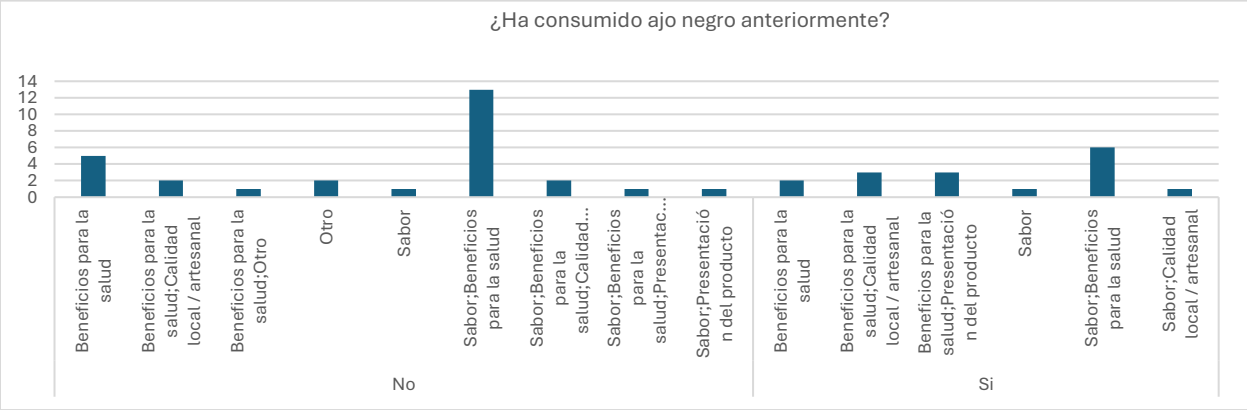


Figura 9. Atributos valorados en el ajo negro

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación permiten comprender el posicionamiento actual del ajo negro como alimento funcional y los factores que condicionan su consumo. A pesar de su potencial nutracéutico, el 64% de los encuestados no conoce el producto, lo que limita su adopción, tal como señalan estudios internacionales. Entre quienes sí lo identifican (36%), predominan consumidores de 26 a 35 años, con estilos de vida saludables y mayor acceso a información, lo cual coincide con patrones observados en mercados de alimentos funcionales donde influyen la escolaridad, los ingresos y las actitudes proactivas hacia la salud. Los beneficios antioxidantes, cardioprotectores e inflamatorios siguen siendo los atributos más valorados, en armonía con la literatura global (Hyeon Ryu & Kang, 2017).

Lo anterior coincide con resultados identificados en una investigación realizada en Corea en 2022, el consumo se orienta hacia alimentos saludables, lo que ha despertado interés en productos como el ajo negro. Un estudio con 352 consumidores analizó sus impresiones y preferencias, revelando que pocos lo han comprado, aunque quienes lo consumen lo hacen por sus beneficios para la salud. Aun así, existe insatisfacción con su sabor y las intenciones de compra son bajas (Ho-Kim & Hwan-Han, 2022).

El poder adquisitivo influyó notablemente: consumidores con ingresos medios y altos mostraron mayor frecuencia de compra (93.75%), mientras que los de menores ingresos tuvieron un consumo esporádico, situación común en productos funcionales con procesos de elaboración costosos. La escolaridad también determinó el nivel de conocimiento y la disposición de compra. En cuanto a preferencias, el bulbo de ajo negro fue la presentación más demandada (37.5%), seguido de cápsulas y pasta, aunque su disponibilidad limitada en supermercados restringe el acceso. La frecuencia de consumo es baja una o dos veces al año en la mayoría, debido a barreras como precio elevado, desconocimiento culinario y poca familiaridad sensorial.

Los atributos más valorados fueron la pureza y la intensidad del sabor, lo que coincide con mercados gourmet donde la calidad sensorial y la autenticidad influyen en la disposición a pagar. Esto refuerza la importancia de la certificación, trazabilidad y estandarización de compuestos funcionales como la S-allyl cisteína (SAC) (Pereira-Caro, *et al*, 2024), (Aleaga-Figueroa, 2018).

Para Delicias, estas tendencias representan oportunidades de tecnificación, diversificación y desarrollo de productos con mayor valor agregado, como polvos obtenidos mediante spray-drying, útiles para la industria nutracéutica. Los resultados también confirman que la demanda local coincide con tendencias globales: interés por alimentos naturales y funcionales, pero con consumo esporádico debido a falta de información. Aunque el ajo negro no es ampliamente conocido, puede posicionarse en nichos de salud cardiovascular, bienestar y mercado gourmet, tal como ocurre internacionalmente (Behrouz, *et al.,* 2025).

En conjunto, los hallazgos revelan un consumidor similar al de mercados avanzados: mayor escolaridad, poder adquisitivo y motivación por beneficios para la salud. No obstante, persisten barreras que limitan su consumo masivo. Para consolidar el mercado regional será necesario invertir en educación del consumidor, certificación, innovación tecnológica y estrategias de diferenciación, aprovechando la creciente demanda mundial y la fortaleza científica del producto.

Implicaciones estratégicas para el desarrollo del mercado del ajo negro

Los resultados obtenidos evidencian que el mercado del ajo negro en la región de Delicias, Chihuahua, se encuentra en una etapa incipiente de desarrollo, caracterizada por un bajo nivel de conocimiento del producto, una reducida frecuencia de consumo y una limitada disponibilidad en los canales tradicionales de comercialización. No obstante, la percepción favorable respecto a sus beneficios para la salud y la disposición de compra manifestada por consumidores con mayor nivel educativo e ingresos medios y altos revelan la existencia de un mercado potencial susceptible de fortalecerse mediante estrategias de diferenciación e innovación.

La primera implicación estratégica consiste en fortalecer la difusión y educación del consumidor mediante campañas de comunicación orientadas a divulgar las propiedades funcionales y nutracéuticas del ajo negro. El desconocimiento identificado en la mayoría de los encuestados constituye la principal barrera para su adopción; por ello, incrementar el nivel de información contribuiría a reducir la incertidumbre del consumidor y favorecer el proceso de aceptación del producto, tal como lo plantea la teoría de difusión de innovaciones de Rogers (2003). Asimismo, Kotler y Keller (2022), señalan que la comunicación educativa resulta esencial para posicionar productos innovadores cuya propuesta de valor aún no es ampliamente conocida.

En segundo término, los resultados muestran oportunidades para diversificar la oferta agroindustrial mediante el desarrollo de distintas presentaciones comerciales del ajo negro. Si bien el bulbo fue la presentación con mayor preferencia entre los consumidores, también se identificó interés por productos con mayor grado de transformación, como cápsulas, extractos, pastas y polvos, los cuales representan alternativas con mayor valor agregado y potencial de comercialización en mercados especializados. Desde la perspectiva de Porter (1985), la diferenciación del producto constituye una estrategia competitiva que permite incrementar la rentabilidad al ofrecer atributos valorados por segmentos específicos del mercado. De manera complementaria, Osterwalder y Pigneur (2010) destacan que la innovación en la propuesta de valor facilita la creación de nuevos modelos de negocio orientados a satisfacer necesidades diferenciadas del consumidor.

Una tercera estrategia consiste en desarrollar una marca territorial respaldada por esquemas de certificación de calidad y trazabilidad. Los resultados evidencian que los consumidores asocian la calidad del producto con aspectos relacionados con la confianza, la pureza y los beneficios para la salud. En este sentido, la creación de un sello regional para el ajo negro producido en Delicias permitiría fortalecer su identidad, incrementar la confianza del consumidor y facilitar el acceso a nichos de mercado gourmet y de alimentos funcionales. Diversos estudios señalan que las certificaciones y las marcas regionales reducen el riesgo percibido y fortalecen el valor de marca, favoreciendo la fidelización del consumidor (Kotler, *et al.*, 2022).

Los hallazgos también evidencian la conveniencia de implementar estrategias de segmentación de mercado. La mayor disposición de compra observada en consumidores con ingresos medios y altos, así como en personas con mayor nivel educativo, indica que el mercado del ajo negro no es homogéneo y requiere estrategias comerciales diferenciadas. Bajo este enfoque, resulta pertinente orientar campañas específicas hacia consumidores interesados en alimentos funcionales, estilos de vida saludables, gastronomía gourmet y nutrición preventiva. Malhotra (2020) sostiene que la segmentación permite comprender con mayor precisión las necesidades del consumidor y diseñar

estrategias comerciales más eficientes, incrementando las probabilidades de éxito en mercados emergentes (ver figura 10).



Figura 10. Modelo conceptual para el desarrollo estratégico del mercado del ajo negro en la región de Delicias, Chihuahua.

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la investigación y en Porter (1998), Rogers (2003), Osterwalder y Pigneur (2010), Malhotra (2020) y Kotler *et al*., (2022).

Finalmente, desde una perspectiva de desarrollo territorial, los resultados sugieren la necesidad de fortalecer la organización de los productores mediante esquemas asociativos que faciliten la transformación agroindustrial, la comercialización conjunta y el acceso a mercados de mayor valor agregado. La articulación entre productores, instituciones de investigación, universidades y organismos gubernamentales favorecería la transferencia de tecnología, la innovación y la consolidación de cadenas de valor regionales (ver figura 11).

En conjunto, estas estrategias evidencian que el desarrollo del mercado del ajo negro trasciende la producción primaria y requiere un enfoque integral basado en innovación, diferenciación, fortalecimiento de capacidades comerciales y generación de valor agregado.

La implementación coordinada de estas acciones permitiría consolidar un modelo de negocio competitivo que contribuya a diversificar la agroindustria regional, incrementar los ingresos de los productores y posicionar al ajo negro como un alimento funcional con identidad territorial y alto potencial de crecimiento en mercados especializados.

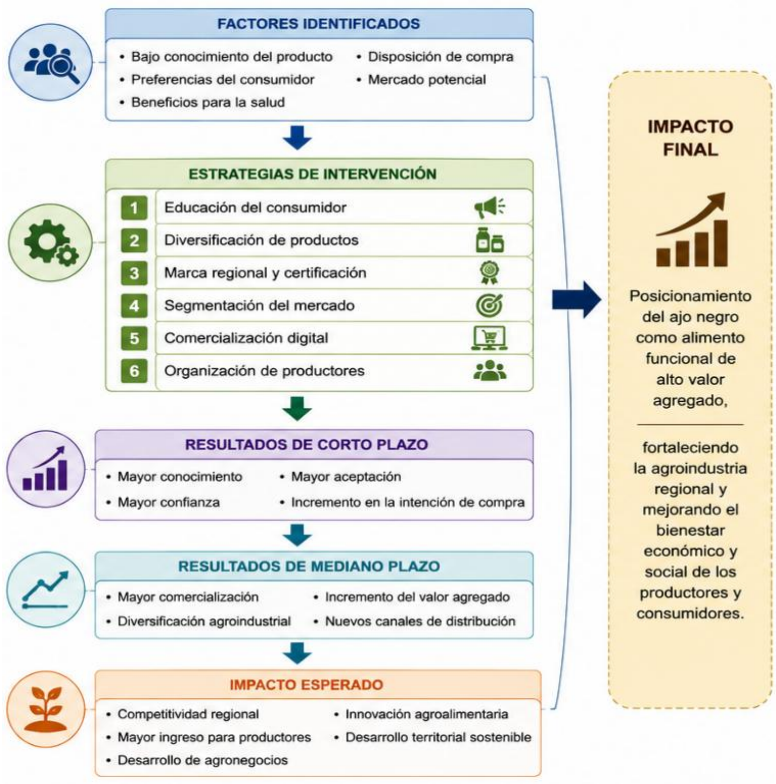


Figura 11. Modelo estratégico para el posicionamiento comercial del ajo negro. **Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados de la investigación y en Porter (1998), Rogers (2003), Osterwalder y Pigneur (2010), Malhotra (2020), Kotler, *et al*., (2022) y Chaffey & Smith (2022).

Los resultados respaldan la hipótesis de investigación, al demostrar que la identificación de las preferencias, la percepción y la disposición de compra de los consumidores de ajo negro proporciona información estratégica para el diseño de acciones de comercialización y posicionamiento del producto. Asimismo, los hallazgos permitieron identificar oportunidades para la diversificación productiva, la diferenciación comercial y el acceso de los productores locales a segmentos de mercado de mayor valor agregado, contribuyendo al fortalecimiento de la competitividad de la agroindustria regional.

Conclusiones

El presente estudio permitió comprender de manera integral el perfil del consumidor de ajo negro en la región de Delicias, Chihuahua, así como los factores que determinan sus preferencias. Los resultados evidencian que, aunque existe una alta valoración por los beneficios para la salud, la falta de información limita su incorporación cotidiana en la dieta. El predominio de consumidores mayores de 26 años y con niveles educativos elevados resalta la necesidad de implementar estrategias de difusión más amplias y accesibles. Asimismo, aunque la presentación en bulbo es la más demandada, se identificó un importante potencial para diversificar la oferta mediante productos procesados con valor agregado.

A pesar de la percepción favorable hacia el producto, la ausencia de certificación, estandarización y mecanismos efectivos de promoción continúa restringiendo el crecimiento del mercado local. No obstante, el análisis estratégico revela amplias oportunidades para impulsar un modelo comercial competitivo que integre liderazgo en costos, diferenciación y enfoque hacia nichos específicos. En este marco, la creación de un sello regional de calidad, el mejoramiento del etiquetado y las acciones de educación al consumidor se perfilan como herramientas esenciales para fortalecer la confianza y dinamizar la demanda.

Los resultados constituyen una base para el diseño de estrategias comerciales orientadas a productores y agroindustrias interesadas en desarrollar productos derivados del ajo negro con mayor valor agregado.

En conjunto, los hallazgos confirman que el ajo negro posee el potencial de consolidarse como un producto funcional, gourmet y con identidad territorial. Su impulso no solo favorecería la diversificación del sector agrícola de la región, sino que también abriría nuevas posibilidades para el desarrollo de agronegocios innovadores y sostenibles.

Literatura Citada

Libros

Chaffey, D., & Smith, P. R. (2022). Digital marketing excellence: Planning, optimizing and integrating online marketing (6th ed.). Routledge.

González-Ramírez, P. J. (2019). Efecto de la humedad relativa en la variación del perfil metabólico y efecto hepatoprotector del ajo negro.Tesis de maestría, Universidad Veracruzana. Repositorio Institucional de la Universidad Veracruzana.

Malhotra, N. (2020). Investigación de Mercados. México: Pearson.

Kotler, P., Keller, K. L., & Chernev, A. (2022). Marketing management (16th ed.). Pearson.

Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.

Revistas

Afzaala, M., Saeed, F., Rasheedb, R., Hussaina, M., Aamirc, M., Hussaind, S., y Anjum, F. (2022). Nutritional, biological, and therapeutic properties of black garlic: a critical review. (Propiedades nutricionales, biológicas y terapéuticas del ajo negro: una revisión crítica). International Journal of Food Properties.

Behrouz, V., Zahroodi, M., Clark, C. C., Mir, E., Atashi, N., & Rivaz, R. (2025). Efectos de la suplementación con ajo sobre los factores de riesgo cardiovascular en adultos: una revisión sistemática completa y un metaanálisis de ensayos controlados aleatorios. Revisiones de Nutrición. doi:https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaf090

Chin-Kun, W., & Tanvir, A. (2021). Ajo negro y sus compuestos bioactivos en las enfermedades de la salud humana: una revisión. PubliMed, 38. Obtenido de https://doi.org/10.3390/molecules26165028

Coria-Páez, A. L.-H. (2024). Los alimentos funcionales como alternativa a las tendencias de consumo de alimentos rápidos. Ventaja Competitiva y Desarrollo Económico, 1424-1444.

Ho-Kim, K., & Hwan-Han, J. (2022). Características de las preferencias del consumidor por el ajo negro. Korean Journal Agriculture Foods, 285-296.

Hyeon Ryu, J., & Kang, D. (2017). Propiedades Fisicoquímicas, Actividad Biológica, Beneficios para la Salud y Limitaciones Generales del Ajo Negro Envejecido: Una Revisión. Molecules.

Martínez-Casas, L., Large-Yusti, M., & López-Hernández, J. (2017). Cambios en el perfil aromático, azúcares y compuestos bioactivos cuando el ajo púrpura se transforma en ajo negro. Revista de Química Agrícola y Alimentaria, 10804-10811.

Mercado-Mercado, G., De la Rosa-Carrillo, L., Wall-Medrano, A. L.-D., & Álvarez-Parrilla, E. (2013). Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. Scielo, 36-46.

Nassur, R. B. (2018). Ajo negro: efectos de su transformación, caracterización e intención de compra del consumidor. Comunicata Scientiae.

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. John Wiley & Sons

Pérez-Hernández, L. A.-Q.-C.-H. (2023). Desarrollo de capacidades de Productores participantes en los Mercados Agro Mexiquenses. Agro-Divulgación, 3(1), 11-14.

Poplawska, N., Skorupska, M., Czeczotka, M., & Šliz, J. (2024). Garlic (Allium sativum L.): A review of varied health benefits (Ajo (Allium sativum L.): una revisión de diversos beneficios para la salud). Journal of Education Health and sport, 72, p.3.

Zhang, X., Li, N., Lu, X., Liu, P., & Qiao, X. (2016). Efectos de la temperatura en la calidad del ajo negro. Journal of the Science of food and agriculture, 2366-2372.

Paginas electrónicas

Aleaga-Figueroa, J. A. (2018). Creación de una linea de productos basada en la implementación del ajo negro. Obtenido de Trabajos de titulación, udla: http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9150

DGSIAP. (06 de noviembre de 2025). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Obtenido de https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

El-Saadony, Saad, Korma, Salem, El-Mageed, A., Alkafaas, Ibrahim. (10 de Junio de 2024). Sustancias bioactivas del ajo y sus aplicaciones terapéuticas para mejorar la salud humana: una revisión integral. Obtenido de National Library of Medicine: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38915405/

Food Tech. (10 de junio de 2025). Regulación global de alimentos funcionales: claves para cumplir y competir en mercados internacionales. Obtenido de https://thefoodtech.com/metodos-de-control-y-regulaciones/regulacion-global-de-alimentos-funcionales-claves-para-cumplir-y-competir-en-mercados-internacionales/

Díaz-López, M. G. (23 de septiembre de 2022). Promueve investigadora la producción de ajo negro, una fuente de beneficios para la salud. UNAM comunidad. México: UNAM.

Moutia, M., Habti, N., & Badou, A. (12 de Junio de 2018). National Library of Medicine. Obtenido de Actividades inmunomoduladoras in vitro e in vivo de Allium sativum L, J. Altern complementario basado en evidencia. Medicina.: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6020507/

Pereira-Caro, G., Moreno-Rojas, J. M., & Moreno-Ortega, A. (2024). Ajo negro: valor añadido y potencial saludable. Obtenido de https://www.poscosecha.com/biblioteca/publicaciones/ajo-negro-valor-anadido-y-potencial-saludable-983

Competitividad Económica -Social de la Acuacultura en Baja California, y Políticas Públicas para el Bienestar de los Acuacultores

Marcela Enid Núñez Martínez[18], Arturo Julián Arroyo Cossio[19], Tzatzil Isela Bustamante Lara[20]

Resumen

La acuacultura en Baja California es una actividad de importancia económica, a la que también se le atribuye la generación de empleos y la producción de alimentos de alta calidad; sin embargo, enfrenta retos, como la efectividad de las políticas públicas dirigidas al bienestar de los empleados acuícolas. El objetivo del presente trabajo es el análisis de las condiciones sociales y económicas, relacionadas con las políticas públicas, esto como un elemento de competitividad del sector acuícola.

El estudio realizado fue cuantitativo mediante una encuesta aplicada a 81 empleados acuícolas de Baja California, esta información se analizó por medio de estadística descriptiva, correlación de Pearson y regresión lineal múltiple, utilizando el programa SPSS. De acuerdo con los resultados, el modelo explica el 72.8% de la variación en la percepción de mejora económica en la familia, esto está asociado al empleo en la acuacultura. Por otro lado, los programas gubernamentales o acciones implementadas no tienen una relación estadísticamente significativa con la mejora de los ingresos económicos familiares.

Palabras clave: acuacultura, Baja California, bienestar, políticas públicas.

Abstract

Aquaculture in Baja California is an economically significant activity, credited with generating jobs and producing high-quality food; however, it faces challenges, such as the effectiveness of public policies aimed at the well-being of aquaculture workers. This study aims to analyze socioeconomic conditions in relation to public policies, viewing this as a factor in the aquaculture sector's competitiveness.

A quantitative study was conducted using a survey of 81 aquaculture workers in Baja California; the data were analyzed using descriptive statistics, Pearson correlation, and multiple linear

[18] Universidad Autónoma de Baja California, Avenida Monclova s/n, en el Ex Ejido Coahuila, Mexicali, Baja California, marcela.nunez@uabc.edu.mx

[19] Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Zertuche y Blvd. de los Lagos s/n, Fraccionamiento Valle Dorado, Ensenada, Baja California, julian.arroyo@uabc.edu.mx

[20] Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Avenida Plutarco Elías Calles número 1210, Colonia Fovissste Chamizal, Ciudad Juárez Chihuahua,tzatzil.bustamante@gmail.com

regression via SPSS software. The results indicate that the model explains 72.8% of the variation in the perception of improved family economic status associated with aquaculture employment. Conversely, government programs or implemented measures show no statistically significant relationship with improvements in family income.

Keywords: aquaculture, Baja California, welfare, public policies.

Introducción

El incremento de la población mundial ha dado origen a que la seguridad alimentaria representa un desafío, es por esto que la acuacultura puede ser una de las actividades para la producción de alimento, y de acuerdo con la bibliografía, ha tenido un crecimiento del 6% en los últimos 10 años, superando a la pesca, esto representa un modelo más productivo en comparación a la agricultura y ganadería. Así como o también su consumo mundial ha incrementado a una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) [Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2022)].

Para México la acuacultura ha evolucionado, de manera extensiva a intensiva, procurando que la implementar mejorías en la tecnificación, es por esto por lo que se ha incorporado esta actividad a las políticas públicas como fue el Plan Nacional de Desarrollo Pesquero (PNDP) en 1977, cuyo principal objetivo era la producción y se podría traducir en el bienestar de los acuacultores, que de manera histórica se han desarrollado en comunidades rurales [Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (SADER, 2022)].

Los datos que presenta la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura (CONAPESCA), las producciones anuales para el estado de Baja California son hasta 260 mil toneladas con un valor económico de 21 millones de pesos, los estados que mayormente generan esta cantidad es Sinaloa y Sonora (CONAPESCA, 2022).

En Baja California los productos que generar de la acuacutlura son mundialmente reconocidos por su alto estándares de calidad, ocupando el sexto lugar a nivel nacional por volumen de producción y el cuarto por valor de producción, las especies que encabezan esta posición son el atún aleta azul, seguido de la lobina y raya y posteriormente el ostión, este último cultivo se encuentra principalmente en el municipio de San Quintín, siendo que el éxito de este cultivo se encuentra por su exportación, esta situación genera retos en temas de desarrollo social para los productores de esta localidad (CONAPESCA, 2022).

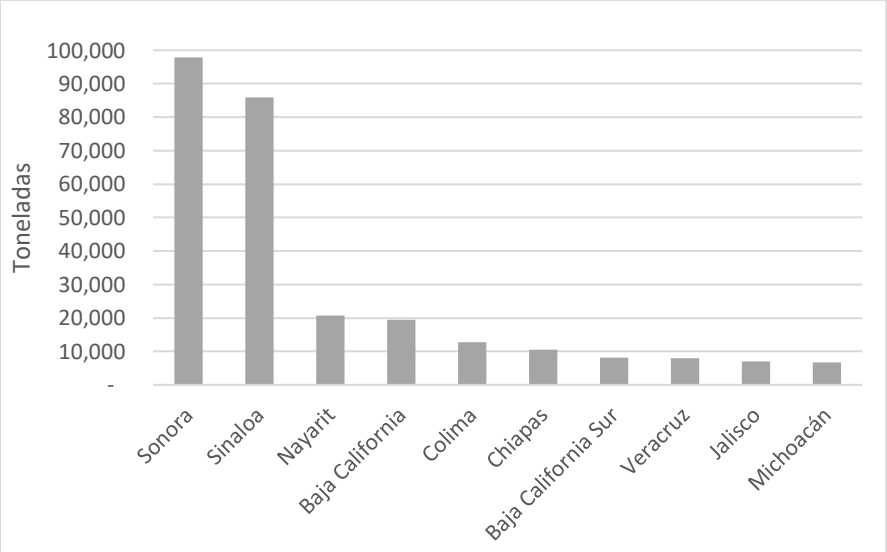
El crecimiento en la producción acuícola contrasta con la necesidad de tener políticas públicas eficientes, con beneficios económicos y sociales para todos los acuacultores, impulsando el

bienestar, en los anaqueles de la historia existen consultas, diálogos y procesos públicas para formular políticas públicas en el sector acuícola, sin embargo de acuerdo con los acuacultores del estado, debe de haber un modelo de desarrollo sostenible donde favorezca la competitividad[Secretaría de Pesca y Acuacultura de Baja California (SEPESCA, 2022)].

En la década de los 90´s, México comenzó a tener una incremento y avances en la acuacultura intensiva, principalmente en cultivos de camarón, ostión y callo de hacha, puntualmente el norte del Pacífico mexicano, siendo Baja California un estado que se consolido como centro de producción acuícola, por su desarrollo científico y tecnológico, aun así hubo limitaciones en que los acuacultores pudieran satisfacer sus necesidades de producción viéndose limitados por la alta demanda de semilla y la baja producción de esta. (Plan Estatal de Desarrollo de Baja California [PEDBC], 2020).

De acuerdo con los datos de la CONAPESCA, la producción acuícola en México se lleva a cabo en 23, de los 32 estados, siendo Baja California el 22 en producción internacional, el cuarto estado en producción acuícola en México (CONAPESCA, 2022).

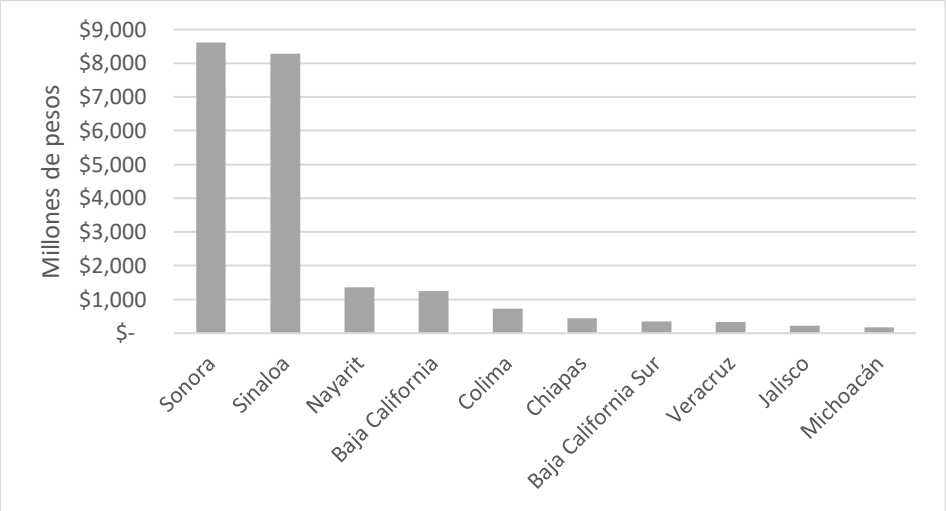
Figura 1. Volumen de producción acuícola de los diez principales productores nacionales en toneladas en 2022.



Fuente. Elaboración propia con datos recopilados de los anuarios estadísticos de CONAPESCA, 2022.

En la Figura 1. muestra que Baja California es uno de los estados con producción acuícola con un volumen aproximado de 10 mil toneladas, anuales en el año del 2022, encabezando la producción por volúmenes de 90 a 100 mil toneladas los estados de Sinaloa, Sonora y Veracruz.

Figura 2. Principales estados productores acuícolas en México en millones de pesos, en el año 2022.



Fuente. Elaboración propia con datos recopilados de los anuarios estadísticos de CONAPESCA, 2022.

La Figura 2 muestra que, Baja California tiene una posición del cuarto lugar por valor económico de producción superior a los 1,250 millones de pesos. Esto debido como se había mencionado es a las especies comerciales de alto valor que se exportan.

La población que se dedica a la acuacultura en Baja California, para el año 2022 y de acuerdo con los anuales estadísticos de la CONAPESCA, son 75 unidades de producción acuícola (UPA), los cuales se encuentran en 5 de los 7 municipios del Estado (CONAPESCA, 2020).

En lo que refiere a la población dedicada a estas actividades, para el 2021, se estimó que existen alrededor de 10 mil personas que se dedican a la pesca y la acuacultura, de las cuales 1,175 personas corresponden a acuacultura (CONAPESCA, 2020).

Para el caso de los pescadores, los apoyos de gobierno el objetivo principal es para mantener empleo e incrementen utilidades, esto principalmente por proyectos regionales y obras con infraestructura que elevarían el valor a sus productos derivados de la pesca, pero para el sector acuícola, se implementan apoyos para contribuir a la autosuficiencia alimentaria, como es la producción de tilapia de traspatio, llegando principalmente a un mercado interno. (PEP,2022).

Las políticas públicas y estrategias con un diseño óptimo pueden transformar el sector acuícola de Baja California y de México al crear un marco de trabajo que ofrezca a los acuacultores mejores oportunidades de acceso a financiamiento, capacitación técnica, infraestructura moderna y mercados más competitivos (Romo, 2016). Porter (1990) sostiene que la competitividad de una nación depende directamente de la productividad con la que emplea sus recursos humanos, de capital y físicos. Para Porter (1990), el único concepto macroeconómico significativo de competitividad es la productividad nacional. Esto se traduce que, si una empresa *A* produce más bienes con los mismos factores productivos que otra empresa *B*, en una economía de mercado la empresa *A* es más productiva y, por ende, más competitiva (Porter, 1990).

Para evaluar la competitividad de las UPA´s de Baja California, desde lo socioeconómico es puntual el análisis de la calidad de vida y el bienestar de los trabajadores de la acuacultura, de acuerdo con Porter (1990), la competitividad depende directamente del recurso humano, esto se traduce en salarios justos, necesidades básicas resueltas, certidumbre laboral, por lo que el análisis del bienestar de los trabajadores refleja efectividad en las políticas públicas, y es un indicador de la competitividad de los sectores económicos.

Objetivo general

Analizar las políticas públicas del sector acuícola de Baja California, de acuerdo con las condiciones socioeconómicas con el bienestar económico de los empleados de la acuacultura como indicador de competitividad.

Materiales y Métodos

La presente investigación se desarrolló de manera cuantitativa, mediante el uso de técnicas estadísticas que proporcionaron el medir y explicar asociaciones entre las variables propuestas en el estudio, la información obtenida fue mediante la aplicación de una encuesta dirigido a trabajadores acuícolas de Baja California, con un muestreo por conveniencia, dicho instrumento incluyo preguntas con respuestas dicotómica (Sí y no), y otras medidas con escala Likert, esto con la finalidad de evaluar las políticas públicas, condiciones laborales, calidad de vida, bienestar y accesos a programas de apoyo implementadas por el gobierno Federal y Estatal, también se incorporó un apartado con información personal y socio demográfica del encuestado.

La encuesta fue aplicada durante los años 2025 y 2026, mediante envió de cuestionarios por correo electrónico, entrevistas telefónicas, visitas a las granjas acuícolas, la muestra fue de 81 personas empleadas del sector acuícola.

Para procesar y analizar los datos se realizó mediante IBM SPSS Statistics (*Statistical Package for the Social Sciences*), se empleó el coeficiente de correlación de Pearson, se aplicó un modelo de

regresión lineal múltiple en la cual la variable dependiente es “la acuacultura ha mejorado los ingresos familiares” y como variables independientes diversos indicadores de las políticas públicas, condiciones laborales y el entorno social y económico.

El modelo general utilizado fue el siguiente:

La ecuación general es: $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_k X_k + \varepsilon$

Donde:

- Y = variable dependiente (competitividad/bienestar)
- β_0 = intercepto (valor de Y cuando todas las X son cero)
- $\beta_1 ... \beta_k$ = coeficientes de regresión (efecto marginal de cada X)
- $X_1 ... X_k$ = variables independientes (factores explicativos)
- ε = término de error (variabilidad no explicada)

La significancia del modelo se evaluó mediante análisis de varianza (ANOVA), y la capacidad explicativa se determinó con R^2, se verifico los supuestos de la regresión lineal mediante el análisis de normalidad de los residuos, el estadístico de Durbin-Watson para evaluar la independencia de los errores y los indicadores de tolerancia y factor de inflación de la varianza (FIV) para detectar posibles problemas de multicolinealidad con un nivel de confianza del 95 % ($\alpha = 0.05$).

Resultados y discusiones

De acuerdo con los resultados de la matriz de correlaciones de Pearson, para el modelo estadístico obtenido, de la encuesta a empleados acuícolas tiene una media de 1.32, esto detecta que las personas encuestadas perciben un impacto en su economía siendo empleados en el sector acuícola.

Las correlaciones ligadas son las siguientes variables, capacidad de cubrir necesidades básicas, con una R = 0.686, la siguiente variable es una vida digna y trabajo, con un R = .645, en cuanto a la seguridad en su comunidad R= .307 y por último el tiempo de ocio y descanso tiene una correlación de .353 (p = .001).

La correlación de las variables si los encuestados conocen los apoyos de gobierno y la mejoría de sus ingresos, es negativo o en algunos casos baja, lo que podría indicar que los apoyos gubernamentales no están siendo efectivos o no están diseñados para incentivar competitividad.

La variable de acceso a programas de apoyo tiene una correlación de .103, con la mejora de ingresos familiares, siendo no significativos para que impacten con el bienestar familiar de los empleados acuícolas.

Por último, el apoyo a la salud y vivienda, ambas variables muestran correlaciones negativas con la mejora de ingresos -.423 y -.317 respectivamente.

Cuadro 1. Resumen de modelo de regresión lineal múltiple, referente a la encuesta a empleados de la acuacultura en Baja California.

Resumen del modelo[b]

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado-corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin-Watson
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F	
1	.853[a]	.728	.637	.283	.728	8.020	20	60	.000	2.073

a. Variables predictoras: (Constante), Género, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo educación hijos, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo a vivienda, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo al cuidado de hijos, Crees que tu salario es…, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Mejora en la comunidad, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Seguridad, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo a la alimentación, ¿Conoces si hay apoyos el Estado para empleados de acuacultura? , ¿Considera que su entorno de vida es un lugar agradable para vivir? , ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Capacitación, Los apoyos y acciones que ha implementado el Estado, ¿consideras que repercuten en tu economía? , ¿Tiene tiempo de ocio y descanso? , ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo económico, ¿Considera que su trabajo le permite tener una vida digna?, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo a la salud, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Promoción de igualdad de género, ¿Considera que su comunidad es segura para vivir y trabajar?, ¿Se siente capaz de cubrir sus necesidades básicas y las de su familia? , ¿Ha tenido acceso a programas de apoyo económico del gobierno o de otras instituciones?

b. Variable dependiente: La acuacultura ha mejorado sus ingresos familiares

Fuente. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos encuesta a empleados acuícolas de Baja California en 2025.

El modelo presenta un coeficiente de determinación R^2 = .728, indicando que las variables independientes seleccionadas logran explicar el 72.8% de la variación en el bienestar económico y social de los empleados de la acuacultura. El R^2 corregido de .637, el estadístico Durbin-Watson = 2.073 evidencia independencia de los residuos, por lo que se cumple uno de los supuestos fundamentales del análisis de regresión.

Cuadro 2. Cuadro ANOVA del modelo de regresión lineal múltiple, referente a la encuesta a empleados de la acuacultura en Baja California.

ANOVA[a]

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	12.848	20	.642	8.020	.000[b]
	Residual	4.806	60	.080		
	Total	17.654	80			

a. Variable dependiente: La acuacultura ha mejorado sus ingresos familiares

b. Variables predictoras: (Constante), Género, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo educación hijos, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo a vivienda, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo al cuidado de hijos, Crees que tu salario es…, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Mejora en la comunidad, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Seguridad, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo a la alimentación, ¿Conoces si hay apoyos el Estado para empleados de acuacultura? , ¿Considera que su entorno de vida es un lugar agradable para vivir? , ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Capacitación, Los apoyos y acciones que ha implementado el Estado, ¿consideras que repercuten en tu economía? , ¿Tiene tiempo de ocio y descanso? , ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo económico, ¿Considera que su trabajo le permite tener una vida digna?, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo a la salud, ¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Promoción de igualdad de género, ¿Considera que su comunidad es segura para vivir y trabajar?, ¿Se siente capaz de cubrir sus necesidades básicas y las de su familia? , ¿Ha tenido acceso a programas de apoyo económico del gobierno o de otras instituciones?

Fuente. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos encuesta a empleados acuícolas de Baja California en 2025.

El análisis de varianza arroja un estadístico F = 8.020 con una significancia de cero. Esto permite rechazar la hipótesis nula, confirmando que existe una relación significativa entre el conjunto de variables de política pública y el bienestar económico – social.

Cuadro 3. Coeficientes del modelo de regresión lineal múltiple referente a la encuesta de empleados de la acuacultura en Baja California.

Coeficientes[a]

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95.0% para B		Correlaciones			Estadísticos de colinealidad	
		B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior	Orden cero	Parcial	Semiparcial	Tolerancia	FIV
1	(Constante)	1.082	.719		1.505	.137	-.356	2.521					
	Los apoyos y acciones que ha implementado el Estado, ¿consideras que repercuten en tu economía?	-.239	.127	-.239	-1.890	.064	-.493	.014	.076	-.237	-.127	.283	3.538
	¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo económico	-.060	.090	-.064	-.668	.507	-.239	.119	.149	-.086	-.045	.495	2.019
	¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu	.097	.097	.100	.996	.323	-.098	.291	-.239	.127	.067	.450	2.223

bienestar?:Capacitación												
¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo a la salud	-.284	.097	-.278	-2.936	.005	-.477	-.090	-.423	-.354	-.198	.507	1.972
¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo a vivienda	-.173	.084	-.183	-2.067	.043	-.341	-.006	-.317	-.258	-.139	.577	1.733
¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Promoción de igualdad de genero	-.439	.307	-.146	-1.431	.158	-1.052	.175	-.231	-.182	-.096	.437	2.288
¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo a la alimentación	.251	.155	.151	1.623	.110	-.058	.561	-.071	.205	.109	.522	1.914
¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo educación hijos	.062	.114	.058	.543	.589	-.166	.289	-.438	.070	.037	.399	2.505

¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Seguridad	.038	.092	.037	.417	.678	-.146	.222	-.153	.054	.028	.575	1.738
¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Apoyo al cuidado de hijos	-.038	.098	-.032	-.392	.697	-.234	.157	-.013	-.051	-.026	.688	1.454
¿Qué apoyo te gustaría recibir por parte del Estado para tu bienestar?:Mejora en la comunidad	.063	.150	.036	.421	.675	-.238	.364	.093	.054	.028	.637	1.570
¿Considera que su entorno de vida es un lugar agradable para vivir?	-.197	.107	-.160	-1.850	.069	-.410	.016	-.035	-.232	-.125	.609	1.641
¿Se siente capaz de cubrir sus necesidades básicas y las de su familia?	.384	.131	.380	2.924	.005	.121	.647	.686	.353	.197	.269	3.723
¿Considera que su trabajo le permite tener una vida digna?	.233	.121	.239	1.921	.059	-.010	.475	.645	.241	.129	.294	3.405
¿Tiene tiempo de ocio y descanso?	.011	.119	.010	.096	.924	-.226	.249	.353	.012	.006	.464	2.154

¿Considera que su comunidad es segura para vivir y trabajar?	.298	.122	.291	2.443	.018	.054	.542	.307	.301	.165	.319	3.136
¿Ha tenido acceso a programas de apoyo económico del gobierno o de otras instituciones?	.134	.132	.141	1.008	.317	-.131	.399	.103	.129	.068	.231	4.321
¿Conoces si hay apoyos el Estado para empleados de acuacultura?	-.198	.105	-.176	-1.889	.064	-.407	.012	-.113	-.237	-.127	.521	1.918
Crees que tu salario es…	.216	.052	.332	4.174	.000	.113	.320	.203	.474	.281	.717	1.395
Género	.065	.094	.065	.690	.493	-.124	.254	-.094	.089	.046	.510	1.962

a. Variable dependiente: La acuacultura ha mejorado sus ingresos familiares

Fuente. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos encuesta a empleados acuícolas de Baja California en 2025.

En el cuadro 3, del modelo donde la variable dependiente la acuacultura ha mejorado sus ingresos, la relación con la percepción salarial, tiene una $\beta = 0.332$, $p = 0.000$, es el predictor del modelo. Existe una relación positiva, a medida que el acuacultor percibe que su salario es justo o competitivo, la probabilidad de reportar una mejora en los ingresos familiares aumenta significativamente. Esto vincula la competitividad económica empresarial directamente con el bienestar social individual.

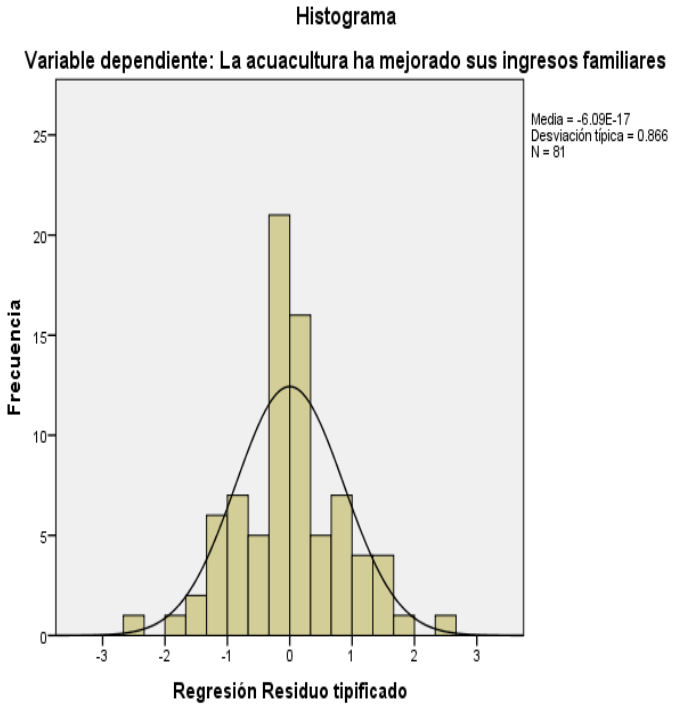
La siguiente variable, es una pregunta si el empleado se siente capaz de cubrir necesidades básicas, con una $\beta = 0.380$, $p = 0.005$, esto sugiere que la acuacultura en la región cumple una función de subsistencia crítica.

En relación con seguridad en la comunidad, los resultados son los siguientes; $\beta = 0.291$, $p = 0.018$, la percepción de seguridad en el entorno donde se vive y trabaja es un determinante del bienestar económico.

Es igualmente importante notar qué factores no están influyendo en el bienestar actual, los programas de apoyo económico $p = 0.317$ y capacitación $p = 0.32$, no alcanzan significancia estadística en este modelo. Esto sugiere que los programas actuales de financiamiento o cursos técnicos del Estado no están impactando directamente en la percepción de mejora económica de las familias. Y el género $p = 0.493$ en esta muestra, no es un factor determinante para la percepción de mejora de ingresos, lo que sugiere una homogeneidad en cómo hombres y mujeres perciben el impacto económico de la actividad en sus hogares.

El diagnóstico de colinealidad muestra un índice de condición de 122.072, lo que sugiere que varias variables de bienestar (salud, educación, alimentación) están altamente interrelacionadas. Los factores socioeconómicos y las necesidades de las comunidades acuícolas están relacionadas.

Figura 3. Variable dependiente, apoyo que requieren la acuacultura ha mejorado sus ingresos familiares.

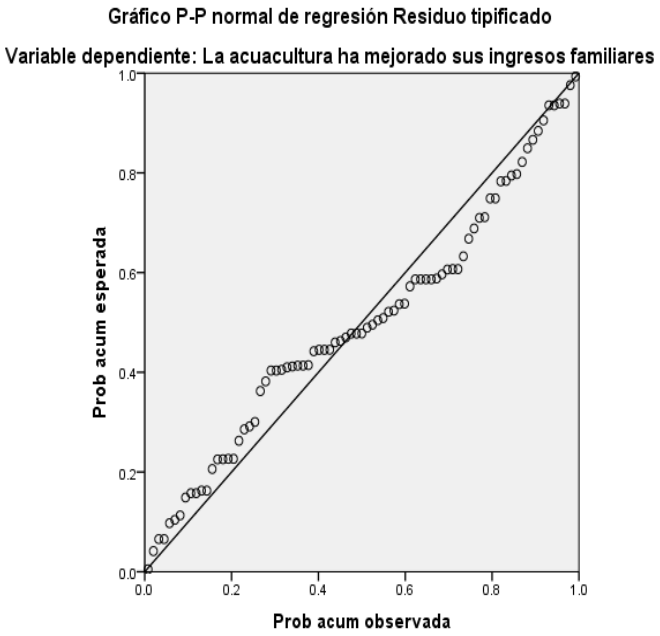


Fuente. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos encuesta a empleados acuícolas de Baja California en 2025.

En la Figura 3, de la variable, la acuacultura ha mejorado sus ingresos familiares, muestra una media de 1.32 N=81. En una escala donde valores bajos indican una percepción más positiva, esto sugiere que la mayoría de los encuestados reconoce un impacto favorable de la actividad en su economía familiar.

Respecto a la variable si el entorno de vida es agradable presenta la media más baja 1.17, lo que indica una satisfacción muy alta con el lugar donde viven, el tiempo de ocio y descanso con una media de 1.19, en los acuacultores se detecta un equilibrio positivo entre trabajo y vida personal y vida digna la percepción de que su trabajo les permite una vida digna tiene una media de 1.36.

Figura 4. P-P de regresión de residuo tipificado de la variable dependiente, la acuacultura ha mejorado sus ingresos familiares.



Fuente. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos encuesta a empleados acuícolas de Baja California en 2025.

La Figura 4 P-P normal de los residuos muestra que los puntos se distribuyen de manera cercana a la recta diagonal de 45 grados. Esto permite validar el supuesto de normalidad de los residuos, asegurando que el modelo de regresión lineal es adecuado para explicar cómo la acuacultura influye en la mejora de los ingresos familiares.

Conclusiones

La estrategia de implementar programas de apoyos puede ser un primer paso a una serie de alternativas consideradas para favorecer el desarrollo de la actividad acuícola en el estado de Baja California, sin embargo, se requieren evaluaciones donde el cumplimiento de estos y el alcance de las metas.

De acuerdo con el Plan Nacional de Acuacultura y Pesca (2020), dicta lo siguiente, se dará atención prioritaria a las comunidades pesqueras del sector ribereño debido a que afrontan frecuentemente dificultades por sus bajos niveles de ingreso, lo que repercute en sus condiciones de vida, agravado entre otras cosas por la falta de políticas de apoyo social, poca existencia de servicios y de sanidad deficientes.

De acuerdo con las políticas públicas implementadas, en general se puede observar que van acorde con las necesidades del sector, pero se tendría que hacer la evaluación de los programas y acciones, ya que, si con el hecho de dotar de recurso monetario a la población acuícola no se garantiza la mejora en su calidad de vida, se vuelve indispensable reorientar las reglas de operación hacia el desarrollo humano e infraestructura comunitaria.

Los apoyos y programas del gobierno estatal no presentan significancia estadística en la mejora percibida del ingreso de las familias ($p > 0.05$). La percepción de mejora económica está explicada en un 72.8% ($R^2 = 0.728$) por tres factores principalmente, cobertura de necesidades básicas, salario justo y seguridad en la comunidad. Es importante dejar de evaluar el éxito de la acuacultura solo por sus toneladas cosechadas o valor comercial. La sostenibilidad del sector depende de su capacidad para convertir los recursos acuáticos en bienestar social tangible para los empleados acuícolas.

Literatura Citada

Libros

Porter, M. E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. Free Press.

Revistas

Graham, T., & Teisl, M. (2017). "La Gobernanza en el Sector Acuícola: Un análisis de las políticas públicas." *Journal of Aquaculture Policy and Management*.

Romo, S. (2016). "Desarrollo y Competitividad en la Acuacultura Mexicana." *Revista de Estudios de Economía y Desarrollo*.

Referencias electrónicas

Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura (CONAPESCA), 2022, “Informe de Política Acuícola en México: Retos y Oportunidades”, Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, disponible en: https://www.gob.mx/conapesca [20 de julio de 2022].

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2022, “Políticas públicas en la acuacultura”, FAO, disponible en: https://www.fao.org/3/ca9229es/ca9229es.pdf [18 de mayo de 2022].

Gobierno de México, 2019, “Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024”, Diario Oficial de la Federación, disponible en: https://www.dof.gob.mx/ [18 de mayo de 2022].

Granados, M., R., 2016, “Modelos de regresión lineal múltiple”, Universidad de Granada, disponible en: https://www.ugr.es/~montero/matematicas/regresion_lineal.pdf [29 de abril de 2026].

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020, “Censo de Población y Vivienda 2020”, INEGI, [Página web], disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/ [29 de abril de 2026].

López-Roldán, P., y Fachelli, S., 2015, "Análisis de regresión", *Metodología de la investigación social cuantitativa* (Cap. III.9), Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona, [Documento PDF], disponible en: https://ddd.uab.cat/record/118082 [18 de mayo de 2022].

Plan Estatal de Desarrollo de Baja California (PEDBC), 2020, "Plan Estatal de Desarrollo de Baja California", COPLADE, [Documento PDF], disponible en: https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/coplade/PED [18 de mayo de 2022].

Programa Estatal de Pesca y Acuacultura (PEP), 2022, "Programa Estatal de Pesca y Acuacultura", Gobierno del Estado de Baja California, [Página web], disponible en: www.bajacalifornia.gob.mx/sepesca [18 de mayo de 2022].

Programa Nacional de Pesca y Acuacultura (PNPA), 2022, "Programa Nacional de Pesca y Acuacultura 2020-2024", Gobierno Federal de México, [Documento PDF], disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/616554/PROGRAMA_Nacional_de_Pesca_y_Acuacultura_2020-2024baja.pdf [18 de mayo de 2022].

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2022, "Maricultura una alternativa en la producción de alimentos", Gobierno de México, [Página web], disponible en: https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/maricultura-una-alternativa-en-la-produccion-de-alimentos [30 de junio de 2025].

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de octubre de 2026

Rentabilidad Económica y Análisis Marginal del uso de Supermagro en Pasto Camello Blend (Urochloa SPP.) Bajo diferentes dosis de aplicación foliar

Sarid Ximena Ugarte Gómez[1], Vanessa Michel Roldan Vela[1], Fabián Francisco Vanoye Lara[1], Samuel López Aguirre[1*]

[1] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Región Veracruz, Universidad Veracruzana. Km 14.5 carretera Veracruz–Xalapa, Tejería, Veracruz, México. Autor de correspondencia: samuellopez@uv.mx.

Mesa: Economía Agrícola, Desarrollo Territorial, Tecnología e Innovación Social.

Resumen

La ganadería mexicana enfrenta un déficit forrajero estructural que compromete la sostenibilidad de los sistemas de producción y presiona la degradación de las praderas, lo que ha impulsado la búsqueda de bioinsumos capaces de incrementar el rendimiento forrajero sin elevar la dependencia de fertilizantes sintéticos. El objetivo del presente estudio fue evaluar la estructura de costos y la rentabilidad económica de cinco dosis de aplicación foliar del biofertilizante Supermagro (0, 50, 60, 70 y 80 L/ha) sobre la producción de pacas de pasto Camello Blend (Urochloa spp.), bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones, en el Rancho Torreón del Molino, Veracruz, México. Se determinaron los costos de elaboración del biofertilizante ($4.33 MXN/L), de aplicación foliar ($336.82 MXN/ha) y de corte, hilerado y empacado ($1,010.46 MXN/ha), integrándolos con el rendimiento físico de cada tratamiento para estimar el costo por paca, la ganancia neta, la relación beneficio/costo (B/C) y la tasa de retorno marginal (TRM), siguiendo la metodología de presupuesto parcial del CIMMYT (1988). El rendimiento aumentó proporcionalmente a la dosis aplicada, generando entre 183 y 285 pacas por hectárea, lo que redujo el costo unitario por paca conforme se diluyeron los costos fijos sobre un mayor volumen de producción. Si bien el testigo mostró la mayor relación B/C (6.04) por la ausencia de costos de biofertilización, el análisis marginal identificó que la dosis de 80 L/ha generó la mayor ganancia neta ($9,392.64 MXN/ha) y la Tasa de Retorno Marginal más alta (12.03), superando ampliamente el rendimiento financiero incremental de las dosis intermedias. Se concluye que la decisión de inversión en biofertilización debe sustentarse en el análisis marginal y no únicamente en la relación B/C, siendo la dosis de 80 L/ha la alternativa comercialmente más rentable para productores ganaderos del trópico veracruzano.

Palabras clave: biofertilización, presupuesto parcial, tasa de retorno marginal, rentabilidad forrajera, Urochloa spp.

Abstract

Mexican livestock production faces a structural forage deficit that compromises the sustainability of grazing systems and accelerates pasture degradation, driving the search for bioinputs able to raise forage yield without increasing dependence on synthetic fertilizers. This study evaluated the cost structure and economic profitability of five foliar application rates of the Supermagro biofertilizer (0, 50, 60, 70 and 80 L/ha) on bale production of Camello Blend grass (Urochloa spp.), under a completely randomized design with three replicates, at Rancho Torreón del Molino, Veracruz, Mexico. Production costs for the biofertilizer ($4.33 MXN/L), foliar application

($336.82 MXN/ha), and cutting, windrowing and baling ($1,010.46 MXN/ha) were determined and combined with the physical yield of each treatment to estimate cost per bale, net profit, the benefit/cost ratio (B/C) and the marginal rate of return (MRR), following the CIMMYT (1988) partial budget methodology. Yield increased proportionally with the applied dose, ranging from 183 to 285 bales per hectare, which reduced the unit cost per bale as fixed costs were diluted over a larger production volume. Although the control treatment showed the highest B/C ratio (6.04) due to the absence of biofertilization costs, the marginal analysis identified the 80 L/ha dose as generating the highest net profit ($9,392.64 MXN/ha) and the highest marginal rate of return (12.03), far exceeding the incremental financial performance of the intermediate doses. It is concluded that biofertilization investment decisions should rely on marginal analysis rather than on the B/C ratio alone, with the 80 L/ha dose representing the most commercially profitable alternative for tropical livestock producers.

Keywords: biofertilization, partial budgeting, marginal rate of return, forage profitability, Urochloa spp.

I. Introducción

La ganadería constituye una de las principales actividades económicas de México, ocupando más de la mitad del territorio nacional y generando una demanda sostenida de recursos forrajeros para la alimentación de bovinos y otras especies productivas (Fideicomiso de Riesgo Compartido, 2017; MSD Salud Animal México, 2022). El forraje representa cerca del 80% de la dieta de los rumiantes y más del 60% de los costos totales de producción pecuaria (Garay-Martínez et al., 2024), de modo que su disponibilidad y manejo eficiente resultan determinantes para la rentabilidad y la sostenibilidad de los sistemas ganaderos. Sin embargo, la producción nacional de forrajes ronda los 137 millones de toneladas anuales frente a un consumo que supera los 170 millones, un déficit que se traduce en sobreexplotación y degradación de praderas (Quiroz et al., 2021) y que obliga a los productores a recurrir a estrategias de conservación, como la elaboración de pacas, para asegurar el abasto forrajero en épocas críticas.

Derivado de esto, el uso de biofertilizantes elaborados a partir de residuos mediante fermentación anaerobia, como el Supermagro, puede representar una alternativa de bajo costo para incrementar la producción de pasto y reducir la dependencia de fertilizantes de síntesis química (SADER, 2022). Sin embargo, la literatura científica disponible sobre biofertilización en forrajes se ha concentrado casi exclusivamente medir variables de respuesta agronómica como altura de planta, índice de área foliar, acumulación de materia seca, proteína cruda, dejando de lado el análisis financiero que permita valorar su viabilidad económica en condiciones de producción comercial (Arellano et al., 2014). Este vacio de información resulta importante porque clasificar un biofertilizante como económico o de bajo costo, únicamente por el precio de mercado de los insumos para fabricarlo, ignora los costos operativos que realmente impactan entre estrategias de fertilización tales como la mano de obra, el consumo de combustible y los costos de poscosecha asociados al empacado.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la viabilidad financiera, la estructura de costos integrales y la eficiencia económica de cinco dosis de aplicación foliar de Supermagro (0, 50, 60, 70 y 80 L/ha) en la producción y comercialización de pacas de pasto híbrido Camello Blend (Urochloa spp.), con la finalidad de identificar la dosis de mayor rentabilidad y respuesta productiva.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Rancho Torreón del Molino, perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana, ubicado en el kilómetro 14.5 de la carretera Veracruz–Xalapa, vía paso de Ovejas, en la localidad de Tejería, Veracruz, México, sobre un potrero establecido con pasto Camello Blend (Grupo Papalotla).

El biofertilizante Supermagro se elaboró siguiendo la metodología descrita en el manual práctico para la elaboración de bioinsumos (SADER, 2022), a partir de 100 L de agua no clorada, 40 kg de estiércol fresco de bovino, 9 kg de melaza y 9 L de leche por lote de 100 L. El proceso incluyó una fermentación anaerobia inicial de 3 a 5 días, seguida de ciclos diarios de enriquecimiento con premezclas de agua, melaza y leche hasta el día 13, en que se selló el tanque; la fermentación continuó sin intervención hasta el día 41, momento en que se verificó su finalización y se filtró el producto.

Sobre el potrero experimental se realizó un corte de uniformidad con picadora de forraje (John Deere 972) a 5 cm de altura, delimitándose 15 parcelas de 6 × 3 m, a las que se asignaron aleatoriamente cinco tratamientos con tres repeticiones cada uno, bajo un diseño completamente al azar (DCA): T0 = 0 L/ha (testigo), T1 = 50 L/ha, T2 = 60 L/ha, T3 = 70 L/ha y T4 = 80 L/ha. Las aplicaciones foliares se efectuaron con tractor y aspersora antes de las 10:00 h, en los días 0, 7, 14, 21, 28 y 35 posteriores al corte de uniformidad. La evaluación de produccion de pasto y el empacado se realizaron a los 42 días, para la produccion de pasto se cortaron tres cuadrantes de 1 m² por parcela para determinar el peso en verde y, tras el secado a 65 °C en estufa de aire forzado, el contenido de materia seca; posteriormente se corto con tractor la parcela, se seco, se empaco y se cuantificó el número y peso de las pacas producidas.

La estructura de costos se construyó calculando el costo de producción del Supermagro por litro, considerando insumos, materiales, vida útil y mano de obra, el costo de aplicación foliar por hectárea al cual se integró el consumo de diésel del tractor y el jornal del operador, y finalmente el costo de corte, hilerado y empacado. La suma de estos componentes, más el gasto de hilo agrícola por paca, permitió obtener el costo operativo total y el costo unitario por paca de cada tratamiento. Los ingresos se estimaron con base en un precio de venta en la zona.

La rentabilidad se evaluó mediante presupuesto parcial siguiendo la metodología de análisis marginal del CIMMYT (1988), calculando para cada tratamiento la ganancia neta (ingreso total menos costo total) y la relación beneficio/costo (ingreso total entre costo total). Adicionalmente, se determinaron las variaciones incrementales (Δ) de ingreso, costo y ganancia entre dosis consecutivas, con las cuales se calculó la Tasa de Retorno Marginal (TRM), definida como el cociente entre el incremento de la ganancia y el incremento del costo al pasar de un tratamiento a otro de mayor inversión:

$$TRM = (\Delta Ganancia / \Delta Costo) \times 100 \quad (1)$$

Los datos de rendimiento de forraje y número de pacas por tratamiento se sometieron a un análisis de varianza bajo el modelo del DCA, con separación de medias mediante prueba de comparación ($p \leq 0.05$).

Resultados y Discusión

El costo de producción del biofertilizante Supermagro, fue de $4.33 MXN por litro, el costo de aplicación fue de $336.82 MXN/ha y el costo de corte y manejo pos cosecha fue de $1,010.46 MXN/ha. (cuadro 1).

Cuadro 1. Estructura de costos de producción por dosis de Supermagro aplicada

Dosis (L/ha)	Costo Supermagro ($/ha)	Costo aplicación ($/ha)	Costo corte-hilerado-empacado ($/ha)	Costo operativo total ($/ha)
0	0.00	336.82	1,010.46	1,010.46
50	216.50	336.82	1,010.46	1,563.96
60	259.80	336.82	1,010.46	1,607.26
70	303.10	336.82	1,010.46	1,650.56
80	346.40	336.82	1,010.46	1,693.86

Fuente: elaboración propia con datos del experimento.

El incremento del costo operativo, sin embargo, no se tradujo en un mayor costo unitario proporcional, debido a que el rendimiento físico respondió de forma directamente proporcional a la dosis aplicada. La producción de forraje aumentó de 3,290 kg/ha en el testigo a 5,130 kg/ha con 80 L/ha, lo que se tradujo en un número de pacas de 18 kg que pasó de 183 a 285 unidades por hectárea (cuadro 2). Este comportamiento coincide con lo reportado por González-Hernández et al. (2025) en Urochloa brizantha, donde la fertilización orgánica incrementó significativamente el rendimiento de materia seca respecto al tratamiento sin fertilizar, alcanzando hasta 3,291 kg/ha de materia seca con la dosis más alta evaluada. La respuesta observada en Camello Blend es consistente con el aporte de micronutrientes, aminoácidos y microorganismos benéficos —entre ellos Bacillus subtilis— característico del Supermagro, que favorece la absorción de nutrientes y la actividad metabólica foliar (Moja AC, 2020), potenciando el crecimiento vegetativo del híbrido y su capacidad de rebrote.

El costo unitario por paca de cada tratamiento (cuadro 2) oscilo entre los $6.62 MXN en el testigo y 7.66 MXN en las dosis de 60 L/Ha., la dosis de 80 L/ha, pese a tener el mayor costo operativo absoluto, presentó el segundo costo unitario más bajo después del testigo, debido a la dilución de los costos fijos sobre un mayor volumen de pacas producidas.

Cuadro 2. Rendimiento, producción de pacas y costo unitario por dosis de Supermagro

Dosis (L/ha)	Rendimiento de forraje (kg/ha)	Pacas por hectárea (18 kg)	Costo operativo ($/ha)	Costo por paca ($)
0	3,290	183	1,010.46	6.62
50	4,370	243	1,563.96	7.54
60	4,410	245	1,607.26	7.66
70	4,740	263	1,650.56	7.38
80	5,130	285	1,693.86	7.04

Fuente: elaboración propia con datos del experimento.

La evaluación de rentabilidad basada en la relación B/C mostró que el testigo alcanzó el valor más alto (6.04), seguido en orden descendente por la dosis de 80 L/ha (5.67), 70 L/ha (5.42), 50 L/ha (5.30) y 60 L/ha (5.22) (cuadro 3). Interpretar este resultado de manera aislada podría sugerir, erróneamente, que no fertilizar es la decisión más rentable; sin embargo, la relación B/C es un indicador de eficiencia relativa que no refleja la magnitud absoluta de la ganancia ni el efecto del volumen de inversión. Al analizar la ganancia neta, la dosis de 80 L/ha generó $9,392.64 MXN/ha, un incremento del 53.76% respecto a los $6,108.54 MXN/ha del testigo, la mayor utilidad absoluta entre los cinco tratamientos evaluados.

Cuadro 3. Análisis económico e incremental de las dosis de Supermagro (presupuesto parcial CIMMYT, 1988)

Dosis (L/ha)	Ingreso ($)	Costo ($)	Ganancia ($)	B/C	ΔIngreso ($)	ΔCosto ($)	ΔGanancia ($)	TRM
0	7,320.00	1,211.76	6,108.54	6.04	—	—	—	—
50	9,720.00	1,831.26	7,888.74	5.30	2,400.00	619.50	1,780.50	2.87
60	9,800.00	1,876.76	7,923.24	5.22	80.00	45.50	34.50	0.75
70	10,520.00	1,939.86	8,580.14	5.42	720.00	63.10	656.90	10.41
80	11,400.00	2,007.36	9,392.64	5.67	880.00	67.50	812.50	12.03

Fuente: elaboración propia con datos del experimento, siguiendo la metodología de presupuesto parcial de CIMMYT (1988).

El análisis marginal comparando el incremento de la ganancia contra el incremento del costo entre dosis consecutivas, mostró una tendencia económica clara. El cambio de no aplicar biofertilizante a aplicar 50 L/ha generó una TRM de 2.87, es decir, cada peso adicional invertido en biofertilización produjo $2.87 MXN de ganancia incremental. Sin embargo el cambio de dosis de

50 a 60 L/ha resultó ineficiente (TRM = 0.75), al añadir un costo relativamente alto respecto a la ganancia adicional generada. La rentabilidad marginal incrementó de forma sustancial en la transición de 60 a 70 L/ha alcanzó una TRM de 10.41, y la de 70 a 80 L/ha registró la mayor TRM de 12.03 asi como un incremento en el ingreso ($880.00 MXN) superior al incremento en el costo ($67.50 MXN).

Estos resultados confirman que, al evaluar económicamente los bioinsumos, la tasa de retorno marginal son herramientas mucho más precisas que la relación Beneficio/Costo (B/C) para guiar la decisión del productor. Esto coincide con lo planteado por la metodología del CIMMYT (1988) para generar recomendaciones agronómicas a partir de datos de campo. Aunque en primera instancia parece que la relación B/C favorece al tratamiento testigo, esto ocurre únicamente porque este no genera costos de biofertilización, no porque sea más rentable en términos absolutos. En contraste, el análisis marginal mide directamente el beneficio extra que recibe el productor por cada peso invertido; bajo este enfoque, la dosis de 80 L/ha demostró de forma consistente la mayor eficiencia económica incremental. Resultados similares son reportados por Arellano et al. (2014), quienes advierten que omitir o subestimar los costos variables de operación (como la aplicación, la mano de obra y la poscosecha) suele llevar a conclusiones erróneas sobre la rentabilidad real de los biofertilizantes.

Agronómicamente, la respuesta del cultivo corresponde al efecto conjunto de los insumos del Supermagro, la melaza aporta la energía necesaria para activar a los microorganismos fermentadores, la leche provee proteínas y aminoácidos, y el estiércol fresco sirve como sustrato para que bacterias como *Bacillus subtilis* liberen nutrientes asimilables para la planta (Moja AC, 2020; SADER, 2022). Aplicado de forma foliar, este biofertilizante estimula procesos metabólicos que incrementan la acumulación de biomasa, tal como observaron Grageda-Cabrera et al. (2012) al evaluar el impacto de bioinsumos en cultivos tropicales. Transformar esta respuesta biológica en una ventaja económica real exige que el productor no se deje llevar solo por el bajo costo del insumo; es indispensable que mida tanto el aumento en el rendimiento como el costo operativo extra de cada dosis.

Conclusiones

La aplicación foliar de Supermagro en pasto Camello Blend (*Urochloa* spp.) elevó proporcionalmente la producción de forraje y el número de pacas por hectárea a medida que aumentó la dosis y el costo por paca se mantuvo estable e incluso bajó en las dosis más altas, gracias a que los costos fijos se diluyen entre un volumen de producción. Por último, aunque el tratamiento testigo mostró una relación Beneficio/Costo (B/C) superior debido a que no requirió inversión en biofertilizante, esta métrica resulta insuficiente por sí sola para decidir, ya que enmascara la ganancia neta absoluta que el productor puede alcanzar. El análisis marginal, aplicado bajo la metodología de presupuesto parcial del CIMMYT (1988), permitió identificar de forma precisa que la dosis de 80 L/ha ofrece la mayor ganancia neta y la Tasa de Retorno Marginal más alta del estudio, siendo la alternativa comercialmente más eficiente entre los tratamientos evaluados. Se recomienda a los productores ganaderos del trópico veracruzano adoptar el análisis de presupuesto parcial y dominancia económica como herramienta complementaria a los indicadores agronómicos convencionales al evaluar la viabilidad de biofertilizantes orgánicos en la producción de forraje empacado.

Literatura Citada

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (1988). From agronomic data to farmer recommendations: An economics training manual (Ed. rev.). CIMMYT.

Villegas Durán, G., Bolaños Medina, A., & Olguín Prado, L. (2021). La ganadería en México.

Arellano, J., Morales, M., & Martínez, R. (2014). Evaluación económica de la utilización de biofertilizantes en parcelas de productores. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5(2), 231-244.

Garay-Martínez, J. R., Godina-Rodríguez, J. E., Hernández-Rodríguez, B., Maldonado-Torres, A., López-Cantú, D. G., & Joaquín-Cancino, S. (2024). Caracterización de unidades de producción pecuaria en Aldama, Tamaulipas, México: productores, hato y alimentación animal. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 11(SPE4).

García, F. E., Villarreal-Ramírez, V. H., Morales-Crispín, L. M., & Aguirre-Avilés, E. J. (2025). Forrajes: Una revisión de su importancia y los más utilizados en el estado de Veracruz. Revista Biológico-Agropecuaria Tuxpan, 13(1), 118-127.

Grageda-Cabrera, O. A., Díaz-Franco, A., Peña-Cabriales, J. J., & Vera-Nuñez, J. A. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3(6), 1261-1274.

González-Hernández, P., Hernández, E. A., Vázquez-Aguilar, D., Silva-Martínez, K. L., Ángel-Piña, O. del, & León-García, E. (2025). Producción y valor nutricional del pasto Urochloa brizantha sometido a fertilización orgánica y química. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 12(2), e4349. https://doi.org/10.19136/era.a12n2.4349

Quiroz, J. F. E., Esquivel, V. A. E., & Méndez, D. M. (2021). Rehabilitación de praderas degradadas en el trópico de México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 12, 243-260. https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5876

Centeotl, W. (2015, 5 octubre). Una forma muy fácil de elaborar abono foliar supermagro. Centro de Desarrollo Comunitario Centéotl A.C. https://centeotl.org.mx/web/una-forma-muy-facil-de-elaborar-abono-foliar-supermagro/

Fideicomiso de Riesgo Compartido. (2017, 17 mayo). La ganadería en México. Gobierno de México. https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es

Grupo Papalotla. (2025). Camello Blend®: Ficha técnica [Ficha técnica]. En Fichas técnicas de híbridos de Brachiaria. https://grupopapalotla.com/wp-content/uploads/2025/07/Fichas-tecnicas.pdf

Guy Sela. (2024, 15 junio). El potencial de biofertilizantes en la agricultura. Cropaia - Ag Know-how And Technology. https://cropaia.com/es/blog/biofertilizantes/

Hortitecmx. (2025, 11 septiembre). Biofertilizantes en comparación con fertilizantes tradicionales. HORTITEC. https://hortitec.mx/2025/06/03/biofertilizantes-en-comparacion-con-fertilizantes-tradicionales/

Moja AC. (2020, 13 junio). Supermagro orgánico. https://www.moja.ong/2020/06/13/supermagro-org%C3%A1nico/

MSD Salud Animal México. (2022, 3 marzo). Ocupa México el séptimo lugar a nivel mundial en producción de carne de bovino. https://www.msd-salud-animal.mx/2022/03/03/ocupa-mexico-el-septimo-lugar-a-nivel-mundial-en-produccion-de-carne-de-bovino/

SADER. (2022). Manual práctico para elaboración de bioinsumos. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Semillas Papalotla, S.A. de C.V. (2024). Camello GP 3025 [Folleto técnico]. Grupo Papalotla. https://grupopapalotla.com

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de octubre de 2026

Morfología de plántulas de Capsicum pubescens procedentes del estado de Michoacán, México

Carlos Cisneros-Ponce[1], Ana Karen Escalera-Ordaz[1*], Héctor Guillén-Andrade[1]

Resumen

Capsicum pubescens (chile perón) es una especie de gran importancia económica y cultural en el estado de Michoacán, México; sin embargo, la información disponible sobre su variabilidad morfológica en plántula es limitada. El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar y evaluar la variabilidad morfológica de plántula de 25 variedades cultivadas de *C. pubescens* procedentes de diferentes municipios del estado de Michoacán. La caracterización fue hecha *ex situ* con base en el descriptor morfológico propuesto por el IPGRI (1995), en total, fueron evaluadas diez variables cualitativas y dos cuantitativas. Los datos obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza en una vía en la plataforma SAS® on Demand (2025). Los resultados obtenidos mostraron diferencias altamente significativas ($\alpha \leq 0.05$) para nueve de diez variables cualitativas, con coeficientes de determinación (R^2) que oscilaron entre 0.15 y 0.68. Los caracteres pertenecientes al tallo presentaron un mejor ajuste lineal al modelo utilizado. Las plántulas avaluadas presentaron predominancia de hipocótilos morados (56 %), pubescencia densa del hipocótilo (51 %) y hojas cotiledóneas lanceoladas (49 %), en contraste con una notable uniformidad en el color del tallo (98 % verde). Estos resultados evidencian variabilidad morfológica de plántulas, útil para la identificación y conservación en futuros programas de mejoramiento genético de C. *pubescens*.

Palabras Clave: chile perón, plántula, variedades cultivadas, y variabilidad morfológica.

Abstract

Capsicum pubescens (chili perón) is a species of great economic and cultural importance in the state of Michoacán, Mexico; however, available information on its morphological variability at the seedling stage is limited. The present study aimed to characterize and evaluate the seedling morphological variability of 25 cultivated varieties of *C. pubescens* from different municipalities in the state of Michoacán. Characterization was carried out *ex situ* based on the morphological descriptor proposed by IPGRI (1995); in total, ten qualitative variables and two quantitative variables were evaluated. The data obtained were analyzed using one-way analysis of variance on the SAS® on Demand (2025) platform. The results showed highly significant differences ($\alpha \leq 0.05$) for nine of the ten qualitative variables, with coefficients of determination (R^2) ranging from 0.15 to 0.68. Stem characters showed a better linear fit to the model used. The seedlings evaluated showed a predominance of purple hypocotyls (56 %), dense hypocotyl pubescence (51 %), and lanceolate cotyledon leaves (49 %), in contrast to notable uniformity in stem color (98 % green). These results demonstrate morphological variability among seedlings, useful for identification and conservation in future breeding programs for *C. pubescens*.

Keywords: perón chili, seedling, cultivated varieties and morphological variability.

[1]Laboratorio de Recursos Fitogenéticos de la Unidad de Investigaciones Avanzadas en Agrobiotecnología de la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez, Universidad Michoacana

de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Lázaro Cárdenas esquina con Berlín 2290, colonia Emiliano Zapata, Uruapan, Michoacán, México. CP. 60170. Tel. 452 5236474. 2128244a@umich.mx, *ana.escalera@umich.mx, hector.guillen@umich.mx,

Introducción

El género *Capsicum* es representado como una de las hortalizas más importantes en la producción mundial (Latournerie-Moreno *et al.,* 2017), con un estimado de 44 millones de toneladas. China se ha posicionado como el principal productor de chile con una producción de 17 millones de toneladas, seguido de México, Turquía e India, entre otros (FAOSTAT, 2025). En México, la producción de chile en 2024, fue de 3,220,428 $t\ ha^{-1}$, en donde los principales estados productores son: Chihuahua, Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Zacatecas y Michoacán; este último cuenta con una superficie sembrada de 4,323 ha y con una producción de 127,744 $t\ ha^{-1}$ (DGSIAP, 2024). En esta región, *C. pubescens* es una de las principales especies cultivadas (Barrios-Puente *et al.,* 2014), con una producción de 1900 t. (DGSIAP, 2024). Lo que puede constituirse como una alternativa económica viable para el desarrollo (Ayala *et al*., 2017), especialmente para las regiones montañosas, lo cual genera rentabilidad y productividad a mediano y largo plazo (Xingú-López *et al.,* 2025), haciéndolo un producto con alto nivel de comercialización (Almaraz-Sánchez *et al.,* 2019).

C. pubescens es una planta perteneciente a la familia *Solanaceae*, la cual presenta características morfológicas distintivas que la diferencian de otras especies del género. Aunque su origen es incierto, por sus características morfológicas y moleculares se espeque puede ser su propio progenitor (Casas *et al.,* 2017) o derivar de los ancestros de *Capsicum chacoense* de flor morada (Zou y Zhu, 2022). La planta produce frutos ricos en metabolitos secundarios de alto valor biológico, que incluyen los capsaicinoides, carotenoides, carotenos, tocoferoles y vitaminas A y C, los cuales se asocian con propiedades antioxidantes, analgésicas, antiinflamatorias y antibacterianas (Martínez, 2019; Osorio-Barraza *et al.,* 2021).

La diversidad fitogenética constituye un pilar fundamental para la adaptación ante desafíos ambientales (SADER, 2020), pero enfrenta una amenaza crítica debido a la erosión genética. Este proceso, intensificado por factores como el crecimiento urbano acelerado, la degradación ambiental y la sustitución de las variedades nativas o locales por cultivos comerciales en los sistemas de producción, ocasiona una pérdida progresiva de genes (FAO, 2023). Por ello, la conservación *ex situ* surge como una estrategia fundamental para salvaguardar el material vegetal fuera de su entorno original (Martín, 2001). El ingreso y resguardo de las colectas, facilita el desarrollo de investigaciones especializadas destinadas a evaluar y caracterizar la morfología de las plantas, al identificar genotipos sobresalientes o con características óptimas para el consumo (Clausten *et al.,* 2017). La actividad de documentar la variabilidad morfológica resulta crucial, ya que provee un conocimiento profundo sobre la variabilidad genética de una población y sus caracteres de alta heredabilidad, esta actividad representa la herramienta inicial más efectiva para diferenciar taxonómicamente a las plantas y establecer programas de fitomejoramiento (Hernández-Villarreal, 2013). Para cumplir este propósito de forma estandarizada, se recurre a descriptores oficiales de caracterización, los cuales registran caracteres de alta heredabilidad que se expresan en todos los ambientes (IPGRI, 1995). El interés de México por aprovechar este material nativo se refleja en el desarrollo de nuevas variedades tales como Dali, Maruca, Reynolito y Mayito (Hernández-Hernández *et al.,* 2024; Hernández-Hernández *et al.,* 2025), que buscan cubrir necesidades de interés agronómico (Tripodi y Kumar, 2019).

C. pubescens en Centroamérica y México cuenta con una diversidad y mezcla genética menor a la de otras zonas del continente americano (Palombo y Carrizo, 2022); sin embargo, su variabilidad morfológica en frutos es amplia (Escalera-Ordaz y Guillén-Andrade, 2019), incluso con una alta variabilidad dentro de las poblaciones (Leyva-Ovalle *et al.,* 2018), debido a su enfoque en el aumento de producción y mejora en la resistencia, lo que genera esta variabilidad (Xingú-López *et al.,* 2025). La mayoría de los trabajos de investigación se enfocan en órganos maduros o estructuras comerciales, por lo que se desconoce el comportamiento y la variabilidad presente en las etapas de plántula. Por ello, la caracterización morfológica de *C. pubescens* en etapa temprana resulta fundamental para el conocimiento, conservación y mejoramiento genético de esta especie. En la presente investigación se planteó caracterizar y evaluar la variabilidad morfológica de plántula de *C. pubescens* procedentes de diferentes municipios de Michoacán, entre los que se encuentran Paracho, Tacámbaro, Tancítaro, Tingambato y Uruapan, para futuros trabajos de investigación.

Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en las instalaciones del Laboratorio de Recursos Fitogenéticos (LAREFI) de la Unidad de Investigaciones Avanzadas de Agrobiotecnología (UIAA) de la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”, dependiente de la Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, con ubicación en la ciudad de Uruapan Michoacán, México.

El material genético evaluado consistió de 25 variedades cultivadas de *C. pubescens* provenientes de diferentes municipios de Michoacán, México. En el Cuadro 1, se muestra la ubicación geográfica del sitio de origen del material en estudio. La semilla fue proporcionada por el LAREFI de la UIAA situado en la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”. Posteriormente, se hizo la selección de 20 semillas de cada colecta, las cuales se eligieron con base a su apariencia, dichas semillas fueron puestas bajo el proceso de imbibición a base de algas marinas (1.5 g L^{-1}) durante 24 horas, posteriormente, fueron colocadas en semilleros de plástico de 72 cavidades, preparados con sustrato (perlita, peat moss y tierra de encino). En cada cavidad fueron colocadas de tres semillas y se colocó una etiqueta con la clave para su identificación. Dichas charolas se ubicaron: bajo condiciones de invernadero, con riego y monitoreo constante, una vez que desarrollaron entre cinco y siete hojas verdaderas fueron separadas y colocadas en bolsas de vivero de 10 x 15 cm hasta desarrollar diez hojas verdaderas para así establecerlas en el invernadero de la UIAA.

Cuadro 1. Ubicación geográfica del sitio de origen de 25 variedades cultivadas de *C. pubescens* procedentes del estado de Michoacán, México.

Variedades cultivadas	Municipio	L.N.	L.O.
LAREFI 1	Tancítaro	19° 15’ 33”	102° 16’ 15”
LAREFI 2	Uruapan	19°24'25.92"	102°03'06.64"
LAREFI 3	Tancítaro	19° 20′ 15″	102° 21′ 47″
LAREFI 4	Tancítaro	19° 20′ 15″	102° 21′ 47″
LAREFI 5	Uruapan	19° 24′ 44″	102°03′06.64"
LAREFI 6	Tancítaro	19° 15’ 50”	102° 21’ 44”
LAREFI 7	Tancítaro	19° 20’ 22”	102° 19’ 56”
LAREFI 8	Uruapan	19°26'29.23"	101°59'52.90"
LAREFI 9	Tancítaro	19° 20′ 15″	102° 21′ 47″
LAREFI 10	Tancítaro	19° 20′ 15″	102° 21′ 47″
LAREFI 11	Uruapan	19°24'25.92"	102°03'06.64"
LAREFI 12	Tancítaro	19° 15’ 33”	102° 16’ 15”
LAREFI 13	Paracho	19° 39′ 47″	102° 01′ 21″
LAREFI 14	Uruapan	19°30'23.13"	102°03'19.27"
LAREFI 15	Uruapan	19°26'23.82"	101°59'53.50"
LAREFI 16	Tancítaro	19°15′58”	102°19′02″
LAREFI 17	Tancítaro	19°15′58”	102°19′02″
LAREFI 18	Tacámbaro	19°20'31.1"	101°24'12.0"
LAREFI 19	Tancítaro	19°19′34″	102°16′57″
LAREFI 20	Tingambato	19°31'07.32"	101°50'48.54"
LAREFI 21	Tingambato	19°30'05.75"	101°51'09.51"
LAREFI 22	Tancítaro	19°15′58”	102°19′02″
LAREFI 23	Tancítaro	19°15′58”	102°19′02″
LAREFI 24	Tingambato	19°31'08.83"	101°50'36.16"
LAREFI 25	Uruapan	19°26'28.27'	101°52'52.87"

Las plántulas se fertilizaron al momento de ser trasplantadas, además, recibieron riego y labores culturales de manera uniforme, posterior a que las plántulas desarrollaron diez hojas verdaderas se inició con la caracterización morfológica, se usó como guía el descriptor para Capsicum propuesto por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI,1995). Para el cual se fueron consideradas las siguientes variables cualitativas: color del hipocótilo, pubescencia del hipocótilo, color y forma del cotiledón; estas características se evaluaron con base en la guía del descriptor morfológico. Las características cuantitativas medidas fueron: la longitud y ancho del cotiledón, estas variables se rigieron bajo la condición del desarrollo completo del cotiledón, presentes en cada plántula.

La toma de datos para las variables cualitativas se hizo con base en los parámetros del descriptor propuesto por el IPGRI (1995), en donde fue considerado la percepción visual. Posteriormente se hizo una matriz de datos en formato Excel en donde capturó la información de los resultados de las características evaluadas. La matriz de datos fue sometida a un análisis de varianza PROC ANOVA para determinar diferencias estadísticas significativas.

Resultados y discusión

Las variedades cultivadas de chile perón, presentaron un comportamiento muy similar en la mayoría de las características analizadas. En el Cuadro 2, se representan los estadísticos simples para cada una de las variables analizadas. Los coeficientes de determinación (R^2) generados oscilaron desde un valor mínimo de R^2= 0.15 (ancho del cotiledón) hasta un máximo de R^2= 0.68 (color, forma y pubescencia del tallo). Con respecto al coeficiente de variación (C.V.), los valores fluctuaron entre 8.57 (color, forma y pubescencia del tallo) a 42.74 (ancho de forma del cotiledón). Por su parte, la raíz cuadrada media del error (RME) registró su nivel más bajo en el color y forma del tallo con 0.08, mientras que el valor más alto se observó en la longitud del cotiledón con 14.89. En cuanto a los valores de la media para las variables cuantitativas fueron de 25.33 para ancho del cotiledón y 37 para la longitud del cotiledón.

Cuadro 2. Estadísticos simples, obtenidos del análisis de varianza aplicado para doce variables evaluadas en 25 plántulas de C. *pubescens* procedentes de Michoacán, México.

Variable	R^2	C.V.	RME	Media	Pr>F
Color de Hipocótilo	0.28	21.38	0.53	2.51	0.0029
Pubescencia del hipocótilo	0.42	28.05	0.64	2.31	<.0001
Color de cotiledón	0.40	41.82	0.68	1.63	<.0001
Forma del cotiledón	0.19	31.23	0.92	2.97	0.1726
Longitud del cotiledón	0.18	40.25	14.89	37.00	0.2346
Ancho del cotiledón	0.15	42. 74	10.82	25.33	0.465
Color de tallo	0.68	8.57	0.08	0.98	<.0001
Forma de tallo	0.68	8.57	0.08	0.98	<.0001
Pubescencia de tallo	0.68	8.57	0.42	4.90	<.0001
Densidad de ramificación	0.29	28.69	1.28	4.47	0.0013
Macollamiento	0.28	23.15	0.73	3.15	0.0029
Densidad de hojas	0.33	27.50	1.31	4.77	<.0001

Coeficiente de determinación (R^2), Coeficiente de variación (C.V.), Raíz cuadrada media del error (RME)

Los análisis estadísticos revelaron una sólida consistencia en la mayoría de las relaciones evaluadas. Lo que demuestra un efecto altamente significativo ($\alpha \leq 0.0001$) en las variables como la pubescencia del hipocótilo, el color del cotiledón; color, forma y pubescencia del tallo y la densidad de hojas. Los parámetros de densidad de ramificación (Pr>F = 0.0013) y macollamiento (Pr>F = 0.0029), también exhibieron diferencias estadísticas significativas. En contraste, las variables asociadas a la forma, longitud y ancho del cotiledón (Pr>F =0.1726, 0.2346 y 0.465, respectivamente) no mostraron efectos significativos dentro del modelo evaluado. Ayala *et al.,* (2017) caracterizó híbridos de chile manzano y reporta que las plantas presentaron valores aproximados a los 13 cm en el largo de la hoja, mientras que en el ancho oscilaron entre los 6.52 a 7.15 cm; no obstante, la planta que fue evaluada estaba en madurez fisiológica. En cambio, en el estudio presentado por Castañeda (2023), en donde se caracterizaron accesiones de Capsicum, fueron obtenidos datos de media de 1.48 cm y 0.43 cm para longitud y ancho del cotiledón, respectivamente.

En la Figura 1, se presentan los resultados porcentuales obtenidos de las variables cualitativas evaluadas en las colectas de *C. pubescens.* Donde: el color de hipocótilo (Figura 1A), predominó con una coloración morada (56 %), seguida de la verde (42 %) y en menor proporción, la blanca

(2 %). Asimismo, la pubescencia del hipocótilo (Figura 2B) mostró una predominancia de la categoría densa (51 %), seguida de la intermedia (31 %) y escasa (18 %). La presencia de los tricomas se ve influenciada por los alelos dominantes, dicha característica permite a las plantas protegerse de la depredación, sequía y radiación (Kim *et al.,* 2010). En relación al color del cotiledón (Figura 1C) las categorías; verde (47 %) y verde claro (45 %) se llegaron a presentar en proporciones similares, mientras que el verde oscuro fue el que se notó en menor medida (8 %). De la misma manera, la forma del cotiledón (Figura 1D) su característica con mayor registro fue la forma lanceolada (49 %), seguida de la elongada deltoide (31 %), oval (14 %) y deltoide (6 %). En contraste con las características anteriores, el color de tallo (Figura 1E) mostro un 98 % en tallos verdes lo que representa una uniformidad en las colectas estudiadas.

En un trabajo similar, hecho en Perú (Espinoza, 2017) sobre caracterización morfológica en ajíes del Perú, se determinó una gran variabilidad para la mayor parte de los descriptores; sin embargo, en esta investigación no se reporta variabilidad en la forma del cotiledón. Debido a que la forma de la hoja se ve influenciada por el clima, así como por la disponibilidad de agua. En ambientes cálidos y húmedos, las hojas necesitan ser lo más planas y redondas posibles para permitir un intercambio entre agua y aire con el exterior; mientras que en ambientes cálidos y secos las hojas tienen una estructura más gruesa, lo que permite resistir el marchitamiento (Li y Wang, 2021). Ayala *et al.,* (2017), indican que cuatro de seis caracteres cualitativos fueron contrastantes, entre estos la variable color de tallo (Figura 1E), en la cual se observó la presencia únicamente de la coloración verde. Los resultados obtenidos pueden deberse a que la generación de pigmentos en las plantas, está regida por factores genéticos y ambientales, en el cual genéticos son aquellos que limitan los tipos y cantidades de pigmentos producidos, mientras que los ambientales se originan de manera protectora (Singh *et al.,* 2026). En el caso de Capsicum la pigmentación se debe a la presencia de antocianinas, el purpura el más común (Aza-Gonzáles *et al.,* 2012). En un estudio similar, Escalera-Ordaz (2020), caracterizó morfológicamente chiles manzano del estado de Michoacán, los cuales, por su amplia variabilidad en el tejido foliar, fruto y semilla se determinaría que son aptos para reservar sus genes, pero a pesar de eso, se determinó que la recolecta fue influenciada por las características agroecológicas de las zonas.

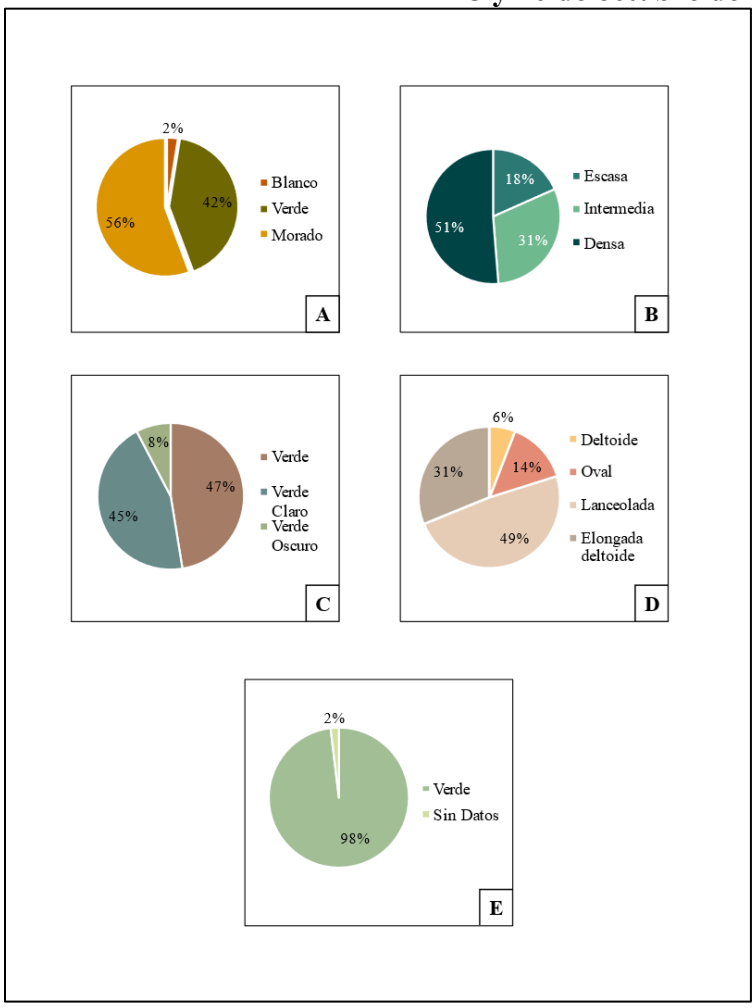


Figura 1. Características cualitativas: color de hipocótilo **(A),** pubescencia del hipocótilo **(B),** color del cotiledón **(C)** forma del cotiledón **(D),** color del tallo **(E)**, evaluados en 25 variedades cultivadas de *C. pubescens,* procedentes del estado de Michoacán, México.

En la Figura 2, se observan los datos obtenidos de forma porcentual en las variables: forma y pubescencia del tallo, densidad de ramificación, macollamiento y densidad de hoja. Las características predominantes (98 %) en el material analizado fueron la forma y pubescencia del tallo; mientras que las demás características representaron el 2% (Figura 2).

En relación con la densidad de ramificación (Figura 2C) destacó la densidad intermedia (54 %), seguido por la densidad escasa y densa (33 %, respectivamente). Asimismo, en el macollamiento (Figura 2D); el macollamiento escaso fue el que predominó (88 %), seguido de uno intermedio (9 %) y el macollamiento denso representó solamente el 1 % de los materiales. En cuanto a la densidad de hojas (Figura 2E), la intermedia predominó (54 %), seguida de la escasa (25 %) y, en menor medida la densa (19 %). Resultados similares (Castañeada, 2023) a los obtenidos en nuestro trabajo en algunas características como la forma del tallo, densidad de ramificación y densidad de hojas; en contraste con la pubescencia del tallo y el macollamiento. En otro estudio Correa-Álvarez *et al.,* (2019), nueve descriptores fueron descartados por no presentar variación, entre ellos; la forma y el color de tallo. La coloración verde es debido a la clorofila, la cual ayuda a evitar daños al absorber el exceso de energía, liberándola en forma de calor; asimismo, cumple funciones en la

regulación del crecimiento y desarrollo en las plantas, protegiéndolas de factores de estrés ambiental (Andrew, 2023).

La distribución de frecuencias para la longitud del cotiledón en las variedades cultivadas de *C. pubescens*, evidenció una fuerte tendencia central y una distribución concentrada en las zonas intermedias (Figura 3). En el rango mínimo para el largo del cotiledón, se presentaron nueve plántulas con longitudes menores a 10 mm, mientras que la mayor parte de las plántulas presentaron longitudes entre 20 a 60 mm, mientras que solo dos se observaron con la mayor longitud entre 88 a 98 mm. Lo que muestra que, existe variabilidad morfológica de esta característica.

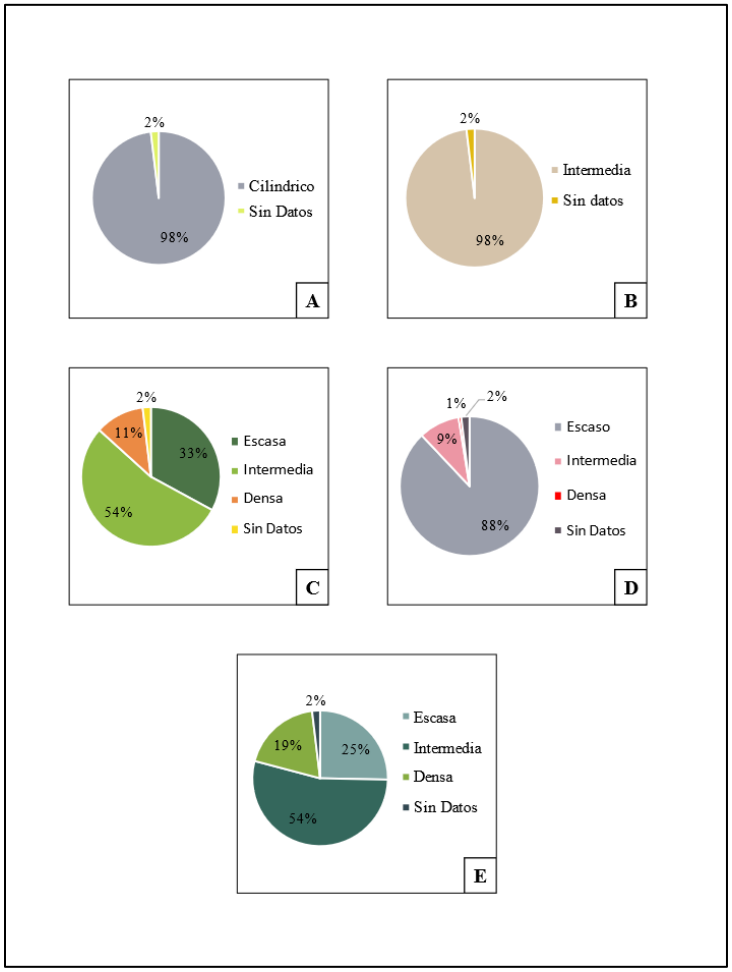


Figura 2. Características cualitativas: forma del tallo **(A),** pubescencia del tallo **(B),** densidad de ramificación **(C),** macollamiento **(D),** densidad de hojas **(E),** evaluados en 25 variedades cultivadas de *C. pubescens,* procedentes del estado de Michoacán, México.

Por su parte, Espinoza (2017), indica longitudes de cotiledones que van desde 21.6 a 26.2 mm, los cuales son similares a los determinados en este trabajo. Asimismo, Valdez (2017), presento datos obtenidos en la zona de Arequipa, Perú, en donde las plántulas evaluadas presentaron una longitud que fluctuó entre 17.3 a 19.6 mm. Estos valores de longitud promedio son menores a los determinados en nuestro trabajo (29 a 39 mm).

Esta diferencia en longitudes de cotiledón, se relaciona a la variación de las condiciones ambientales de los sitios de estudio. En este sentido, Wright *et al.,* 2017 señala que en regiones de desiertos cálidos como en regiones frías, predomina la presencia de hojas pequeñas debido a las drásticas limitaciones térmicas diurnas y nocturnas del entorno; en contraste, ambientes con mayor humedad relativa propicia el desarrollo de hojas grandes. Por lo tanto, plantas que desarrollan un menor de número de hojas, pero de gran tamaño poseen una ventaja adaptativa en las mañanas frescas, ya que logran calentarse de forma más eficiente, hasta alcanzar temperaturas óptimas para la fotosíntesis, lo que mantiene su rendimiento fisiológico, incluso bajo un ambiente frio, siempre que exista la disponibilidad de agua para transpirar. Además, que las hojas pequeñas reducen el riesgo de depredación, las de mayor superficie se ven favorecidas en condiciones de sombra profunda, lo que explica la diferencia de las variedades cultivadas.

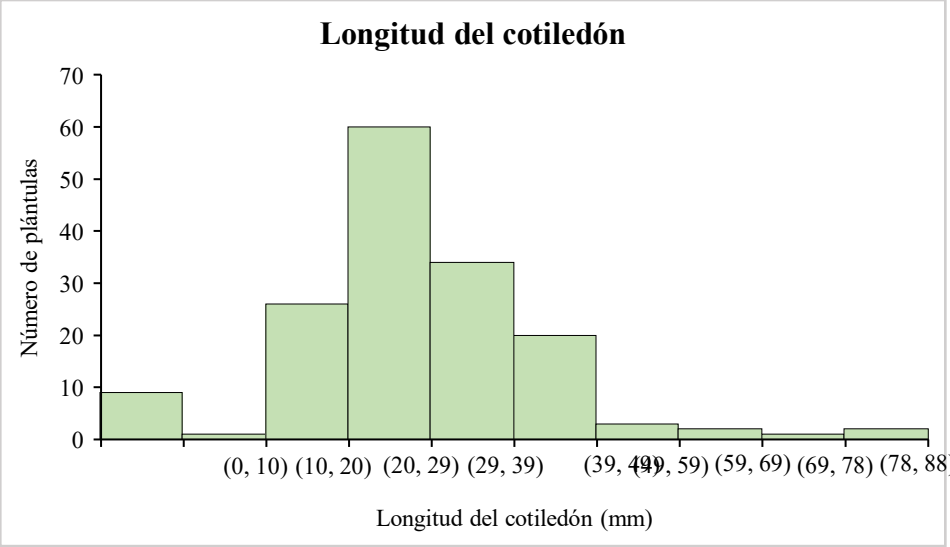


Figura 3. Histograma de frecuencias para longitud del cotiledón evaluados en 25 variedades cultivadas de *C. pubescens*, procedentes del estado de Michoacán, México.

En la Figura 4, se refleja la distribución de frecuencias para el ancho del cotiledón de las variedades cultivadas de *C. pubescens* en donde se observó con una fuerte tendencia central concentrada en los rangos intermedios. El rango mínimo fue menor a 7 mm en la cual, se presentaron solo nueve observaciones, mientras que, la mayor parte de la población se concentró entre 14 a 35 mm; en contraste, solo tres plántulas presentaron anchos de cotiledón que oscilaron entre los 56 y 63 mm. Lo que sugiere que hay variabilidad morfológica en lo relacionado al ancho del cotiledón.

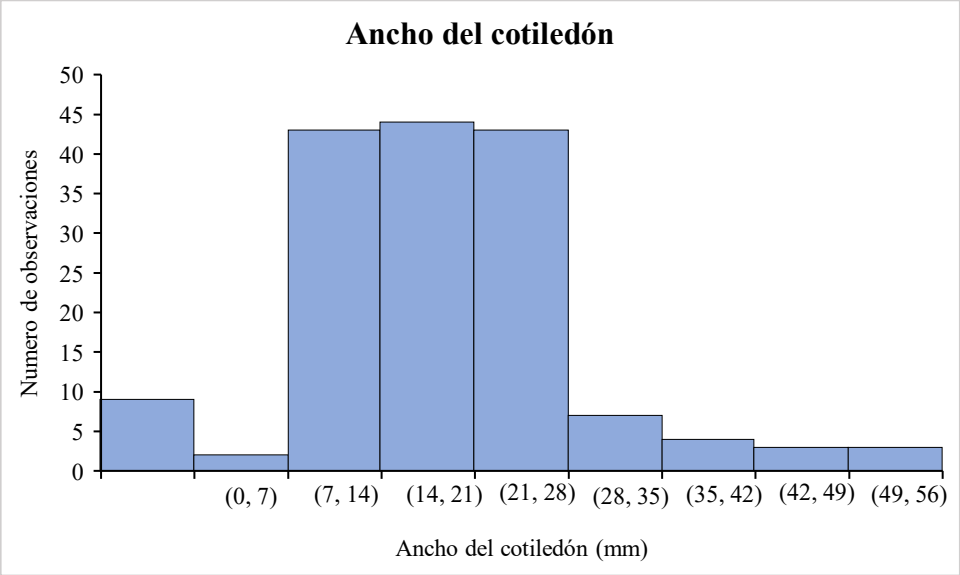


Figura 4. Histograma de ancho del cotiledón evaluados de 25 variedades cultivadas de *C. pubescens*, procedentes del estado de Michoacán, México.

Espinoza (2017) en una población de ajíes en Perú determinó, una gran variación en el ancho del cotiledón: el 53.5 % de la población estudiada se ubicó en un intervalo entre 5.0 a 5.6 mm. Por otra parte, Valdez (2017) en chiles de Arequipa determino un ancho que fluctuaron entre 7.0 a 8.0 mm. Estos resultados muestran valores promedio menores con los obtenidos en nuestro trabajo (14 a 35 mm) lo cual indica que nuestros materiales son de mayor dimensión.

Estas diferencias cobran gran relevancia biológica, ya que los rasgos morfológicos de las hojas especialmente su tamaño, se reflejan de manera directa en los ciclos del agua y de los nutrientes, puesto que una superficie foliar grande genera una mejor captación de luz, lo que aumenta la clorofila producida. Asimismo, dichas características reflejan la capacidad de respuestas de las poblaciones vegetales ante el cambio climático (Li y Wang, 2021).

Conclusión

Las variedades cultivadas de *C. pubescens,* presentaron una amplia variabilidad morfológica en estado de plántula. El ancho, color y longitud de cotiledón presentaron la mayor variación entre las variedades cultivadas de *C. pubescens*. Las características evaluadas pueden servir como criterio de selección en programas de mejoramiento genético.

Literatura citada

Almaraz-Sánchez, A., Ayala-Escobar, V., Tlatilpa-Santamaría, I. F., & Nieto-Angel, D. (2019). *Fusarium sambucinum* Fuckel causal agent of fruit rot of manzano chilli pepper (*Capsicum pubescens*) in Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatología, 37*(1), 159-169. https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1810-2

Andrew, J. (2023). Significance of chlorophyll and its functions in plants. Journal of Plant Biochemistry & Physiology, *11*(1): 2p.

Ayala Arias, B., Mejía Carranza, J., Martínez Estrada, I., Rubí Arriaga, M., & Vázquez García, L. M. (2017). Caracterización morfológica de híbridos de chile manzano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *8*(4): 825-836.

Aza-González, C., Núñez-Palenius, H. G., y Ochoa-Alejo, N. (2012). Molecular Biology of Chili Pepper Anthocyanin Biosynthesis. Journal of the Mexican Chemical Society, *56*(1): 93-98. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-249X2012000100015

Barrios-Puente, G., Espinosa-Torres, L. E., Figueroa-Hernández, E., y Ramírez-Abarca, O. (2014). Evaluación técnica, financiera y comercial de los sistemas de producción de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. & P.) en México. *Análisis Económico*, *29* (71): 209-219.

Casas, A., Torres-Guevara, J., & Parra, F. (2017). *Ajíes or chile peppers (*Capsicum spp*.): History and biology. Investigación para el manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo*. Universidad Nacional Agraria La Molina. 177-191.

Castañeda Blas, M. F. (2023). *Caracterización morfológica de accesiones de* Capsicum spp*. del banco de germoplasma del Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA* (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión). Repositorio Institucional UNJFSC. 55p.

Clausen, A., Ferrer, M., Atencio, H., Menéndez, S. M., Formica, B., Defacio, R., Ferreyra, M., y Rosso, B. (2017). Conservación, utilización y accesos a recursos fitogenéticos de importancia para la agricultura y la alimentación. *Nexos*, Universidad Nacional de Mar del Plata *23* (31): 5-9.

Correa-Álvarez, E. M., León-Pacheco, R. I., Lobato-Ureche, M. A., García-Dávila, M. A., Muñoz-Perea, C. G., y Aramendiz-Tatis, H. (2019). Caracterización morfoagronómica de la colección de germoplasma de ají dulce (Capsicum spp.) del Caribe colombiano. *Temas Agrarios*, *24*(2): 81-95. https://doi.org/10.21897/rta.v24i2.1998

Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [DGSIAP]. (2024). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. agricultura.gob.mx Fecha de consulta: 21 de julio del 2026.

Escalera Ordaz, A. K. (2020). *Caracterización de chile manzano (Capsicum pubescens R. y P.) en el estado de Michoacán* (Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Nayarit). Repositorio Institucional UAN. 130p.

Escalera-Ordaz, A. K., y Guillén-Andrade, H. (2019). Chile Perón: Variabilidad de formas y colores. Saber Más: Revista de Divulgación, *8*(48). 41-44.

Espinoza Peralta, D. I. (2017). *Caracterización morfológica de ajíes de la costa del Perú* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. 126 p.

Hernández-Hernández, I., Pérez-Grajales, M., Rodríguez-Pérez, J. E., y Peña-Lomelí, A. (2024). Mayito: Nueva variedad de chile manzano. *Revista Fitotecnia Mexicana, 47*(3): 321-323. https://doi.org/10.35196/rfm.2024.3.321

Hernández-Hernández, I., Pérez-Grajales, M., Rodríguez-Pérez, J. E., y Peña-Lomelí, A. (2025). Reynolito: Nueva variedad de chile manzano. *Revista Fitotecnia Mexicana, 48*(1): 1-93. https://doi.org/10.35196/rfm.2025.1.93

Hernández-Villarreal, A. E. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Revista Bio Ciencias, 2*(3): 113-118. https://doi.org/10.15741/revbio.02.03.05

IPGRI, AVRDC, y CATIE. (1995). *Descriptores para* Capsicum (Capsicum spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos; Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación relativos a los Vegetales; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 51 p. https://qrgj.org/wp-content/uploads/2020/11/Descriptors-for-capsicum-Capsicum-spp.pdf

Kim, H. J., Han, J. H., Kim, S., Lee, H. R., Shin, Y., Kim, J. H., Cho, J., Kim, B. D., y Kang, B. C. (2010). Fine mapping of pepper trichome locus 1 controlling trichome formation in *Capsicum annuum* L. CM334. Theoretical and Applied Genetics, *120*(5): 1059-1066. https://doi.org

Latournerie Moreno, L., López Vázquez, J. S., Castañón Nájera, G., Mijangos Cortés, J. O., Espadas Vergara, G., Pérez Gutiérrez, A., & Ruiz Sánchez, E. (2015). Evaluación agronómica de germoplasma de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agroproductividad*, *8*(1): 24-29.

Leyva-Ovalle, O. R., Andres-Meza, P., Del Valle-Hernández, D., Meneses-Márquez, I., Murguía-González, J., Galindo-Tovar, M. E., López-Sánchez, H., Serna-Lagunes, R., Del Rosario-Arellano, L., Lee-Espinoza, H. E., Sierra-Macías, M., & Espinosa-Calderón, A. (2018). Caracterización morfológica de poblaciones de chile manzano (*Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.) en la región centro del estado de Veracruz, México. *Revista Bio Ciencias, 5*, e388. 11 p. https://doi.org/10.15741/revbio.05.e388

Li, Y. Q., y Wang, Z. H. (2021). Leaf morphological traits: Ecological function, geographic distribution and drivers. Chinese Journal of Plant Ecology, *45*(10): 1154-1172. https://doi.org/10.17521/cjpe.2020.0405.

Martín Martínez, I. (2001). *Conservación de recursos fitogenéticos* (Hojas Divulgadoras Núm. 2114 HD). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. https://mapa.gob.es

Martínez Estévez, M. (2019). Los chiles, su importancia más allá de tenerlos en la mesa. Desde el Herbario CICY, 11(1): 108-112. https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2019/2019-06-06-Martinez-Estevez-Los-chiles-su-importancia.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). *Recursos fitogenéticos.* Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/cgrfa/topics/plant-genetic-resources/es Fecha de consulta: 21 de julio del 2026.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2025). *FAODATA: Visualización de datos de producción.* https://fao.org Fecha de consulta: 21 de julio del 2026.

Osorio-Barraza, L. M., Manzur-Valdespino, S., Zafra-Rojas, Q. Y., Delgado-Olivares, L., Calderón-Ramos, Z. G., y Cruz Cansino, N. del S. (2021). Composición y aplicaciones clínicas de especies de chiles (Capsicum spp.) domesticados. Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 10(19), 249–257. https://doi.org/10.29057/icsa.v10i19.7183

Palombo, N. E., & Carrizo García, C. (2022). Geographical patterns of genetic variation in locoto chile (*Capsicum pubescens*) in the Americas inferred by genome-wide data analysis. *Plants, 11*(21): 16 p. Artículo 2911. https://doi.org/10.3390/plants11212911

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020, 29 de junio). *Recursos fitogenéticos, seguridad alimentaria con futuro.* Gobierno de México. https://www.gob.mx/agricultura/articulos/recursos-fitogeneticos-seguridad-alimentaria-con-futuro Fecha de consulta: 21 de julio del 2026

Singh, S., Rani, M., Ghildiyal, S., y Madan, A. (2026). Genetic and Environmental Factors Influencing Pigment Production. En Biopigments of Microbial Origin: Innovations and Applications Across Industries. 65-75 p. CABI. https://doi.org

Tripodi, P., y Kumar, S. (2019). *The Capsicum crop: An introduction*. En N. Ramchiary y C. Kole (Eds.), The Capsicum genome. 1-8 p. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97217-6_1

Valdez Alfaro, I. A. (2017). *Caracterización fenotípica de quince accesiones de germoplasma de rocoto (Capsicum pubescens Ruiz y Pavón) en la estación INIA Santa Rita Arequipa* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín Arequipa]. Repositorio Institucional UNSA. 160 p.

Wright, I. J., Dong, N., Maire, V., Prentice, I. C., Westoby, M., Díaz, S., Gallagher, R. V., Jacobs, B. F., Kooyman, R. M., Law, E. A., Leishman, M. R., Niinemets, Ü., Reich, P. B., Sack, L., Villar, R., Wang, H., y Wilf, P. (2017). Global climatic drivers of leaf size. Science, *357*(6354): 917-921. https://doi.org

Xingú-López, A., Espinoza-Gutierrez, D., Miranda-Gómez, J. M., Cruz-Gutierrez, J., & Pérez-González, C. K. (2025). *Capsicum pubescen*s: Situación actual y tendencias futuras en el

Estado de México. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, *13* (2): 115-121. https://doi.org/10.29057/icbi.v13iEspecial2.14636

Zou, X., & Zhu, F. (2022). Origin, evolution and cultivation history of the pepper. *Acta Horticulturae Sinica*, *49*(6): 1371-1381.

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de octubre de 2026

Consumo de leña en Muyteje, comunidad rural del municipio de Acambay en el estado de México.

José Apolonio Venegas Venegas[21], José Alfredo Castellanos Suárez[22] y Gaudencio Sedano Castro[23].

RESUMEN

La presente investigación consistió en medir el consumo de leña en la comunidad rural de Muyteje en el municipio de Acambay en el estado de México, en dicha comunidad hay 80 familias y se realizó un muestreo por conveniencia, donde se consideraron a diez familias en el estudio. Se realizó el pesado de leña durante 15 días. Además, se empleó la Metodología de Krugman y Wells para calcular el costo de obtención de leña y la metodología de IPCC para calcular las emisiones de Dióxido de Carbono Equivalente (CO_2e) por la combustión de leña. El promedio de integrantes por familia es de 3.8 y el consumo promedio por familia es de 5,773 kg año^{-1}, el consumo promedio de leña por persona es de 4.4 kg día^{-1}. Para la obtención de leña en el caso de que la familia pague (maquila) es de 2.3 pesos kg^{-1} y cuando la familia realiza la actividad es de 1.3 pesos kg^{-1}, hay un ahorro del 76% con respecto a los que pagan maquila. Por otra parte, las emisiones promedio por persona por año son de 2.7 t CO_2e año^{-1}.

Palabras clave: Leña, costo de obtención, CO_2e.

INTRODUCCIÓN

Los bosques cubren casi un tercio de la superficie terrestre, lo que equivale a 4,060 millones de hectáreas. El 54% de los bosques se concentran en solo cinco países: La Federación de Rusia, Brasil, Canadá, Los Estados Unidos de América y China (FAO, 2020), Figura 1.

[21] SECIHTI-UACH. Departamento de Sociología Rural, Universidad Autónoma Chapingo, Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5. C.P. 56230, El Cooperativo, México. javenegasve@secihti.mx

[22] Departamento de Sociología Rural, Universidad Autónoma Chapingo, Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5. C.P. 56230, El Cooperativo, México. josealfredocs@hotmail.com

[23] Departamento de Sociología Rural, Universidad Autónoma Chapingo, Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5. C.P. 56230, El Cooperativo, México. gsedanoc@chapingo.mx

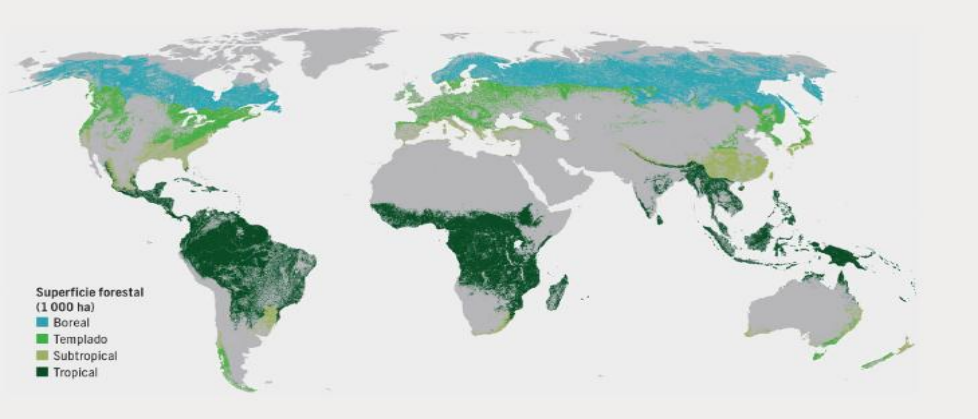
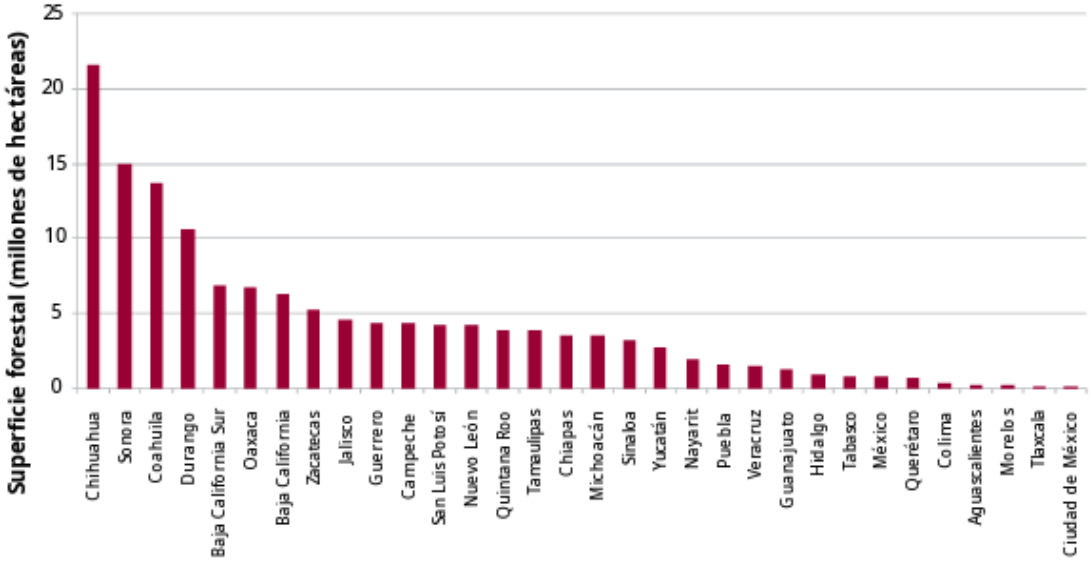


Figura 1. Distribución mundial de los bosques, por zona climática, 2020

Fuente: FAO (2020). Evaluación de los recursos forestales mundiales.

En México hay 138.7 millones de hectáreas de cobertura de vegetación forestal (bosques templados, selvas, manglares, y ecosistemas áridos y semiáridos) (CONAFOR, 2026). En este país, el uso de la leña tiene un significado histórico-cultural que le da autonomía a las comunidades indígenas, campesinas y pobres, respecto a las redes hegemónicas de energéticos convencionales (Quiroz y Cantú, 2012).

En México 11.87 millones de personas habitan en áreas forestales, donde 3.6 millones son pertenecientes a pueblos originarios. En la actualidad hay 16,953 ejidos, y comunidades que cuentan con al menos 200 hectáreas de bosque, selva o matorrales, donde el equivalente a 70.7 millones de hectáreas de superficie forestal son de propiedad social (CONAFOR, 2026). En la gráfica 1 se puede observar que en México hay cinco entidades que cuentan con mayor superficie forestal, destacan Chihuahua, Sonora, Coahuila, Durango y Baja California Sur que en conjunto, representan cerca de la mitad de la superficie forestal nacional (48.8%). Por otra parte, el estado de México tiene una superficie forestal de 788,504 hectáreas, las cuales representan el 0.6% del total nacional (CONAFOR, 2024).



Gráfica 1. Superficie forestal a nivel estatal

Fuente: CONAFOR (2024). Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2015-2020.

La leña es el principal recurso energético de las familias rurales en diversas comunidades de México (Bello-Román et al., 2023). De acuerdo con Quiroz et al. (2009), el 66% de la energía generada con leña en comunidades rurales de México se consume en Campeche, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

Sin embargo, de acuerdo a SEMARNAT (2013), en México se consumen 38 millones de m^3 de leña al año y es el combustible que es utilizado por el 80% de los hogares en el medio rural, lo cual representa a 21.1 millones de personas, mientras que en zonas urbanas 4.5 millones de personas consumen este combustible que es extraído de zonas ecológicas de bosque templado, tropical seco, tropical húmedo, zonas áridas y humedales (Alvarado et al., 2018).

En el estado de México, el consumo promedio anual de leña asciende a 1,284,750 toneladas, situándose como el sexto mayor consumidor del país (Masera et al. 2010).

Un aspecto de gran relevancia del uso y manejo de leña en comunidades rurales de México, es que una gran cantidad representa la única fuente de combustible, además, aunque a pequeña escala, una alternativa de ingresos para las poblaciones marginadas (Alvarado et al., 2018).

La participación de las mujeres de todas las edades en las comunidades rurales de todo el mundo tiene gran importancia, pasan gran parte del día dedicadas a tareas domésticas, como la recolección

de agua y leña, la elaboración y la preparación de alimentos, los desplazamientos y el transporte, y el cuidado de otras personas (FIDA, 2016).

1.1 Uso de la leña y sus efectos en la salud

Actualmente a pesar de los avances de la ciencia cerca de tres mil millones de personas de zonas rurales en el mundo, las cuales representan el 40% de la población mundial no tiene acceso a combustibles y tecnologías limpias para cocinar, por lo que siguen utilizando leña y carbón vegetal. Esta situación provoca la muerte de 4 millones de personas en el mundo al año (Surendra et al. 2014; Banco Mundial, 2020).

La quema la leña emite partículas químicas de PM_{10} and $PM_{2.5}$, Monóxido de Carbono (CO), Metano (CH_4), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), Dióxido de Nitrógeno (NO_2) y Dióxido de Azufre (SO_2) (Berrueta et al. 2015). El humo de leña utilizada como combustible emite partículas muy pequeñas que penetran en los pulmones, ocasionando severos problemas de salud a los grupos de población más vulnerables que son mujeres, niños menores de 5 años y adultos mayores (Quiroz y Orellana, 2010; Schilmann, 2014; Berrueta at al., 2015; Díaz y Torres, 2019).

La exposición al humo de leña, utilizados para cocinar en viviendas de zonas rurales, comunidades indígenas y municipios de alta marginación, se le asocian problemas de salud como riesgo de muerte prematura debido a infecciones respiratorias agudas, enfermedades neonatales, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), cardiovasculares, neoplásicas, cataratas y diabetes, es alarmante que la tercera parte de la población mundial utiliza este combustible (Juneman & Legarreta, 2007; Schilmann, 2021). De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), los contaminantes en el interior de las viviendas generados por el uso de leña ocasionan la muerte prematura de 2.5 millones personas en el mundo en países de ingreso medio y bajo (OMS, 2023).

El humo de la leña contiene una amplia gama de sustancias tóxicas, entre ellas el monóxido de carbono (CO), Herrera-Portugal et al. (2009) realizaron un estudio en el sur de México para medir los niveles de carboxihemoglobina (COHb), evaluaron a mujeres que cocinaban con leña y con gas LP, encontraron que la concentración COHb en mujeres que cocinaban con GLP fue de 1.8%, mientras que en mujeres que cocinaban con leña fue de 6.6%, 2.6 veces más alto, concluyen que la exposición de partículas de la combustión de leña pueden causar daño genotóxico a las mujeres.

1.2 Problemas de contaminación ambiental por el uso de leña

Otro aspecto que se suma a la problemática es que la combustión de leña para cocinar contribuye a las emisiones de GEI (gas efecto invernadero) a través de productos derivados de la combustión incompleta como son CH_4, N_2O, CO, CO_2 y TNMHC (Alvarado et al., 2018).

En el mundo las emisiones de la categoría de emisión Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS), incluyendo la deforestación es de 1.4 Gt CO_2e, que representan el 2.8% del total de emisión mundial (World Resources Institute México [WRI México], 2023). Para el caso de México la categoría USCUSS emite el 3.3% de CO_2e de emisiones de origen antropogénico, principalmente por la deforestación (World Resources Institute México [WRI México], 2023).

Según la FAO (2017), las emisiones generadas por el uso de leña y carbón vegetal son de entre el 1 y 2.4 Gt CO_2eq $año^{-1}$, mismas que representan entre el 2 y 7% de las emisiones de origen antropogénico a nivel mundial.

Díaz-Nigenda et al. (2021) realizaron un estudio en 101 establecimientos de comida rápida en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, para medir el grado de contaminación de la leña y carbón, encontraron que hay emisiones de 5,312 tCO_2eq $año^{-1}$, 290 t CO_2eq $año^{-1}$ y partículas con diámetros aerodinámicos menores a 10 µm (PM10) con 27 t $año^{-1}$.

En zonas rurales de México la leña es el combustible más utilizado, sin embargo, se está aprovechado de manera inadecuada, lo que repercute en problemas ambientales, económicos y sociales (Alvarado et al., 2018).

En países de en vías de desarrollo hay suficientes residuos orgánicos disponibles para cambiar el uso insostenible de leña para cocinar en zonas rurales (Sagastume et al., 2020).

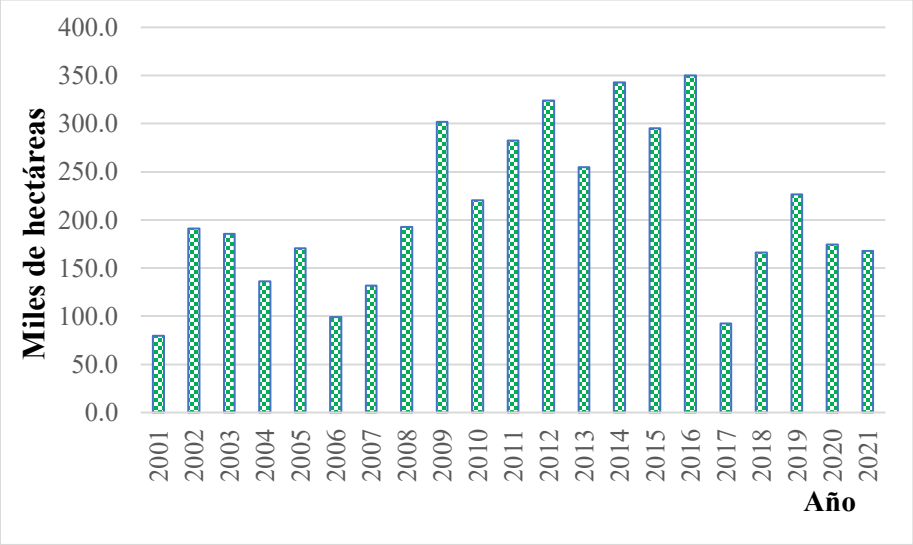
1.3Deforestación

Desde 1990 alrededor del mundo se han perdido 429 millones de hectáreas de bosque a causa de la deforestación, la tasa de deforestación del periodo 2010-2015 fue de 12 millones de hectáreas y durante el quinquenio de (2015-2020) la perdida de superficie forestal disminuyó a 10 millones de hectáreas por año (FAO. 2020).

Por ser un combustible de recolección, su uso ha sido irracional, ocasionando la extinción de los recursos vegetales más apreciados como combustible y generando una fuerte presión sobre especies alternativas, en detrimento de la estabilidad de los ecosistemas (Alvarado et al., 2018).

En México durante el periodo de 2001-2024 se deforestaron en promedio 203,552 hectáreas por año, donde el 73.29% paso de tierras forestales a pastizales, el 21.99% a tierras agrícolas, el 2.44% a otros usos, el 2.22% a asentamientos humanos y el 0.06% a humedales (CONAFOR, 2026).

De acuerdo con información estadística de la CONAFOR (2026), durante el periodo de 2001-2011 la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de la deforestación en México fue de 13.5%, con un promedio de 180,989 hectáreas por año. Sin embargo, para el periodo (2011-2021) la tasa fue de -5.1%, es decir, en este periodo hubo una Tasa Media de Decremento Anual (TMDA) del 5.1%, con un promedio de deforestación de 239,496 hectáreas cada año.



Gráfica 2. Deforestación anual en México (2001-2021).

Fuente: CONAFOR (2026).

1.2 Uso de estufas ahorradoras de leña

Una de las estrategias impulsadas por instituciones gubernamentales y ONGs, para reducir el consumo de leña y problemas de salud en personas de comunidades rurales en México expuestas al humo de leña, ha sido la promoción de Estufas Ahorradoras de Leña (EAL).

De acuerdo con Berrueta et al. (2015), GIRA y la UNAM en 2003 comenzaron el Patsari Cookstove Project, un proyecto de Estufas Ahorradoras de Leña (EAL) con el modelo ***"Patsari"*** en la región Purépecha de Michoacán, en la entidad instalaron 3000 EAL. Además, han capacitado a más de 100 de organizaciones a lo largo del país que dio como resultado en la instalación de 150,000 EAL.

El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) promovió la construcción y uso de EAL con el modelo ***"Lorena"*** en comunidades rurales de alta marginación en los estados de Puebla, Oaxaca y Michoacán (PESA, 2007). La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) promovió el uso de estufas ahorradoras de leña en comunidades de Morelos, mediante el *Programa de estufas ahorradoras de leña tipo* ***"tlecalli"*** (Flores, 2016).

En el año 2006 la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) comenzó con la promoción del uso de EAL en México, el alcance del Programa fue la instalación de 600,000 EAL en hogares de comunidades rurales (García y Masera, 2016).

De acuerdo a PESA (2007), CONAFOR (2008), Berrueta et al. (2015) y Flores (2016). En México los diferentes modelos de EAL como: LORENA, Patsari, tlecalli, entre otras, si son utilizadas de forma adecuada, las usuarias de esta tecnología pueden ahorrar entre un 25 y 50% de leña en comparación con un fogón tradicional.Sin embargo, en todos los programas de apoyo de EAL no hubo seguimiento sobre el funcionamiento, eficiencia de las estufas y aceptación por parte de las usuarias. De acuerdo con Zamora (2011), el éxito de las Estufas Ahorradoras de Leña (EAL) no es posible si las usuarias no mantienen un uso sostenible de dicha tecnología, o si no intensifican su uso.

En el municipio de Amatenango del Valle, Chiapas a partir de 2004 se promovió el uso de EAL mediante programas gubernamentales y ONGs. Calderón et al. (2018) realizaron una evaluación sobre el impacto de dichos programas, su estudio se centró en 90 viviendas que contaban con EAL, encontraron que el 91% de las mujeres combinan el uso de EAL y fogón abierto, solo el 9% utiliza la EAL para cocinar todos sus alimentos, un dato importante es que de total de viviendas que contaban con EAL, el 15% las tiene abandonadas, argumentaron que no se acostumbraron a cocinar en ese tipo de estufas, no cuecen todos los alimentos, sobre todo los que se preparan en ollas de barro y no ahorran leña.

La promoción sobre el uso de EAL ha sido un buen intento por parte de programas gubernamentales y ONGs, para tratar de reducir el consumo de leña y problemas de salud de mujeres, personas de las tercera edad y niños quienes son los más vulnerables. Sin embargo, no se han dejado de usar los fogones a cielo abierto y aunque los promotores de este tipo de tecnología argumentan que pueden ahorrar hasta el 50% de leña, se sigue utilizando este combustible tradicional que causa GEI. Además, el problema de la deforestación no ha terminado.

2. METODOLOGÍA

La comunidad rural de Muyteje perteneciente al municipio de Acambay en el estado de México cuenta con 80 familias, se seleccionaron a diez que fueron las que quisieron participar en el estudio sobre el consumo de leña, mediante muestreo por conveniencia.

Se realizó una reunión con las diez familas interesadas en participar en el estudio y se proporcionó una romanita de la marca Pretul de 25 kg a cada una. La siguiente actividad consitió en realizar la medición de leña de lo que aproximadamente consume cada familia por día y agregando un extra, al siguiente día se destaró el sobrante para calcular la diferencia y determinar el consumo por día, dicha actividad se realizó por 15 días en junio de 2026. Además, se obtuvo información adicional con una entrevista aplicada a cada familia.

Costo de obtención de leña

Se realizó una estimación donde se calculó el costo de obtención de leña que utiliza cada familia, se consideraron el costo cobrado por cortar y por rajar (cuando la familia paga por maquila). Por otra parte, se consideró el costo de la gasolina gastada por uso de sierra, el aditivo para motor de 2 tiempos, el tiempo invertido en realizar el corte y rajado, y el jornal pagado en la comunidad que equivale a $350 (cuando la familia realiza las actividades para la obtención de leña).

El costo total para la obtención de leña (maquila u obtención por parte de la familia), se calculó con la siguiente expresión de Krugman y Wells (2006):

$CT = Px$

Donde:

CT = Costo total de la producción

Px = Precio del insumo o actividad X

X = Actividad o insumo.

Por el lado del impacto ambiental por el uso del combustible tradicional, se calcularon las Emisiones por Quema de Leña (EQL) con la metodología del IPCC (2006).

$$\text{Emisión}_{GEI} = CC_i * FE_{GEI}$$

Emisión_{GEI} = Emisión del gas de efecto invernadero en toneladas anuales (t); CC_i = Consumo de combustible i utilizado al año en Tera Jules (TJ); FE_{GEI} = Factor de emisión para el combustible i para cada tipo de GEI en t de GEI por Tera Jules (t_{GEI} TJ^{-1}); GEI = Gas de efecto invernadero CO_2, CH_4 y N_2O; i = Tipo de combustible (Leña).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la comunidad de Muyteje del municipio de Acambay en el estado de México, con la información de las diez familias estudiadas se obtuvieron los siguientes datos: Se tiene un promedio de 3.8 integrantes por familia, el consumo promedio de cada por persona está en un rango de 2.6 a 8.8 kilogramos por día, con un promedio de 4.4 kg $día^{-1}$. Estas diez familias al año están consumiendo un total de 57.7 toneladas de leña. Todas las familias hacen tortillas de una a dos veces por semana, por lo que eleva el consumo promedio de leña con respecto a la media nacional.

En las familias entrevistadas para el desayuno preparan atole de masa o de avena, té, huevos, papas, caldo con nopales, sopa, habas, arroz, calabacitas y soya.

Para la comida quelites, frijoles, nopales, papas, lentejas, sopa, el consumo de carne de pollo o de res es militada de dos a cuatro veces por semana.

Para la cena, té, pan, frijoles y huevo.

En la comunidad de Muyteje el encino (*Quercus elliptica*) y roble (*Quercus robur*) son las especies preferidas por la alta calidad y durabilidad en la combustión, además utilizan madroño (*Arbutus unedo*), tepozán (*Buddleja cordata*), capulín (*Prunus serótina* Ehrh,), aile (*Alnus acuminata*) y Ocote (*Pinus montezumae*).

Algunos estudios que se han realizado en México sobre el consumo per cápita de leña en comunidades rurales encontramos, por ejemplo, el de Quiroz y Orellana (2010), quienes realizaron un estudio del consumo de leña en la península de Yucatán y reportan un consumo per cápita entre 1.26 y 2.89 kg día^{-1} habitante^{-1}, con un promedio de 2.06 kg día^{-1} habitante^{-1}; para el caso de Chiapas, Burgos (2010) realizó un estudio sobre el uso de leña en Rincón Chamula y reportó el consumo per cápita promedio de 2.8 kg día^{-1}; Mozo y Silva (2022) estimaron un consumo promedio per cápita de 2.01 kg persona^{-1} día^{-1} en Guerrero, México; y Bello-Román et al. (2023) reportaron un consumo per cápita de 1.6 kg día^{-1}. De acuerdo con Quiroz et al. (2009), el consumo promedio per cápita de leña en México está entre 2.1 y 3 kg día^{-1}.

Cabe destacar que el 100% de las familias no compra leña, sin embargo, la forma de obtención de leña varia, algunas familias cuentan con árboles y contratan a una persona para que les corte y raje su leña (maquilan) y otras personas que también cuentan con árboles, realizan su propio corte y rajan su propia leña. El 30% de las familias contrata para que una persona le corte su leña (maquila), se realizó una estimación y se calculó un costo por maquila de $ 2.3 por kilogramo de leña (corte y raja). En el cuadro 1, se puede observar el costo total de las tres familias que maquilan para la obtención de leña.

Cuadro 1. Consumo de leña y su costo de obtención en la comunidad de Muyteje en el municipio de Acambay en el estado de México

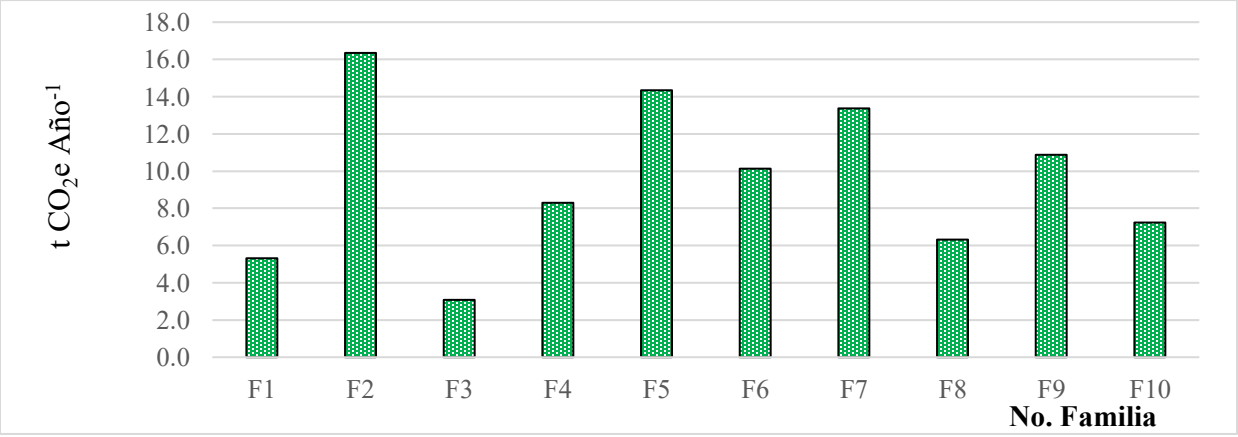
No. Familia	No. Integrantes	Consumo de leña familia (kg día^{-1})	Consumo per cápita (kg día^{-1})	Consumo familia (kg año^{-1})	CT obtención de leña (maquila $)	CT obtenci de leña (co propio $)
1	1	8.8	8.8	3,220	7,397	-

2	6	27.2	4.5	9,910	-	12,963
3	2	5.1	2.6	1,871	-	2,447
4	3	13.8	4.6	5,028	11,551	-
5	6	23.8	4.0	8,682	-	11,356
6	4	16.8	4.2	6,132	14,087	-
7	4	22.2	5.5	8,091	-	10,583
8	3	10.5	3.5	3,833	-	5,013
9	5	18.0	3.6	6,586	-	8,614
10	4	12.0	3.0	4,380	-	5,729
Promedio		**15.8**	**4.4**	**5,773**		

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, el 70% de las familias realiza su propio corte, rajado y recolección de leña, con la estimación realizada de insumos y mano de obra se calculó un costo de $1.3 por kilogramo de leña. En el cuadro 1, se puede observar el costo de obtención de leña de las familias que realizan la actividad, es importante señalar que las familias que no maquilan para la obtención de leña tiene un ahorro del 76%.

Uno de los aspectos importantes sobre la utilización de leña son los contaminantes que emite por su combustión. Con la metodología empleada se calculó que por el quemado de un kilogramo de leña se emite 1.651 kg de CO_2equivalente. En otro reporte del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO, 2025), indica que la quema de un kilogramo de leña genera 1.617 kg CO_2.



Gráfica 3. Emisiones por quemado de leña por familia en la comunidad de Muyteje en el municipio de Acambay en el estado de México.

Fuente: Elaboración propia utilizando la metodología del IPCC (2006).

En la comunidad de Muyteje las diez familias analizadas consumen al año 57.7 toneladas de leña, las cuales emiten un total de 95.3 toneladas de CO_2equivalente. El promedio por familia es 9.5 toneladas de CO_2e y por persona de 2.7 t CO_2e año^{-1}. Briseño y Valenzuela (2013) realizaron un estudio para medir las emisiones de CO_2 por la quema de leña en comunidades rurales de Durango, los resultados del estudio indican que el consumo de leña ocasiona la emisión de 0.6 t CO_2e por habitante por año.

CONCLUSIONES

El consumo de leña es de gran importancia como fuente de energía en las comunidades rurales, en la comunidad de Muyteje del municipio de Acambay en el estado de México no es la excepción, las familias práticamente dependen de esta fuente de energía para poder cocer sus alimentos y que también sirve como fuente de calor dentro de sus hogares, las diez familas cocinan con fogón tradicional. El consumo promedio por persona en esta comunidad supera los 4 kg por día y las emisiones por la quema de leña son de casi 3 t CO_2e año^{-1}, cabe destacar que las familas analizadas cuentan con árboles dentro de sus parcelas y el 30% contrata a una persona para la obtención de leña, mientras que el 70% cuenta con el equipo para cortar y obtiene su propia leña, ahorrando un 76% del costo con respecto a los que contratan para obtenerla.

Literatura Citada

Alvarado, M. S. V., Álvarez, S. E., Maldonado, T. R., y Sánchez, V. A. S. (2018). Consumo de leña en México: hábitos de uso, problemática asociada y alternativas sostenibles de solución. In S. M. E. Álvarez, y A. A. Vázquez (Coordinadores), *Agroforestería para la conservación de los recursos naturales y productividad* (pp. 64-87). México: UACh.

Banco Mundial. (2020). Cocinar es un riesgo para casi la mitad de los latinoamericanos. (nov 11-2020). https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2020/11/11/cocina-energias-modernas-combustibles-limpios-latinoamerica

Bello-Román, M., García-Flores, A., Colin-Bahena, H., Román-Montes de Oca, E., y Beltrán-Rodríguez, L. (2023). Variación en el consumo de leña y factores que lo determinan en una comunidad campesina al suroeste del estado de Morelos, México. *Botanical Sciences, 101*(1), 149-163.

Berrueta, M. V., Serrano, M. M., García, B. C., Astier, M. & Masera, R. O. (2015). Promoting sustainable local development of rural communities and mitigating climate change: the case of Mexico's Patsari improved cookstove Project. *Climatic Change 140*(1), 63-77. doi:10.1007/s10584-015-1523-y.

Briceño, C. E. A., y Valenzuela, N. L. M. 2013. Cuantificación de emisiones de CO2 por consumo de leña: Inventario de CO2 liberado en relación a la quema de leña en el estado de Durango. Londres Inglaterra: Editorial Académica Española. 120 p.

Burgos, L. D. E. (2010). Uso de la leña: normatividad, consumo y contaminación intramuros en Rincón Chamula, Chiapas, México. Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur, Chiapas, México.

Calderón, C. A., Jiménez, R. L. M., y Soto, P. L. (2018). Mujeres y tecnologías para el consumo de leña en una comunidad indígena en Chiapas. In Z. A. De Luca., G. V. Vázquez., P. Bose., y G. M. Velázquez (Eds), *Género, energía y sustentabilidad: aproximaciones desde la academia* (pp. 147-176). Cuernavaca, Morelos: UNAM.

CONAFOR. (2008). *Estufa ahorradora de leña* (1ª ed.). Guadalajara, Jalisco: Impre-Jal S.A. de C. V.

CONAFOR. (2026). Sistema Nacional de Información Forestal. https://snif.cnf.gob.mx/

Comisión Nacional Forestal. 2024. Estado que guarda el Sector Forestal en México. México: 2023. 263 p. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/987649/libro_EGSFM_23_compressed__2_.pdf

Díaz, S. S. A., y Torres, C. H. Y. (2019). Análisis de viabilidad de la implementación de biodigestores como alternativa energética para familias del área rural. Tesis de Licenciatura, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Díaz-Nigenda, E., Vázquez-Morales., Venegas-Sandoval, A., Morales-Iglesias, H., Hernández-Jiménez, S. (2021). Emisiones por la preparación de comida rápida Ecosist. Recur. Agropec. 8(2), 1-9. https://doi.org/10.19136/era.a8n2.2962

FAO. (2017). *La transición al carbón vegetal*. Roma, Italia: Autor.

FAO. 2020. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 – Principales resultados. Roma, Italia: FAO. https://doi.org/10.4060/ca8753es. https://www.fao.org/interactive/forest-resources-assessment/2020/es/

FIDA. (2016). Reducir la carga de trabajo doméstico de las mujeres en las zonas rurales mediante el uso de tecnologías y prácticas de ahorro de mano de obra. Roma Italia: FIDA. www.ifad.org/documents/d/new-ifad.org/teaser_workload-s_web-pdf

Flores, S. M. T. (2016). Alcances ambientales de la adopción de la estufa ahorradora de leña tlecalli en dos comunidades rurales del Estado de Morelos, México. *Ambiente y Desarrollo, 20(*39), 143-157. http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.ayd20-39.aaae doi:10.11144/Javeriana.ayd20-39.aaae

García, B. C. A., y Masera, C. O. 2016. *Estado del arte de la bioenergía en México*. México: Imagia Comunicación S. de RL. de CV.

Herrera-Portugal, C., Franco-Sánchez, G., Pelayes-Cruz, M., Schlottfeldt-Trujillo, Y., y Pérez-Solís, B. L. (2009). Daño al ADN en mujeres expuestas al humo de la leña en Chiapas, México. *Acta Toxicol. Argent., 17* (2), 56-61.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón.

Juneman, A., & Legarreta, G. (2007). Inhalación de humo de leña: una causa relavante pero poco reconocida de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. *Revista Americana de Medicina Respiratoria, 7*(2), 21-57.

Krugman, P., y Wells, R. 2006. Introducción a la Economía: microeconomía. Barcelona España: Reverté.

Masera, O.; Arias, C. T.; Ghilardi, A.; Guerrero, G.; Patiño, P. 2010. Estudio sobre la evolución nacional de consumo de leña y carbón vegetal en México 1990-2024. Tercer Informe. México: UNAM.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (Consultado 07-09-2024). Factores de emisión 2007-2024. https://www.miteco.gob.es

Mozo O. A., y Silva, A. M. (2022). Caracterización del aprovechamiento de leña en una comunidad *Me'phaa* de la Montaña de Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 13*(70), 112-135. DOI: 10.29298/rmcf.v13i70.1263

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2023. Contaminación del aire ambiente (exterior). https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health. (consultado 08-08-2023).

Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA). (2007). Estufas ahorradoras de leña. México: SAGARPA-FAO.

Quiroz, C. J.; Cantú, G. C.; Díaz, J. R.; y Orellana, L. R. 2009. Uso de leña en Yucatán y tecnología para su aprovechamiento sustentable. Mérida, Yucatán: Impresos y Sellos VIC. 74 p.

Quiroz-Carranza, J., & Orellana, R. 2010). Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán, México. Madera y Bosques, 16(2), 47-67.

Quiroz, C. J., y Cantú, G. C. (2012). 4115El fogón abierto de tres piedras en la Península de Yucatán: tradición y trasferencia tecnológica. Revista Pueblos y fronteras digital, 7(13), 270-301. https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2012.13.117

Sagastume, G. A., Cabello, E. J. J., Hens, L., and Vandecasteele, C. (2020). The energy potential of agriculture, agroindustrial, livestock, and slaughterhouse biomass wastes through direct combustion and anaerobic digestion. The case of Colombia. Journal of Cleaner Production, 269(2020). https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122317

SEMARNAT. (2013). Instructivo para el aprovechamiento de leña en comunidades rurales. México: CONAFOR. https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Manual-de-la-Lena.pdf

Surendra, K. C., Takara, D., Hashimoto, G. A., and Khanal, K. S. (2014). Biogas as a sustainable energy source for developing countries: Opportunities and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 31*(2014) 846–859. http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.015

Schilmann, H, A. (2014). *Evaluación de impacto en la salud respiratoria, de mujeres residentes de áreas rurales, posterior a la introducción de estufas eficientes de leña PATSARI*. Tesis de doctorado, Escuela de salud pública de México, Cuernavaca, Morelos.

Schilmann, A., De la Sierra-de la Vega, L. A., Estévez-García, J. A., Riojas-Rodríguez, H., Serrano-Medrano, M., Ruiz-García, V., Masera, O., y Berrueta, V. (2021). *Efectos a la salud por el uso de fogones abiertos de leña y alternativas*. Cuernavaca, Morelos: Instituto Nacional de Salud Pública.

World Resources Institute México (WRI México). 2023. Cuatro gráficos que explican las emisiones de gases de efecto invernadero por país y por sector. (consultado 28-06-2023). https://wrimexico.org/bloga/cuatro-gr%C3%A1ficos-que-explican-las-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-por-pa%C3%ADs-y-por

Zamora, M. H. C. (2011). *Impactos socio-ecológicos del uso sostenido de estufas eficientes de leña en siete comunidades de Michoacán.* Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán.

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de octubre de 2026

Caracterización del mercado mundial de granos básicos de importancia para México

Zulia Helena Caamal Pat[24], José Antonio Ávila-Dorantes[1], Ignacio Caamal Cauich[1]

Resumen

Los granos básicos son un componente estratégico de la alimentación y de distintas actividades productivas, por lo que su disponibilidad y comportamiento en los mercados internacionales son relevantes para la seguridad alimentaria. El objetivo del presente estudio fue caracterizar el mercado mundial de maíz, trigo, frijol y arroz durante el periodo 1980-2024, considerando la importancia que estos granos representan para México. Se realizó un análisis de la producción, consumo y comercio. Se calcularon valores totales, proporciones, tasa de crecimiento, consumo nacional aparente, consumo nacional aparente per cápita, coeficiente de autosuficiencia y coeficiente de dependencia alimentaria. Los resultados muestran una tendencia creciente de la producción mundial de los cuatro granos, acompañada de un incremento en las importaciones y las exportaciones. México presenta una participación importante como productos de maíz y frijol, y como importador de maíz, trigo y arroz. El consumo nacional aparente presentó una tendencia creciente, mientras que el consumo per cápita de frijol y arroz disminuyó durante el periodo analizado. El frijol mostró los mayores niveles de autosuficiencia, mientras que el arroz y el trigo presentaron la mayor dependencia alimentaria. Estos resultados evidencian la importancia del mercado mundial para el abastecimiento de los granos básicos.

Palabras clave: granos básicos; mercado mundial; autosuficiencia alimentaria y dependencia alimentaria.

Abstract

Basic grains are a strategic component of the food supply and various productive activities; consequently, their availability and behavior in international markets are crucial for food security. This study aimed to characterize the global market for maize, wheat, beans, and rice from 1980 to 2024, considering the importance of these grains to Mexico. An analysis of production, consumption, and trade was conducted. Key metrics calculated included total values, proportions, growth rates, apparent national consumption, per capita apparent national consumption, the self-sufficiency coefficient, and the food dependency coefficient. The results reveal an upward trend in global production for all four grains, accompanied by increases in both imports and exports. Mexico plays a significant role as a producer of maize and beans, and as an importer of maize,

[24] Universidad Autónoma Chapingo.Posgrado - DICEA. Carretera México-Texcoco km. 38.5, Chapingo, Estado de México, México. CP 56230.
Correo: helena.caamal@gmail.com, aviladorantes@hotmail.com, icaamal82@yahoo.com.mx

wheat, and rice. Apparent national consumption showed an upward trend, whereas per capita consumption of beans and rice declined during the period analyzed. Beans exhibited the highest levels of self-sufficiency, while rice and wheat showed the greatest food dependency. These findings highlight the importance of the global market in supplying basic grains

Keywords: basic grains; global market; food self-sufficiency and food dependency.

1. Introducción

Los cereales y las leguminosas constituyen un componente estratégico de la alimentación mundial debido a su importancia para la nutrición de la población, la producción pecuaria y diversas actividades agroindustriales (FAO et al., 2022). Para 2024, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la producción mundial de cereales fue de 3,133 millones de toneladas (t), entre los que destacan el maíz (38.9 %), arroz (26.2 %), trigo (25.5 %), cebada (4.5 %) y sorgo (2.1 %), mientras que la producción de leguminosas fue de 97.1 millones de toneladas, entre las cuales destacan el frijol (31.2 %), garbanzos (17.4 %), guisantes (14.6 %), caupís (10.4 %) y lentejas (8.1 %) (FAOSTAT, 2026). La producción y disponibilidad de estos cultivos contribuyen a satisfacer las necesidades alimentarias de la población y constituyen insumos relevantes para diferentes actividades productivas. Por esta razón, el comportamiento de los mercados agrícolas puede generar efectos económicos y sociales relacionados con el abastecimiento, los precios y la seguridad alimentaria.

Considerando lo anterior, los cereales y las leguminosas adquieren particular importancia en México por ser parte de la dieta de la población y por su contribución a diversas actividades productivas. De acuerdo con la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (Cámara de Diputados, 2001), en el capítulo XVII, relativo a la Seguridad Alimentaria, en el artículo 176 se establece que el maíz, frijol, trigo y arroz son considerados productos básicos y estratégicos debido a su importancia en la economía y en la dieta básica nacional. Estos granos son importantes para el abastecimiento alimentario y tienen una estrecha relación con los mercados internacionales, por lo que su producción, consumo y comercio son trascendentes para México.

Para México, estos granos presentan diferencias en cuanto a las condiciones de producción, niveles de consumo y participación en el mercado internacional. En 2023, el maíz registró un consumo nacional aparente (CNA) per cápita de 354.14 kilogramos (kg) por habitante, seguido del trigo con 56.83 kg, el frijol con 7.55 kg y el arroz con 5.38 kg. La participación de las importaciones en el CNA fue de 40.27% para maíz, 54.46% para trigo, 29.94% para frijol y 63.86% para arroz (FAOSTAT, 2026). Estos datos muestran las diferencias tanto en el consumo como en la dependencia del mercado internacional para satisfacer la demanda interna, lo que evidencia la importancia de analizar la producción, el consumo y el comercio de estos productos.

La dinámica del mercado mundial de estos granos está determinada por factores productivos, económicos y comerciales que pueden modificar la disponibilidad y los precios. Las variaciones

en la producción mundial, los cambios en los patrones de consumo, las condiciones del comercio internacional y las políticas relacionadas con la producción y el comercio pueden generar cambios en la oferta disponible y en la dependencia de los países respecto al mercado externo. Para el caso de México, estas condiciones son relevantes debido a la importancia de estos productos en la alimentación de la población, así como a las diferencias entre la producción y el consumo.

Si a estas condiciones se suman los efectos asociados al cambio climático, los cuales pueden modificar las condiciones de producción de los cultivos mediante cambios en la temperatura y la precipitación, así como una mayor ocurrencia de eventos climáticos extremos, los efectos se verían reflejados en los rendimientos agrícolas, en la disponibilidad de alimentos, en los precios y en los flujos comerciales. Por ello, la evolución del mercado de los granos constituye un elemento relevante para analizar los retos que enfrenta México en materia de abastecimiento y seguridad alimentaria.

Por lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo caracterizar el mercado mundial del maíz, trigo, frijol y arroz durante el periodo 1980-2024, mediante el análisis de la producción, consumo y comercio, así como de la participación de México en el mercado internacional. El trabajo busca analizar la evolución de la autosuficiencia y dependencia alimentaria del país respecto a estos cultivos, con el propósito de identificar las principales características y tendencias del mercado mundial de granos básicos de importancia para México y sus implicaciones para el abastecimiento y la seguridad alimentaria.

2. Materiales y Métodos

2.1 Metodología general

Para llevar a cabo el análisis se utilizó información de 1980 a 2024 obtenida de la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT, 2026). Los datos se organizaron y analizaron utilizando el método deductivo, partiendo de lo general a lo particular.

2.2 Obtención y sistematización de la información

La información de producción, importaciones y exportaciones, tanto a nivel mundial como para México, se obtuvo de FAOSTAT, así como la información de la población de México para calcular los indicadores de consumo nacional aparente, coeficiente de autosuficiencia y coeficiente de dependencia alimentaria. Los datos fueron expresados en toneladas (t) y convertidos en kilogramos (kg) para el cálculo de los indicadores per cápita.

La sistematización de la información consistió en ordenar las variables más importantes en matrices para observar y obtener las proporciones y las tasas de crecimiento de las distintas variables. Una vez ordenadas las matrices, con las variables de producción, importaciones y exportaciones de maíz, frijol, trigo y arroz se determinaron los valores totales, valores parciales, proporciones y tasas de crecimiento. Posteriormente, se se procedió a realizar los cálculos para obtener el consumo nacional aparente, el consumo nacional aparente per-cápita, el coeficiente de autosuficiencia y el coeficiente de dependencia para México.

2.3 Procedimientos de cálculo

Para determinar la distribución y el comportamiento de las variables se emplearon los siguientes conceptos y fórmulas:

Valores totales. Los valores totales se refieren a la suma de los valores parciales de cualquier variable (Caamal *et al.*, 2016), los cuales se obtienen de la siguiente manera:

$$VT = \Sigma VP \qquad (1)$$

Donde: VT=Valor total; VP=Valor parcial.

Proporción. La proporción se refiere al valor que representa la participación de un valor parcial con respecto de un total de cualquier variable (Caamal *et al.*, 2016). El procedimiento de cálculo es:

$$P\% = \frac{VP}{VT} * 100 \qquad (2)$$

Donde: P%=Participación porcentual; VP=Valor parcial; VT=Valor total.

Tasa de crecimiento por periodo. La tasa de crecimiento por periodo se refiere al incremento porcentual que tiene un valor determinado en un periodo de tiempo de cualquier variable (Brambila, 2011). El procedimiento de cálculo es:

$$TC\% = \left(\left(\frac{VF}{VI}\right) - 1\right) * 100 \qquad (3)$$

Donde: TC%=Tasa de crecimiento, en porcentaje; VF=Valor final, en el último año; VI=Valor inicial, en el año 1.

Tasa de crecimiento promedio anual. La tasa de crecimiento promedio anual se refiere al incremento porcentual promedio anual que tiene un valor determinado a lo largo de un periodo de tiempo, considerando un año base de cualquier variable (Brambila, 2011). El procedimiento de cálculo es:

$$TCPA = \left(\left(\frac{VF}{VI}\right)^{1/n} - 1\right) * 100 \qquad (4)$$

Donde: TCPA%=Tasa de crecimiento promedio anual, en porcentaje; VF=Valor final, en el último año; VI=Valor inicial, en el año 1; n=Número de años.

Consumo Nacional Aparente. El consumo nacional aparente se entiende como la cantidad requerida de un bien o servicio en el país. El procedimiento de cálculo es:

$$CNA = Prod + M - X \qquad (5)$$

Donde: Prod=Producción; M=Importaciones; X=Exportaciones.

Consumo Nacional Aparente per cápita. El consumo nacional aparente per cápita se refiere a la cantidad requerida de un bien o servicio por persona en el país. El procedimiento de cálculo es:

$$CNAP = \frac{CNA}{Pob} \qquad (6)$$

Donde: CNA =Consumo Nacional Aparente; Pob= Población del país.

Coeficiente de autosuficiencia. El coeficiente de autosuficiencia permite conocer el grado en que un país puede satisfacer las necesidades alimentarias con su producción (Ayala-Garay, 2011; Salvador, 2016). El procedimiento de cálculo es:

$$CA = \frac{Prod}{CNA} \qquad (7)$$

Donde: Prod=Producción; CNA =Consumo Nacional Aparente. Si el coeficiente es igual o mayor que 1, el país es altamente autosuficiente (Salvador, 2016).

Coeficiente de dependencia alimentaria: El coeficiente de dependencia permite conocer el grado en que la oferta de alimentos es suministrada vía importaciones.

$$CDA = \frac{M}{Prod} \qquad (8)$$

Donde: M=Importaciones; Prod=Producción. Cuando el coeficiente es igual a 1, las importaciones son equivalentes a la producción. Si el coeficiente es mayor a 1 el país es dependiente del mercado internacional (Salvador, 2016), es decir, las importaciones superan la producción nacional.

3. Resultados y discusión

3.1 Producción

En el periodo analizado la producción mundial de los cultivos analizados presenta una tendencia creciente (Figura 1). Para arroz se observa una tasa de crecimiento promedio anual de 1.6 %, en maíz el crecimiento promedio observado es de 2.5 %, en frijol y trigo de 1.8 y 1.3 %, respectivamente.

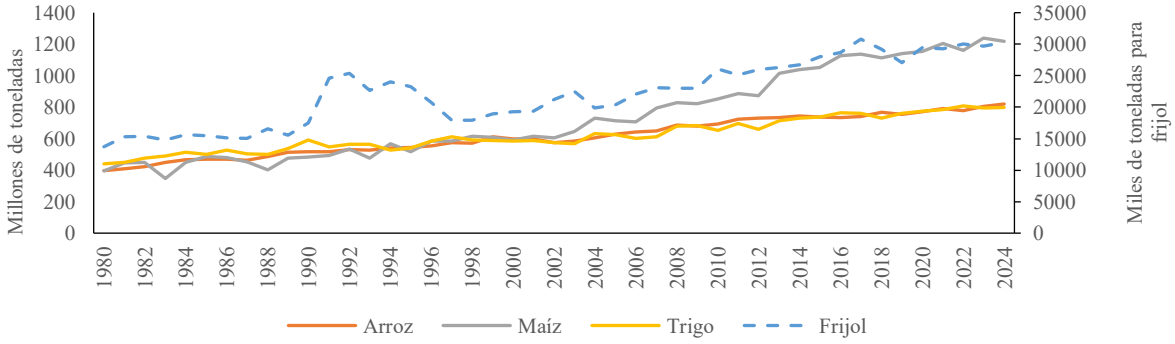


Figura 1. Comportamiento de la producción mundial de los principales granos básicos de importancia para México, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

Para 2024, la producción de arroz fue de 820 millones de toneladas. Los principales países productores de arroz fueron India (27 %), China (25 %), Bangladesh (7 %), Indonesia (6 %), Viet Nam (5 %), que suman el 71 % de la producción Mundial. La producción de estos países presenta

una tendencia creciente (Figura 2), en el periodo analizado China ha sido el mayor productor con una TCPA de 0.9 %, no obstante India presenta una TCPA de 2.2%, presentó una mayor producción en 2024. La TCPA es positiva para Bangladesh (2.4%), Indonesia (1.3 %) y Viet Nam (3.0 %).

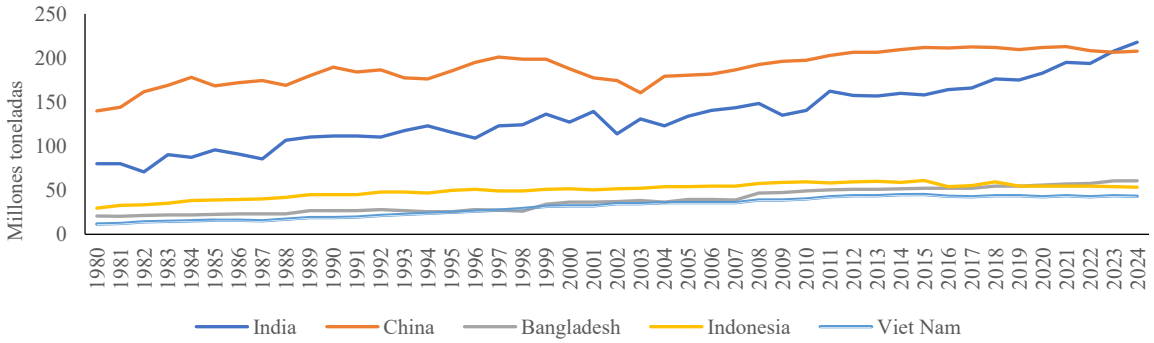


Figura 2. Comportamiento de la producción mundial de arroz, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

La producción de frijol en 2024 fue de 30 millones de toneladas. Los principales países productores de frijol presentan una tendencia positiva (Figura 3). Los principales países productores en 2024 fueron India (26 %), seguida de Brasil (10 %), Myanmar (8 %), República Unida de Tanzania (5 %), Estados Unidos de América (5 %), China (4 %), México (3 %) y Kenia (3 %), estos países suman el 64% de la producción mundial de frijol. El crecimiento histórico de la producción muestra que la TCPA para India es de 2 %, Brasil de 1 %, Myanmar de 5 %, Tanzania de 4 %, Kenia de 3 %, mientras que China presenta una tasa negativa de 1%. Por otro lado, Estados Unidos y México han presentado una TCPA de 0%.

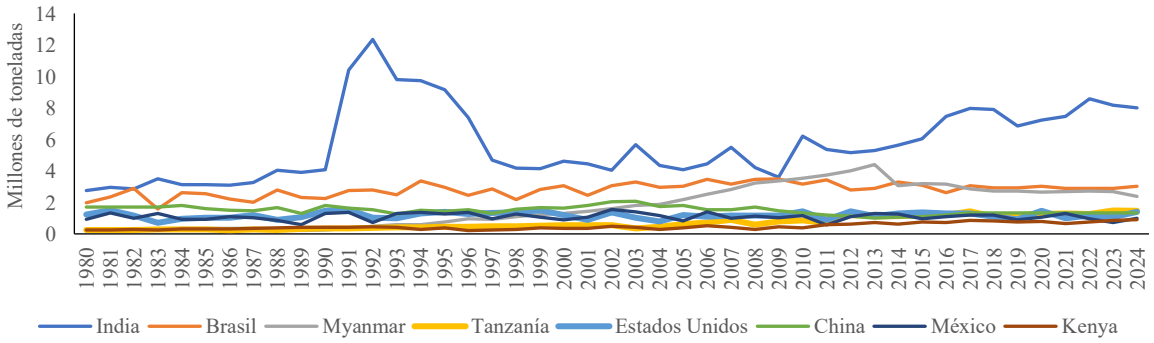


Figura 3. Comportamiento de la producción mundial de frijol, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

Para maíz en 2024, se registró una producción de 1,218 millones de toneladas. Los principales países productores fueron Estados Unidos (31 %), China (24 %), Brasil (9 %), Argentina (5 %), India (3 %), Ucrania (2 %) y México (2 %). Estos países suman el 77% de la producción mundial.

Para estos países la TCPA en el periodo analizado fue positiva (Figura 4), Estados Unidos y México con 2 %, China, Brasil e India con 4 %, Argentina 5 %, Ucrania 7 %.

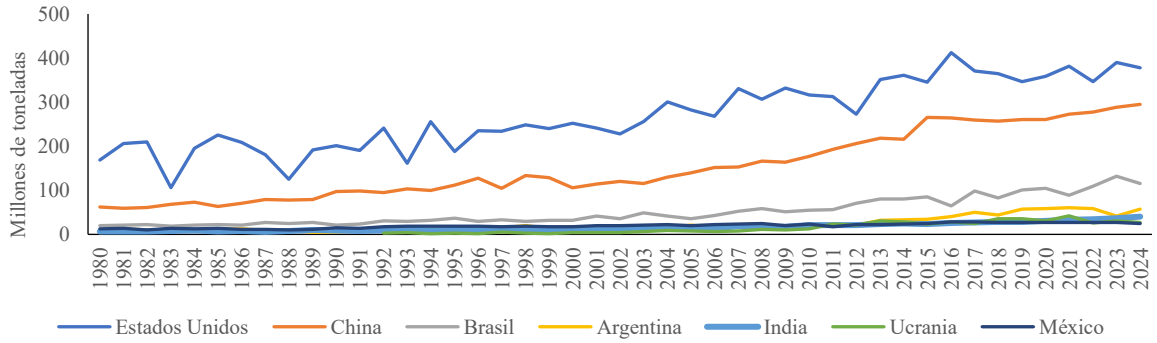


Figura 4. Comportamiento de la producción mundial de maíz, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

En 2024, la producción de trigo fue de 798 millones de toneladas. Los principales países productores fueron China (18 %), India (14 %), Rusia (10 %), Estados Unidos (7 %), Canadá (5 %), Australia (4 %), Pakistán (4 %), Francia (3 %), Ucrania (3 %) y Turquía (3 %), que suman el 70 % de la producción. La mayoría de los países productores presentan una TCPA creciente; China (2.1 %), India (2.9 %), Australia (2.6 %), Pakistán (2.4 %) y Rusia (1.8 %) presentan los mayores crecimientos, Francia (0.2 %), Ucrania (0.4 %) y Turquía (0.5 %) también presentan crecimiento positivo y Estados Unidos (-0.4 %) presenta decrecimiento. Los reportes de producción para Pakistán y Ucranía comienzan a partir de 1992.

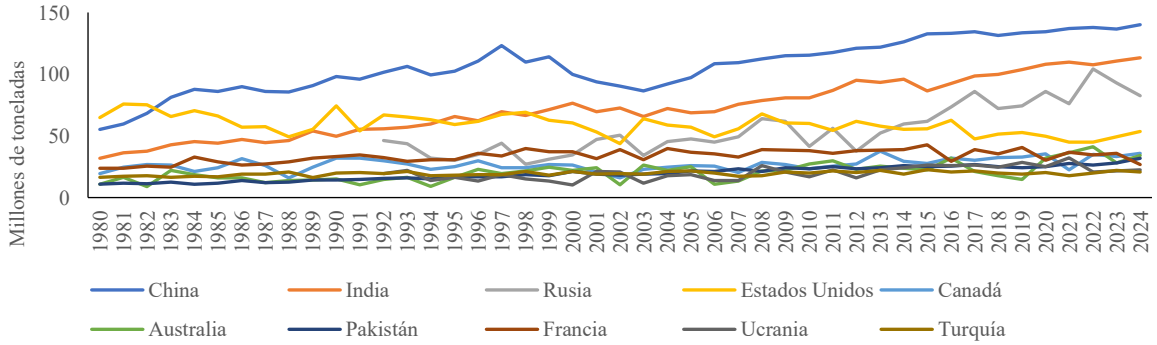


Figura 5. Comportamiento de la producción mundial de trigo, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

3.2 Importaciones

En el periodo analizado, las importaciones de maíz, trigo, frijol y arroz presentan una tendencia creciente (Figura 6). Para arroz se observa una tasa de crecimiento promedio anual de 7.5 %, en frijol el crecimiento promedio observado es de 3.0 %, en maíz y trigo de 2.1 y 1.9 %, respectivamente. Se observa que a partir de 1995 las importaciones mundiales de arroz aumentaron en 148 % pasando de 1.7 millones de toneladas a 4.4 millones de toneladas.

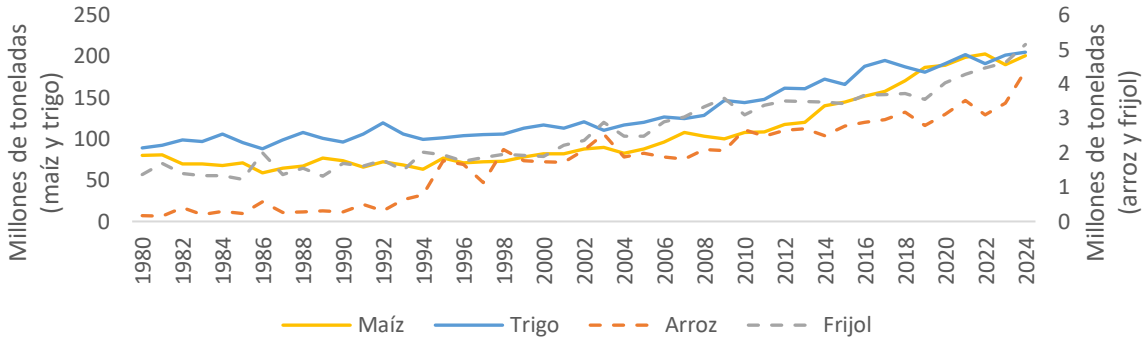


Figura 6. Comportamiento de las importaciones mundiales de los principales granos básicos de importancia para México, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

Las importaciones de arroz en 2024 fueron de 4.4 millones de toneladas. Los principales países importadores de arroz en ese año, fueron Viet Nam (33%), México (15 %), Nepal (8 %), Venezuela (7 %), Costa Rica (7 %) y Honduras (6 %). Estos países en conjunto importan el 76%. Viet Nam es el país con mayor crecimiento de sus importaciones entre 2014 y 2024 con una TCPA de 45%. Entre 1980 y 2024, Costa Rica presentó una TCPA de 3%, seguido de Nepal y Honduras con 1%, México presentó una TCPA de 1%, mientras que Venezuela tiene un decrecimiento (-1%) (Figura 7).

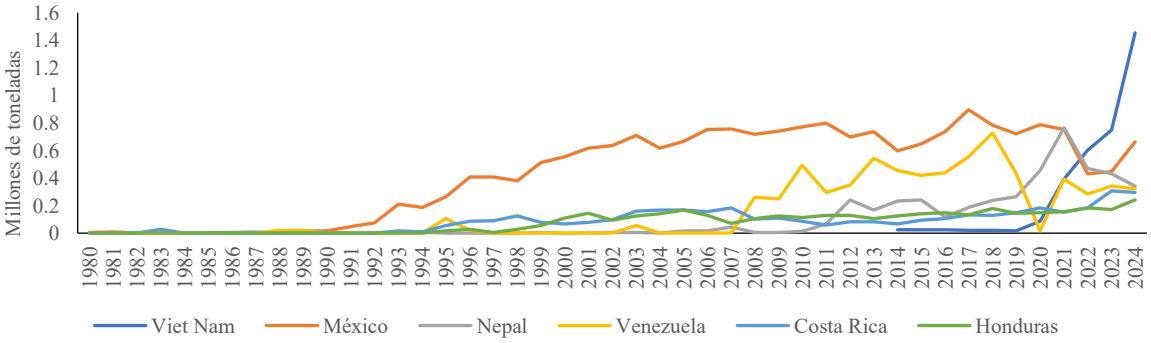


Figura 7. Comportamiento de las importaciones mundiales de arroz, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

Las importaciones de frijol en 2024 se registraron en 5.1 millones de toneladas. El 54% de las importaciones de frijol correspondió a India (19 %), China (13 %), México (8 %), Estados Unidos (4 %), Pakistán (4 %), Viet Nam (3 %) e Italia (3 %). La mayoría de estos países presenta una TCPA positiva (Figura 8). Pakistán es el país con una TCPA de 12 %, seguido de Estados Unidos (7%), China (7 %), India (6%), Viet Nam (6 %) e Italia (3%), mientras que México presentó una TCPA negativa (-1.0 %), en la Figura 8 se observa que las importaciones de México presentan variaciones con un incremento entre 2022 y 2024.

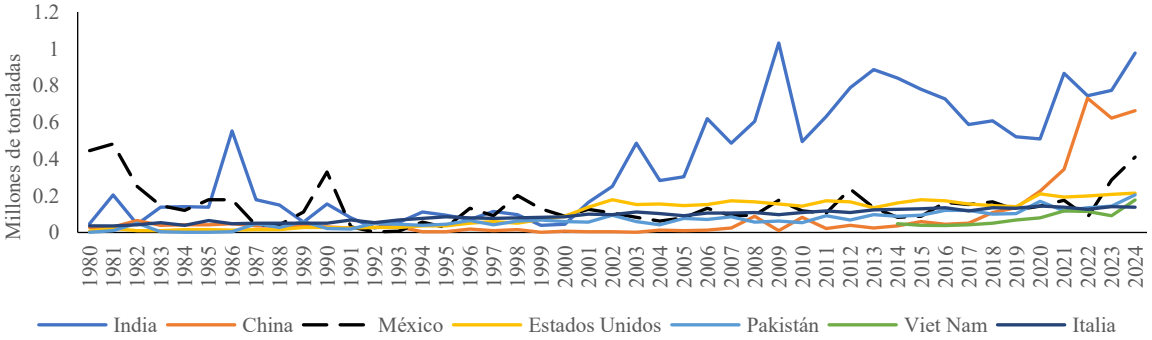


Figura 8. Comportamiento de las importaciones mundiales de frijol, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

En 2024, las importaciones de maíz fueron de 201 millones de toneladas. Los principales países importadores de maíz en ese año fueron México (12 %), Japón (8 %), China (7 %), Corea del Sur (6 %), España (5 %), Viet Nam (4 %), Egipto (4 %), Italia (4 %), Colombia (3 %) y Países Bajos (3 %), con el 55 % de las importaciones mundiales. Estos países presentan TCPA positivas, siendo Viet Nam el país con mayor crecimiento (23 %), seguido de Colombia (8 %), Egipto (6 %), China (5 5), México (4 %), Corea del Sur (4 %), España (2 %), Italia (2 %), Países Bajos (1 %) y Japón con un crecimiento constante (0 %). En la Figura 9 se puede observar el comportamiento de las importaciones de México, a partir de 2013 se muestra el crecimiento por las importaciones de maíz.

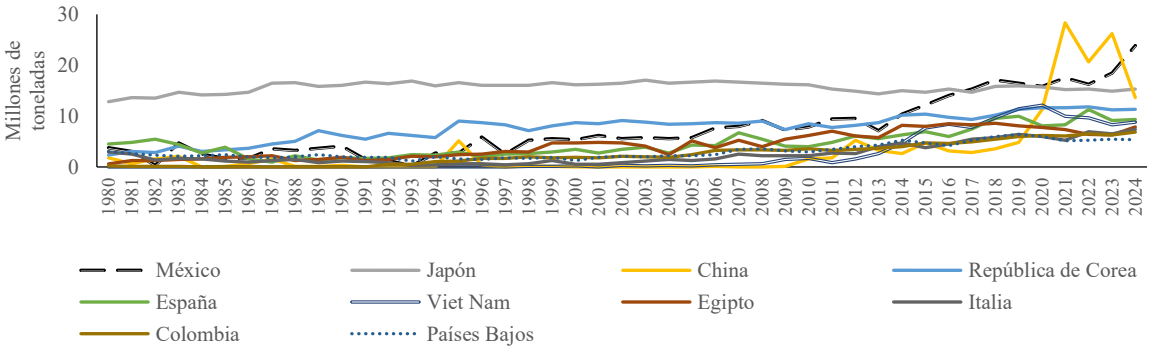


Figura 9. Comportamiento de las importaciones mundiales de maíz, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

Las importaciones de trigo registradas en 2024 fueron de 205 millones de toneladas y el 47% de ellas se distribuyen en doce principales países. Egipto es el mayor importador (6 %), seguido de Indonesia (6 %), China (5 %), Italia (5 %), España (4 %), Argelia (3 %), Filipinas (3 %), Brasil (3 %), Alemania (3 %), Turquía (3 %), Japón (3 %) y Marruecos (3 %). La TCPA de los países importadores presenta un crecimiento positivo España y Turquía de 7 %, Indonesia y Filipinas de 5 %, Argelia, Alemania y Marruecos de 3 %, Egipto e Italia 2 %, Brasil 1 %. En la Figura 10 se observa que China tuvo un decrecimiento de sus importaciones a finales de la década de 1990, no obstante, se observa que a partir de 2011 las importaciones han crecido, la TCPA es de 0 %, mostrando que las importaciones han crecido a niveles de 1980. Japón al igual que en maíz mantiene constante sus importaciones de trigo (0 %)

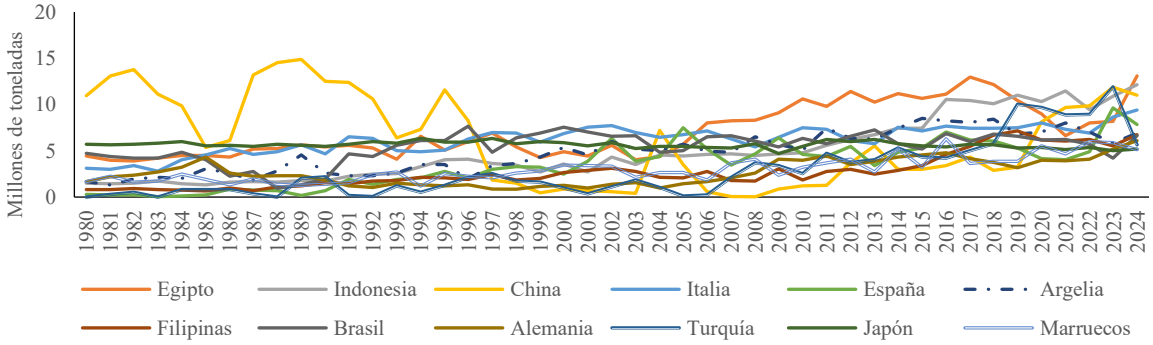


Figura 10. Comportamiento de las importaciones mundiales de trigo, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

3.3 Exportaciones

Entre 1980 y 2024, las exportaciones de los cultivos analizados presentan una tendencia creciente (Figura 11). Para arroz se observa una tasa de crecimiento promedio anual de 8.5 %, en frijol el crecimiento promedio observado es de 3.2 %, en maíz y trigo de 2.1 y 1.8 %, respectivamente. Se observa que las exportaciones mundiales de arroz incrementaron de 209 mil toneladas a 8.1 millones de toneladas.

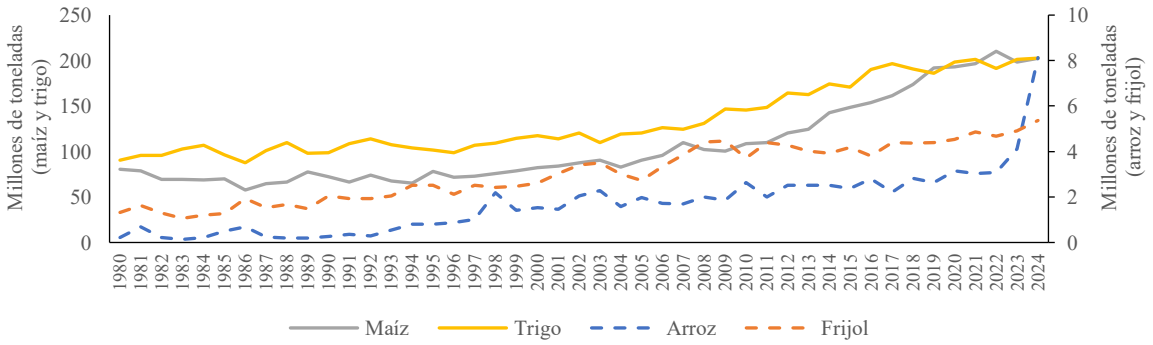


Figura 11. Comportamiento de las exportaciones mundiales de los principales granos básicos de importancia para México, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

Como se mencionó anteriormente, las exportaciones de arroz en 2024 fueron de 8.1 millones de toneladas, el 85 % de las exportaciones provinieron de Camboya (62 %) y Estados Unidos (23 %). En la Figura 12 se observa que las exportaciones de Camboya no son estables, por lo que se puede considerar a Estados Unidos como el principal país exportador presentando una TCPA de 18%, seguido de Brasil e India con 18 % para cada uno y Colombia con un crecimiento de 8 %.

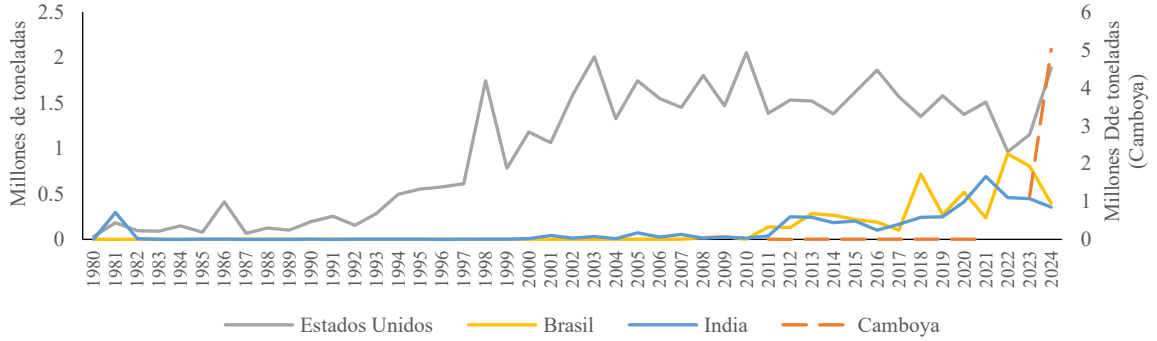


Figura 12. Comportamiento de las exportaciones mundiales de arroz, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

En 2024 las exportaciones de frijol fueron de 5 millones de toneladas. El 65 % de las exportaciones provienen de Myanmar (29 %), Estados Unidos (12 %), Canadá (8 %), Uzbekistán (6 %), Egipto (6 %) y Brasil (5 %). En la Figura 13, históricamente, Myanmar ha sido el principal exportador de frijol, con un comportamiento fluctuante, pero con tendencia positiva.

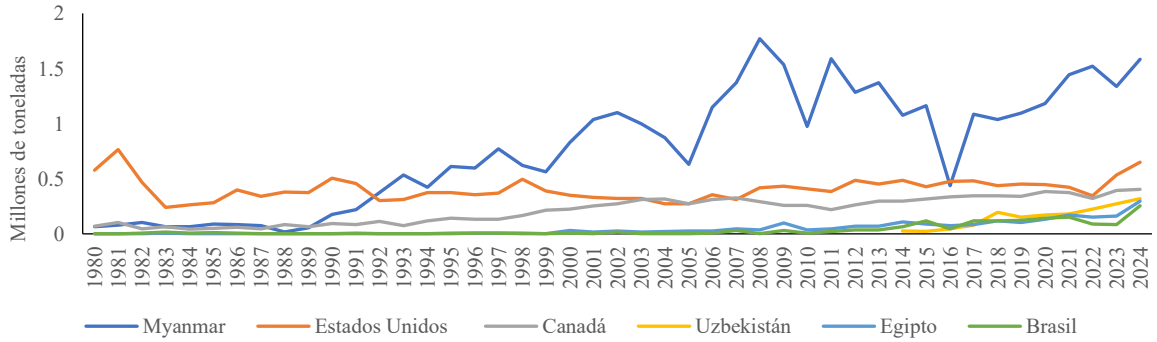


Figura 13. Comportamiento de las exportaciones mundiales de frijol, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

Las exportaciones de maíz en 2024 se registraron en 202 millones de toneladas. El 81 % de las exportaciones fueron de Estados Unidos (31 %), Brasil (20 %), Argentina (16 %) y Ucrania (15 %). Las exportaciones de Estados Unidos presentan fluctuaciones (Figura 14) con una TCPA negativa (-0.02 %). Mientras que Ucrania (30 %) y Brasil (22 %) presentan mayores tasas de crecimiento positivas y Argentina presenta una TCPA positiva (5 %).

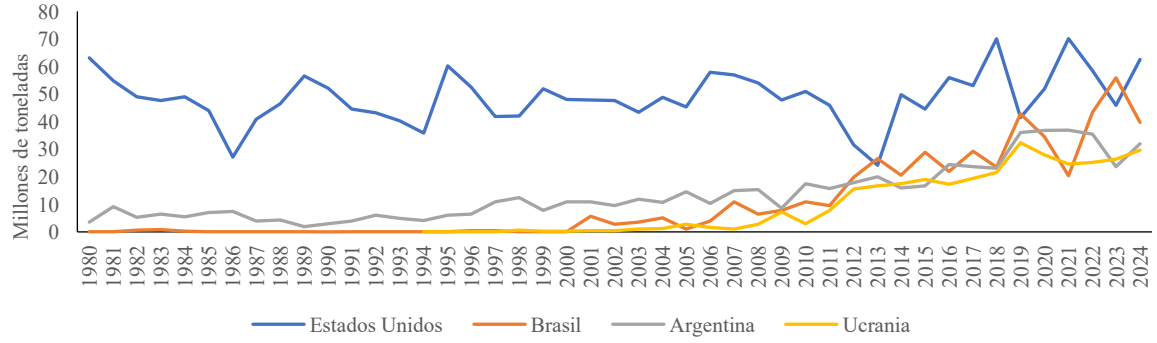


Figura 14. Comportamiento de las exportaciones mundiales de maíz, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

Las exportaciones de trigo en 2024 se registraron en 203 millones de toneladas. El 67 % de las exportaciones provinieron de Rusia (16 %), Canadá (13 %), Estados Unidos (11 %), Ucrania (10 %), Australia (10 %) y Francia (7 %). En el periodo analizado la mayoría de estos países presentaron una TCPA positiva siendo Rusia (14 %) y Ucrania (10 %) los que tienen altas tasas, seguidos de Canadá (1 %), Australia (1 %) y Francia (1 %), mientras que Estados Unidos presenta una tasa negativa (-1%), como se observa en la Figura 15.

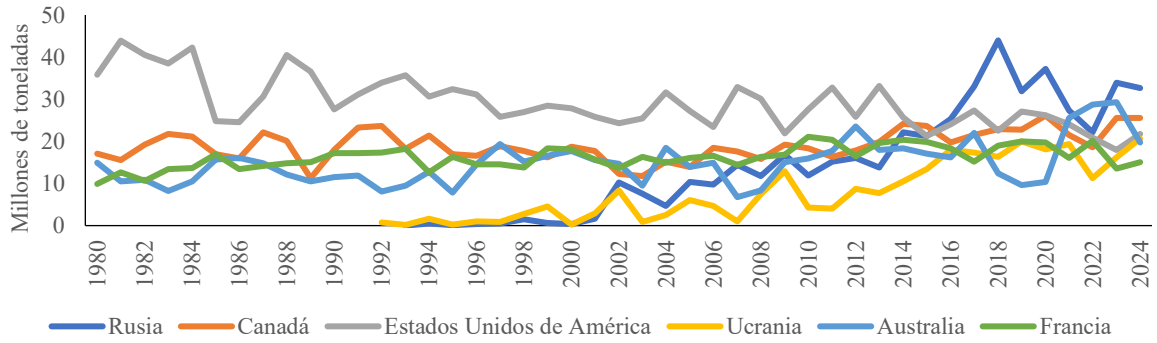


Figura 15. Comportamiento de las exportaciones mundiales de trigo, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

3.4 Consumo Nacional Aparente y Consumo Nacional Aparente per cápita para México

Para México, entre 1980 y 2024, el Consumo Nacional Aparente de los cuatro granos muestra una tendencia creciente (Figura 16). El maíz es el cultivo que presenta mayor CNA pasando de 16 millones de toneladas en 1980 a 48 millones de toneladas en 2024. El trigo es el segundo cultivo consumido en México pasando de 3 millones de toneladas en 1980 a 6 millones de toneladas en 2024, mientras que frijol ha mantenido un CNA alrededor de 1 millón de toneladas. El consumo de arroz en 1980 fue de 452 mil toneladas y en 2024 de 881 mil toneladas.

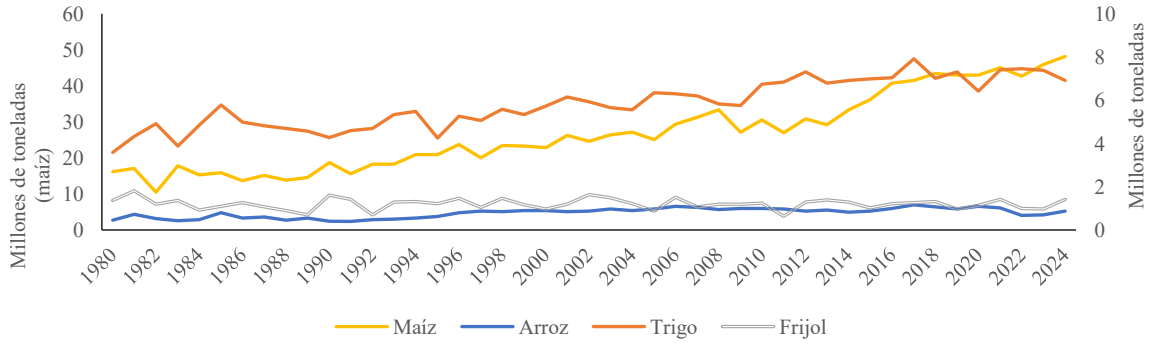


Figura 16. Comportamiento del CNA para México de los 4 granos básicos, 1980-2024.
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

En la Figura 17 del Consumo Nacional Aparente per cápita se muestra que en maíz hubo un crecimiento pasando de 240 kg/persona a 354 kg/persona de 1980 a 2023, al igual que en trigo con 53 kg/persona a 57 kg/persona. Mientras que frijol se pasó de 20 kg/persona a 8 kg/persona, y en arroz 7 kg/persona a 5 kg/persona, la disminución por el consumo de estos dos granos sugiere un cambio en la dieta de la población.

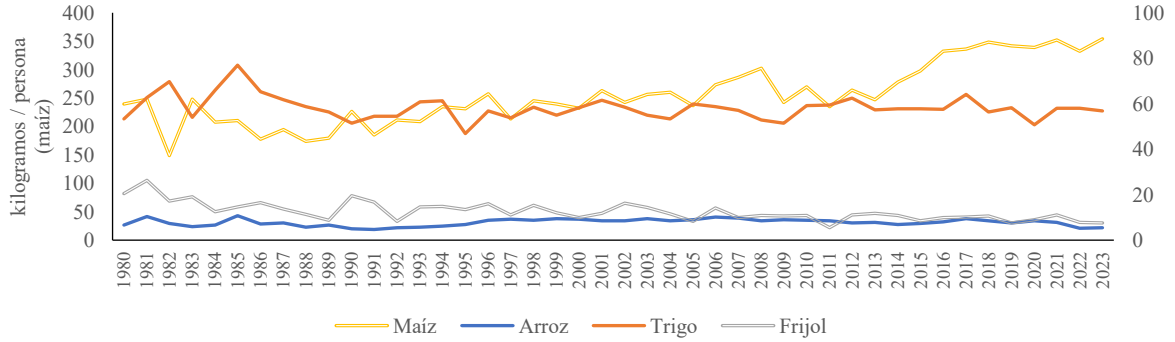


Figura 17. Comportamiento del CNA per cápita para México de los 4 granos básicos, 1980-2023. Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

3.5 Coeficiente de Autosuficiencia y Dependencia Alimentaria para México

El coeficiente de autosuficiencia muestra diferencias entre los cuatro granos analizados (figura 18). El frijol presenta el mayor nivel de autosuficiencia durante el periodo estudiado manteniéndose por encima de 0.8 y alcanzando valores cercanos a 1 en distintos años, esto indica la capacidad de la producción nacional para satisfacer el CNA. Mientas que el arroz presenta los menores niveles de autosuficiencia, particularmente a partir de la década de 1990, con valores inferiores a 0.5. El trigo también muestra una disminución en el coeficiente de autosuficiencia a partir de finales de 1990 y principios de los 2000. El maíz muestra una reducción gradual en el coeficiente, a lo largo del periodo analizado se encontraba por arriba de 0.7, sin embargo, a partir de 2015 el coeficiente esta entre 06 y 0.5.

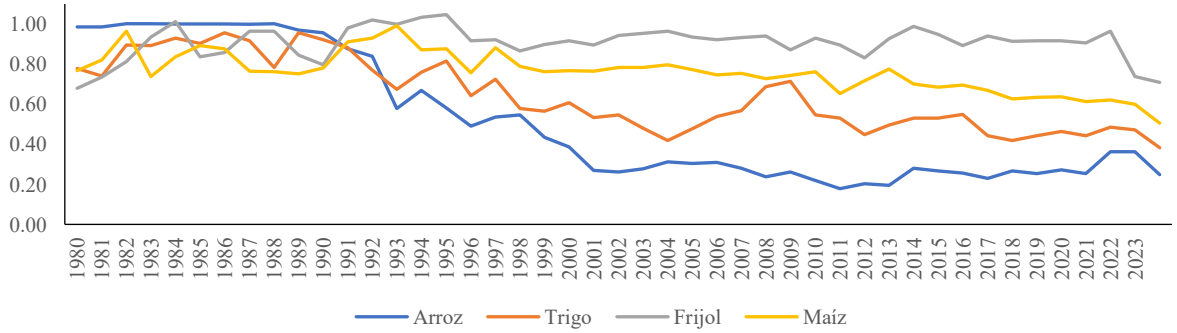


Figura 18. Comportamiento del coeficiente de autosuficiencia para México, 1980-2024. Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

El comportamiento del coeficiente de dependencia alimentaria (Figura 19) es consistente con la evolución observada en el coeficiente de autosuficiencia (Figura 18). El arroz presenta los mayores niveles de dependencia, a partir de la década de los 2000 el coeficiente incrementó hasta 2.o y posteriormente se encuentra alrededor de 3, esto indica que el volumen de importaciones supera ampliamente a la producción nacional. El trigo también presenta una alta dependencia del mercado internacional, con valores superiores a 1 en distintos años durante el periodo estudiado, esto refleja que las importaciones superan la producción nacional. En el caso de maíz, el coeficiente de dependencia a partir de 2011 llegó a encontrarse con valores de 0.5 y para 2024 el valor esta cercano de 1. El frijol es el producto que presenta los menores niveles de dependencia, con valores inferiores a 0.5.

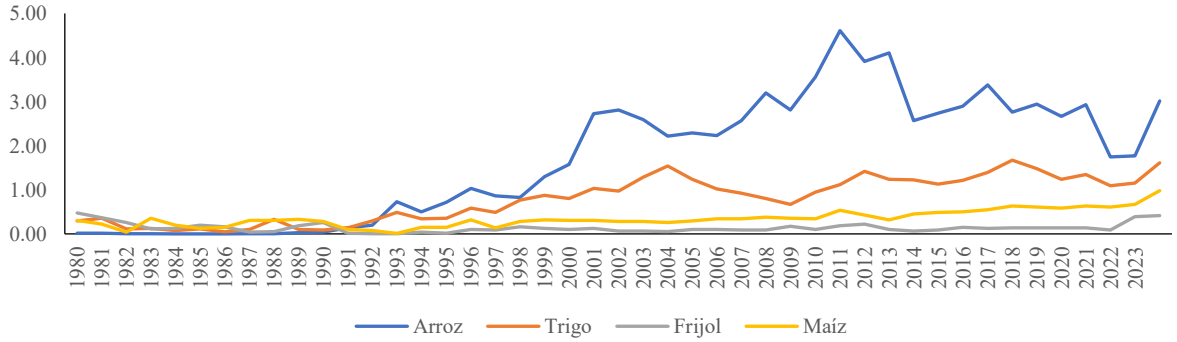


Figura 19. Comportamiento del coeficiente de dependencia alimentaria para México, 1980-2024. Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2026).

Conclusiones

La producción mundial de maíz, trigo, frijol y arroz presentó una tendencia creciente durante el periodo 1980-2024. El incremento de la producción estuvo acompañado por un crecimiento de las importaciones y exportaciones, lo que refleja una mayor participación de estos productos en el comercio internacional y una creciente interrelación entre los mercados.

México tiene una participación importante en el mercado mundial de los granos analizados. Para maíz y frijol, como productor, como importador de maíz, trigo y arroz. El comportamiento de las importaciones muestra la importancia del mercado internacional para complementar la oferta nacional y satisfacer el consumo interno.

El consumo nacional aparente de los cuatro granos presentó una tendencia creciente durante el periodo analizado. El maíz es el principal producto en términos de consumo nacional aparente y consumo per cápita, mientras que el trigo ocupa el segundo lugar. Por su parte, el consumo per cápita de frijol y arroz presentó una disminución respecto a los niveles observados al inicio del periodo, lo que sugiere un cambio en la composición de la dieta mexicana.

El coeficiente de dependencia alimentaria muestra que el arroz y el trigo presentan la mayor dependencia relativa del mercado internacional, debido a que las importaciones superan la producción nacional. Por su parte, el frijol presenta los menores niveles de dependencia entre los cuatro granos analizados.

De manera general, los resultados muestran que el abastecimiento de los granos básicos de México no depende únicamente de los niveles de producción y consumo, sino también de la relación con el mercado internacional. Las diferencias observadas en los niveles de autosuficiencia y dependencia alimentaria muestran la vulnerabilidad que México presenta respecto al abastecimiento de cada producto. El comportamiento del mercado mundial de maíz, trigo, frijol y arroz es un elemento relevante para la seguridad alimentaria y el abastecimiento nacional.

Literatura Citada

Brambila P., J. J. (2011). *Bioeconomía: instrumentos para su análisis económico*. México: SAGARPA-COLPOS.

Caamal C., I., Jerónimo A., F. y Pat F., V.G. (2016). Análisis de las variables económicas de la producción de naranja en México. *Revista Mexicana de Ciencia Agrícolas*. 153-162.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2001). *Ley de Desarrollo Rural Sustentable.* Cámara de Diputados [sitio Web], México, disponible en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/ldrs/LDRS_orig_07dic01.pdf [Fecha de acceso: 11 de agosto de 2026].

Salvador, L. (2016). Seguridad

FAO, FIDA, OMS, PMA & UNICEF. (2022). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022: Adaptación de las políticas alimentarias y agrícolas para hacer las dietas saludables más asequibles.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://doi.org/10.4060/cc0639es

Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO-FAOSTAT). (2024). Statistical databases. Disponible en: https://www.fao.org/faostat/es/#data/FBS

alimentaria, autosuficiencia y disponibilidad del amaranto en México. Problemas Del Desarrollo, 47(186): 107-132. doi:10.2307/90012697

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de octubre de 2026

Análisis de la Cadena de Valor de crisantemo, en Texcoco, Estado de México

Horacio Eliseo Alvarado-Raya[25*], María Eugenia Estrada-Chavira[2], Roberto Rendón-Medel[1], Sócrates David Espinosa-Orduña[1],

Resumen

La producción de flores ornamentales en México es una actividad rentable en pequeñas parcelas, destacando el Estado de México como principal productor. El crisantemo, cultivado ampliamente, es una flor de corte tradicional que en Texcoco representa una de las principales fuentes de ingreso municipal. Esta investigación analiza el estado actual de la cadena de valor del crisantemo en Texcoco, considerando producción, rendimientos, precios y condiciones locales para productores, comercializadores y consumidores. El objetivo es generar propuestas que dinamicen la cadena.

Durante los últimos 20 años, la superficie cultivada y los rendimientos se han mantenido estables a nivel estatal y nacional. La producción está destinada exclusivamente al mercado interno, sin actividad significativa de exportación o importación. Se realizaron diferentes entrevistas: diez a productores, diez a comercializadores y 60 a consumidores. Las entrevistas fueron con base a un muestreo no probabilístico e identificaron aspectos clave como la importancia de la calidad del producto, problemas técnicos en la producción, diferencias de rendimiento entre localidades por número de ciclos productivos, estacionalidad en el consumo y la percepción del crisantemo como flor blanca asociada a fechas específicas y funerales.

Para fortalecer la cadena de valor se propone: vincular academia y sector público para difundir tecnologías que resuelvan problemas técnicos; implementar prácticas básicas que mejoren la producción; formar grupos de productores para compartir innovaciones que aumenten los ciclos productivos; y lanzar campañas que promuevan las variedades locales y fomenten una demanda constante durante todo el año.

Palabras clave: Flor de corte, mercado local, flores tradicionales para funerales, potencial de mercados tradicionales.

Abstract

Ornamental flower production in Mexico is a profitable activity on small plots, with the State of Mexico being the leading producer. Chrysanthemum, widely cultivated, is a traditional cut flower and one of the main sources of municipal income in Texcoco. This research analyzes the current state of the chrysanthemum value chain in Texcoco, considering production, yields, prices, and local conditions for producers, marketers, and consumers. The goal is to generate proposals to energize the chain.

Over the past 20 years, cultivated area and yields have remained stable at both state and national levels. Production is exclusively for the domestic market, with no significant export or import activity. Mixed interviews were conducted with producers (n=10), marketers (n=10), and consumers (n=60), identifying key aspects such as the importance of product quality, technical issues in production, yield differences between localities due to the number of production cycles, seasonality in consumption, and the perception of chrysanthemum as a white flower associated with specific dates and funerals. To strengthen the value chain, the following proposals are made: link academia and the public sector to disseminate technologies that address technical problems; implement basic practices to improve production; form producer groups to share innovations that

[25]CIESTAAM-Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56230. [2]Tecnológico de Estudios Superiores de Iztapalapa. Callejón San Juan 7. C.P. 56580. Ixtapaluca, Estado de México. *halvarador@chapingo.mx

increase production cycles; and launch campaigns to promote local varieties and encourage steady demand throughout the year.
Keywords: Cut-flower, local marketing, funeral traditional flowers, traditional market potential.

Introducción

La producción de plantas ornamentales en México es una alternativa de producción agrícola frente a otros cultivos tradicionales, los cuales generalmente son de baja rentabilidad; sin embargo, el comportamiento de la producción global y nacional de ornamentales presenta variaciones porque, a pesar de los altos ingresos que hay en la actividad, la producción no se mantiene constante debido a momentos de inestabilidad económica (Ramírez & Avitia, 2017); La causa principal de la susceptibilidad de las plantas ornamentales a los cambios en el mercado es que no son considerados productos de primera necesidad; sin embargo, la importancia de tener plantas de ornato en el hogar se ha arraigado más en las personas en periodos de enclaustramiento como la pandemia del COVID 19, debido a que poseen un efecto positivo en la calidad de vida, en la salud mental y en las actividades sociales (Bulgari et al., 2021).

En cuánto importancia económica, México es el tercer exportador de ornamentales de América Latina con una producción aproximada de $67 millones de dólares, lo cual aporta el 2.1 % de la producción de la región. América Latina y el Caribe exportan 3,231 millones de dólares, lo que corresponde al 32 % de la exportación total del globo. Los dos grandes gigantes de América Latina son Colombia y Ecuador que entre ellos dos aportan aproximadamente el 95 % de la producción total de flores en la zona mencionada (TRADEMAP, 2022).

De acuerdo con Hernández (2007), se tiene en cuenta que la superficie sembrada de plantas de ornato en México se incrementó de 3,000 ha cultivadas en la década de 1980 a 13,000 ha en la década de 1990. Lo anterior apoyando a la plataforma exportadora. Las ventajas competitivas de México que lo posicionaron como un exportador en esas décadas fue su posición geográfica: está cerca de dos puertos marítimos, tiene una cercanía a los Estados Unidos, y ha sostenido una firma de tratados de libre comercio con más de 40 mercados internacionales (Tejeda-Sartorius et al., 2017).

Debido a la ubicación, el principal destino de las exportaciones de flores mexicanas es a EUA. Con datos del 2018, México apenas cubre el 3.0 % de las importaciones de ornamentales de ese país y el resto es cubierto en un 63 % y 19 % por Colombia y Ecuador, respectivamente. Además, se debe mencionar que la floricultura mexicana está en una situación delicada debido a la dependencia al mercado de EUA, las condiciones tecnológicas de la producción, y la entrada de otros competidores internacionales generando fluctuaciones en el mercado (Velázquez-Torres et al., 2022)

Respecto al crisantemo, su siembra en 2022 dejó una derrama económica en el país de 2,484,116.36 miles de pesos en el ciclo siendo la distribución de la superficie, y los rendimientos acaparados en un 94 % por el Estado de México (SIAP, 2022)

En el municipio de Texcoco, existe una superficie de 7,400 ha destinadas a la producción agrícola con alrededor de 40 cultivos que se producen en la zona y que dejaron derrama económica de 244.6 millones de pesos en el ciclo 2022. El 69 % del valor de la producción se concentró en seis cultivos principales: maíz forrajero, tomate rojo, maíz en grano, avena forrajera, azucena, y crisantemo; estos, con una derrama económica de 168.5 millones de pesos. La superficie, sin embargo, se encuentra acaparada en su mayoría por el maíz y la avena que en todas sus modalidades suman alrededor del 14 % del valor de la producción, lo que no es muy alejado del tomate rojo, el crisantemo y la azucena que aportan ese valor en un porcentaje de superficie que no equivale ni al 1.0 % de la superficie destinada (SIAP, 2022).

La producción de crisantemo en Texcoco es una de las actividades agrícolas con más significancia económica en términos del valor de la producción. Sin embargo, si se analizan los rendimientos

que se presentan de manera local, Texcoco se encuentra en el último lugar de los municipios que cultivan crisantemo en el Estado de México. Aun así, la superficie sembrada con crisantemo en este municipio se incrementó de 8.0 ha en 2012 a 35 ha en 2022, aunque su rendimiento se ha mantenido constante en las 3,400 gruesas (SIAP, 2022). De acuerdo con Nájera (2016), algunos problemas del cultivo de crisantemo en Texcoco no son sólo técnicos, sino también de comercialización y es obligado actualizar información de la cadena de valor de este cultivo.

Metodología

La presente investigación analizó, mediante un método mixto, la cadena de valor de crisantemo en Texcoco en el Estado de México, identificando a los principales actores y los atributos de la cadena de valor para generar propuestas que permitan dinamizarla, realizándose un estudio descriptivo y propositivo.

Se realizaron encuestas a consumidores, productores y comercializadores de crisantemo en el municipio durante los meses de julio y agosto de 2024. Se hicieron 10 encuestas a productores de tres comunidades productores, 10 a comercializadores y 60 encuestas en linea a consumidores. Las entrevistas fueron con base a un muestreo no probabilístico e identificaron aspectos clave como la importancia de la calidad del producto, problemas técnicos en la producción, diferencias de rendimiento entre localidades por número de ciclos productivos, estacionalidad en el consumo y la percepción del crisantemo como flor blanca asociada a fechas específicas y funerales.

La dinámica de la investigación se ayudó de la Matriz de Congruencia para generar los instrumentos de colecta de información. La Matriz de Congruencia es una herramienta que nos permite sistematizar los objetivos, preguntas e hipótesis que fundamentan el estudio.

La información obtenida en campo se organizó en el programa Microsoft Excel y se usaron herramientas de estadística descriptiva para poder generar un panorama del comportamiento de los nodos de la cadena de valor.

Resultados y Discusión

Caracterización de la cadena de valor del crisantemo en Texcoco. El esquema general de la cadena de valor del crisantemo en el municipio de Texcoco presenta una serie de interacciones clave entre diferentes actores involucrados en la producción y comercialización de esta flor. En la parte superior, se encuentran los consumidores locales, quienes adquieren los crisantemos a través de tiendas minoristas que actúan como intermediarios. A su vez, estas tiendas minoristas se surten de tres fuentes principales: centros de acopio locales, mercados minoristas, y un centro de acopio mayorista: Texcoflor, en dónde se acapara flor de diferentes centrales y de productores locales.

Algunas tiendas detallistas orientadas al mercado local buscan diferenciarse mediante la creación de arreglos florales diseñados específicamente para festividades y ocasiones especiales, con el objetivo de agregar valor estético al producto y mejorar la experiencia del consumidor.

Caracterización de los productores. Los productores de crisantemo son principalmente adultos mayores de 40 años con estudios de primaria y secundaria y que cultivan un poco mas de 1000 m2 de superficie de crisantemo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Datos generales de los productores encuestados (N = 10).

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad	41,0	73,0	51,9	9,8
Escolaridad	6,0	14,0	10,4	3.2
Horas dedicadas por semana	21,0	56,0	52,5	11,1
Superficie (m2)	432,0	2475,0	1127,0	591,9
Fuente: Elaboración propia con datos de campo				

En el Cuadro 2, se muestran las características del sistema de producción. Se destaca que son los varones los que realizan esta actividad. La actividad es de riego, principalmente por aspersión y en invernadero. Son productores que siembren su propia tierra, no recurren a créditos y están dispuestos a invertir su dinero en su sistema de producción. Su producción está muy estacionada en noviembre y está destinada principalmente para intermediarios.

Cuadro 2. Distribución de frecuencias en la actividad productiva

		Frecuencia	Porcentaje
Género	a. Hombre	10	100%
	b. Mujer	0	0%
Uso del crisantemo	a. Flor de corte	9	90%
	b. Esquejes (Material vegetativo)	1	10%
Régimen de riego	a. Riego	10	100%
	b. Temporal	0	0%
Tipo de riego	a. Aspersión	6	60%
	b. Goteo	4	40%
Producción	a. Invernadero	10	100%
	b. Campo Abierto	0	0%
Maquinaria	a. Motocultor	10	100%
	b. Bomba Motorizada	10	100%
¿Si tuviera la oportunidad de invertir dinero en qué invertiría?	a. En la unidad de producción	9	90%
	b. En una porción de la UP	1	10%
	c. Muy poco en la UP	0	0%
	d. Nada en la UP	0	0%
Obtención del material vegetativo	a. Siembra directa	2	20%
	b. Esquejes Propios	3	30%
	c. Esquejes comprados	5	50%
Propiedad de la tierra	a. Propia	9	90%
	b. Rentada	1	10%
Financiamiento	a. Capital Propio	100	100%
	b. financiamiento	0	0%
	c. Apoyo gubernamental	0	0%
Destino de la producción	a. Local	6	60%
	b. Estatal	4	40%
Tipo de cliente	a. Productores	1	10%
	b. Intermediarios	4	40%
	c. detallistas	4	40%
Mes de mayor venta	a. Noviembre	9	90%
	b. Junio	1	10%
	a. Calidad	7	70%

¿Cuál es el factor que más lo limita para vender el crisantemo a un buen precio?	b. Incertidumbre al vender	3	30%
Fuente: Elaboración propia con datos de campo			

Otras características es que todos los productores cuentan con dos trabajadores familiares permanentes, dos trabajadores familiares temporales. La frecuencia para trabajadores no familiares es muy baja ya que sólo un productor tiene contratado un trabajador externo de manera permanente.

En términos de la producción y rendimientos, los productores podrían producir hasta cuatro ciclos del cultivo al año; sin embargo, algunos de ellos no lo hacen debido a condiciones climáticas o malas experiencias con el ciclo de invierno. Los rendimientos se encuentran en algunos casos por arriba de la media nacional y otros muy por debajo. El precio se mantiene constante, oscilando entre unos 450 y 500 pesos por gruesa.

En la encuesta también se trató de estimar cual es el costo total en el que los productores incursionan año con año, tomando en cuenta las actividades principales que realizan en el cultivo. Se realizó una estimación de sus ingresos tomando en cuenta los rendimientos reportados, el número de cortes que hacen por año y el precio promedio con el que comercializan el producto. En este caso todos los productores entrevistados tienen utilidades positivas al final del año. Sólo tres productores de los diez encuetados tienen una mayor diferencia entre las utilidades y los costos en los que incurren durante el año. En la Figura 1, se puede ver el comportamiento de esta variable contrastándolo con algunas variables descriptivas.

Al hacer una comparación se puede apreciar que productores de Tequexquináhuac poseen los mayores rendimientos anuales y, por consiguiente, tienen una cantidad de ingresos superior al resto de los productores. Esto se puede explicar en el comportamiento de los ciclos productivos que manejan por año ya que mientras la mayoría de los productores sólo realizan dos a tres ciclos de crisantemo por año, los productores de Tequexquináhuac realizan hasta cuatro ciclos por año.

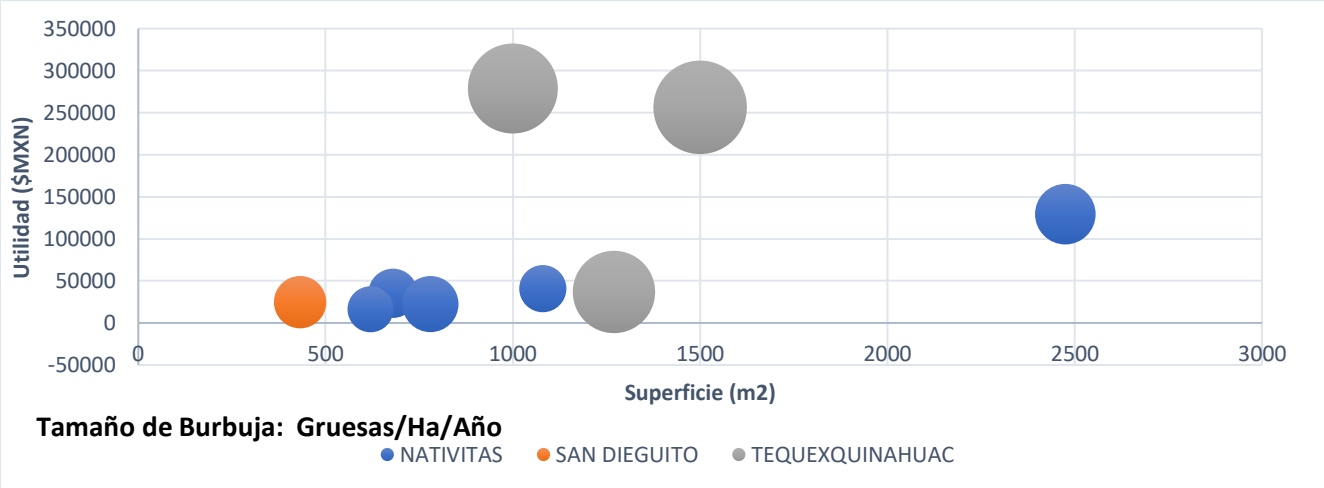


Figura 1. Distribución de la producción de acuerdo con la superficie sembrada, sus utilidades y la localidad a la que se pertenece el productor (Fuente: Elaboración propia con datos de encuesta)

Se hizo un análisis sobre algunas prácticas básicas para la producción agrícola con el objetivo de caracterizar de manera muy general la actividad productiva de los productores entrevistados. En el Cuadro 3, se sintetizan los resultados de frecuencias.

Cuadro 3. Descripción de la actividad productiva de los productores entrevistados

		Frecuencia	porcentaje
Monitoreo de Plagas	a. SI	2	20%
	b. No	8	80%
Análisis de suelo	a. SI	0	0%
	b. No	10	100%
Agricultura por contrato	a. SI	0	0%
	b. No	10	100%
Maquinaria disponible	a. Propia	9	90%
	b. Rentada	1	10%
Pertenencia a organización	a. SI	1	10%
	b. No	9	90%
Fuente: Elaboración propia con datos de campo			

La información disponible del Cuadro 3 nos sugiere que, considerando aspectos básicos de la producción agrícola, los productores entrevistados comparten un esquema muy parecido de producción en dónde la mayoría realiza monitoreo de plagas y enfermedades, no realizan análisis de suelo, no desarrollan agricultura de contrato, la maquinaria agrícola que ocupan (en su mayoría son motocultores) es propia y no pertenecen a alguna asociación de productores.
Con el propósito de entender la perspectiva de los productores, se realizaron preguntas sobre cuales consideran que son los factores más críticos para la producción de crisantemos. Los resultados se pueden ver en la Figura 2. Se aprecia que las problemáticas que perciben críticas para obtener mayores rendimientos son el control de plagas y enfermedades y la disponibilidad del agua.

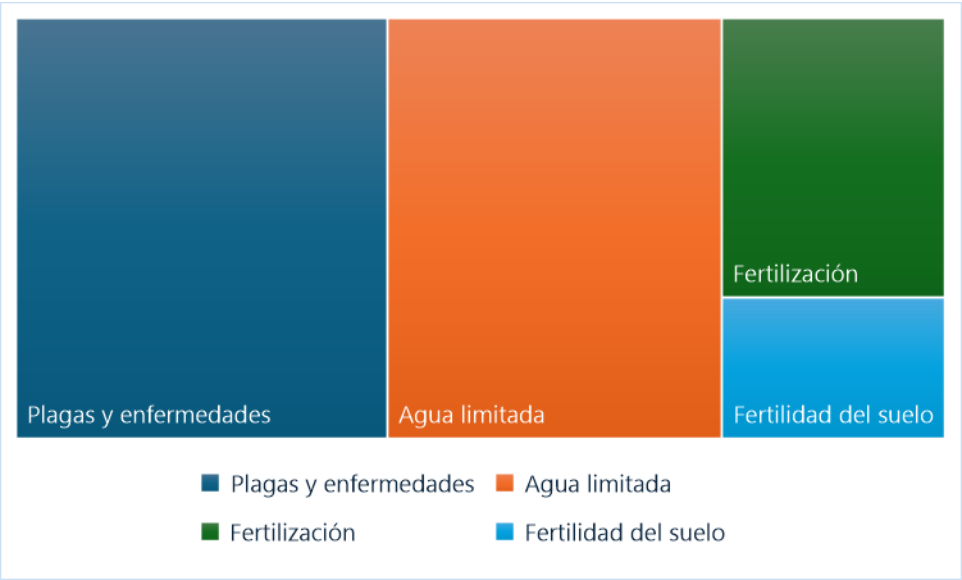


Figura 2. Actividades críticas en la producción de crisantemo, en el Estado de México (Fuente: Elaboración propia con datos de campo)

Caracterización de los comercializadores. Los comercializadores de crisantemo en el lugar de estudio tienen un promedio de edad de 39; con máximo de 59 años, y un mínimo de 19 años. En cuanto al perfil de educación, ellos tuvieron una educación formal cumpliendo la educación secundaria (8 años). El máximo nivel de estudio encontrado fue de preparatoria y el mínimo fue de primaria (Cuadro 4).

Cuadro 4. Estadísticos descriptivos de la población entrevistada (n = 10).

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad	19	52	39	10,69
Escolaridad	6	12	8	1,64
Fuente: Elaboración propia con datos de campo				

El Cuadro 5 presenta las características de la actividad de comercialización del crisantemo en Texcoco. Sin considerar la influencia de las festividades la mayoría de los comercializadores sugieren que la venta de crisantemos se acostumbra todo el año, lo que sugiere que, si bien su consumo puede percibirse como estacional, en realidad el crisantemo se utiliza en diferentes tipos de arreglos florales.

El consumo en las festividades está mayormente asociado al día de los muertos, el día de las madres y el día de la virgen de Guadalupe que son festividades en donde se acostumbran a utilizar flores blancas por lo que el crisantemo resulta ideal para incluirlo en arreglos de todo tipo.

El que la mayoría de los comercializadores no considere la influencia de las festividades sugieren que la venta de crisantemos se acostumbra todo el año, lo que sugiere que, si bien su consumo puede percibirse como estacional, en realidad el crisantemo se utiliza en diferentes tipos de arreglos florales.

El consumo en las festividades está mayormente asociado al día de los muertos, el día de las madres y el día de la virgen de Guadalupe que son festividades en donde se acostumbran a utilizar flores blancas por lo que el crisantemo resulta ideal para incluirlo en arreglos de todo tipo.

Cuadro 5. Frecuencias sobre perspectiva de los comercializadores (n = 10).

		Frecuencia	Porcentaje
Género	Mujer	7	70%
	Hombre	3	30%
Localidad	Texcoco	10	100%
Solicitud de Crisantemos (1 = muy poco; 5 = muy a menudo)	1	1	10%
	2	0	0%
	3	1	10%
	4	3	10%
	5	5	50%
Forma de venta	a. Arreglos florales	3	30%
	b. Flores (Docena)	3	30%
	c. Ambas	4	40%
Proveedores	a. Proveedores Locales	8	80%
	b. Mercados Estatales	2	20%
¿Por qué compra con ese proveedor?	a. Calidad	5	50%
	b. Precio	2	20%

	c. Facilidad de Acceso	2	20%
	d. Atención	1	10%
Fuente: Elaboración propia con datos de campo			

Con respecto a las variedades más solicitadas, se encontró que en mayor frecuencia se buscan las variedades Harman y Palomas, las cuales son variedades blancas de crisantemos. De acuerdo con la información recabada con los comercializadores, parece ser que la razón principal por la que se sigue consumiendo el crisantemo en Texcoco es principalmente la tradición; también, porque es una costumbre utilizar los crisantemos y tienen un precio accesible en comparación con otras flores ornamentales. En cuanto a la remuneración de ingresos, el promedio de los comercializadores recibe un 41.5 % extra de ganancia, recuperando sus costos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Estadísticos descriptivos del porcentaje de ingresos, de los comercializadores.

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Porcentaje de Ingresos	30%	80%	41.5%	0,23
Fuente elaboración propia con datos de campo				

Caracterización de los consumidores. En el cuadro 7 se encuentra información que caracteriza a los consumidores de crisantemo en Texcoco. La edad promedio de los encuestados es de 35 años. También, la población encuestada tiene en promedio 17 años de estudio efectivo eso puede ubicar a la población en un nivel de educación de posgrado o cuando menos licenciatura concluida.

También se realizaron varias preguntas cuyo objetivo fue identificar la percepción o conocimiento que tienen los encuestados sobre los crisantemos. Aquí, cabe destacar que la mayoría de los consumidores de crisantemos de Texcoco tienen ingresos por arriba de los 8000 pesos mensuales. Consumen flores sólo en ocasiones especiales y no sabrían distinguir entre los diversos tipos de crisantemos, aunque los consideran bellos.

En términos de disposición a pagar por la flor, destaca que el 40 % de los encuestado está dispuesto a comprar crisantemos por un valor de $100 a $125 pesos por docena y otro 30 % ofrecería de $126 a $150 pesos por docena. En términos del gusto de comprar crisantemos de manera periódica, el 57 % de los encuestados reportan que les parecería atractivo consumir crisantemos de manera periódica. Lo anterior deja un precedente sobre el consumo de crisantemos, pero también es importante mencionar que un 17 % de los encuestados encuentra poco atractivo comprar crisantemos de manera periódica.

Respecto a la estacionalidad del consumo de crisantemo, como muchas de las otras especies de flores ornamentales, el consumo está muy asociado a fechas específicas del año. Destacando el día de muertos y los sepelios

Cuadro 7. Tabla de frecuencias de consumidores de crisantemos encuestados

		Frecuencia	Porcentaje
Género	Masculino	35	58%
	Femenino	25	42%
	Prefiero no decirlo	0	0%
Municipio	Texcoco	59	98%
	Ecatepec	1	2%
Ingresos	Hasta 4,000 pesos mensuales	6	10%
	De 4,001 a 8,000 pesos mensuales	5	8%
	De 8001 a 16,000 pesos mensuales	24	40%
	De 16,001 a 25,000 pesos mensuales	15	25%
	De 25,001 o más pesos mensuales	10	17%
¿Identifica los crisantemos?	Si	8	13%
	No	52	87%
Consumo de Flores Ornamentales	Nunca	2	3%
	Sólo en ocasiones especiales o fechas	39	65%
	Una vez a la quincena	5	8%
	Una vez a la semana	2	3%
	Una Vez al Mes	12	20%
Percepción Estética del Crisantemo	Bellos	29	48%
	Muy bellos	13	22%
	No tan agradable	2	3%
	Normales	16	27%
Gusto en un arreglo floral	Me gustaría mucho	8	13%
	Me gustaría	28	47%
	Me es indiferente	18	30%
	No me gustaría mucho	5	8%
	No me gustaría en absoluto	1	2%
Disposición a pagar por docena	50-85 pesos	10	17%
	86-100 pesos	6	10%
	101-125 pesos	24	40%
	126-155 pesos	18	30%
	Hasta 200 pesos	2	3%
Disp. Compra de crisantemos mensual	Muy atractivo	4	7%
	Atractivo	30	50%
	Indiferente	16	27%
	Poco Atractivo	9	15%
	No me gustaría en absoluto	1	2%
Fuente: Elaboración propia con datos de campo			

En resumen, la cadena de valor de crisantemo en Texcoco, Estado de México se puede esquematizar en la Figura 3.

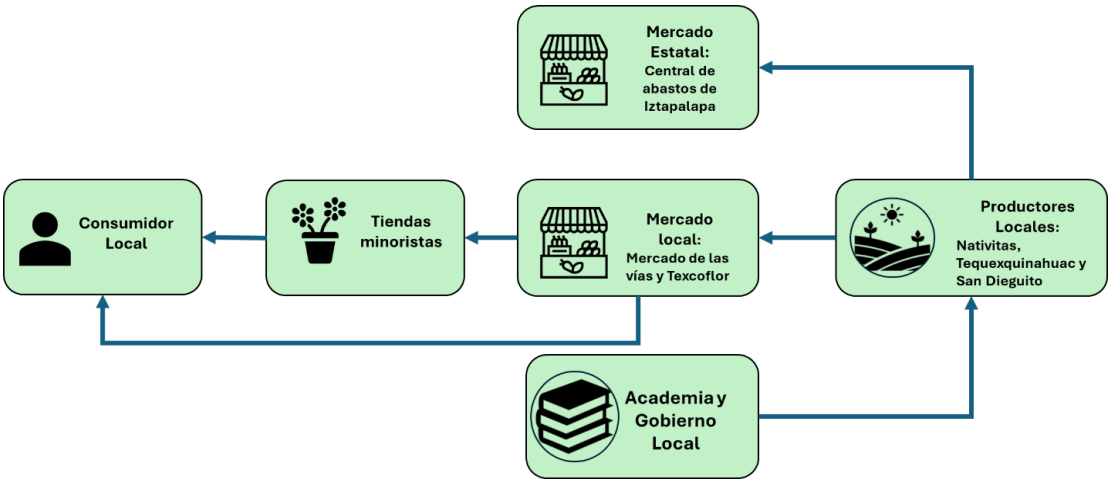


Figura 3. Cadena de valor de crisantemo en Texcoco, Estado de México (Fuente: Elaboración propia con datos de encuestas realizadas).

Al tener en cuenta la información contenida en los apartados anteriores se puede notar una tendencia entre las percepciones de los eslabones de la cadena entrevistada:

1. La percepción de una buena calidad del crisantemo texcocano: tanto productores como comercializadores consideran que la calidad del producto es un punto crítico en el consumo de los crisantemos
2. Problemas técnicos aparentes en el eslabón de producción: los productores mencionan que los aspectos que más los limitan en la producción es el control de plagas y enfermedades, y la disponibilidad del agua de riego.
3. Falta de prácticas necesarias en la producción: si bien, el modelo de producción en general es similar entre los productores se destaca que no se realiza análisis de suelo y en su mayoría no se realiza monitoreo de plagas y enfermedades.
4. Diferencias en el rendimiento: del total de productores entrevistados se aprecia una clara diferencia en los rendimientos anuales lo cual está fuertemente influenciada por el número de ciclos que logran sacar en ese periodo de tiempo. Esta investigación sugiere que los productores de Tequexquináhuac pueden poseer sistemas de producción más eficientes que les permiten elevar su producción. A pesar de que hay diferencias mínimas en las técnicas de producción entre las localidades consideradas en el estudio, los productores de Tequexquináhuac incluyen más ciclos productivos al año, incrementando así su productividad.
5. Estacionalidad del consumo: la demanda de los crisantemos está fuertemente ligada a ciertas temporadas del año y a ciertas festividades.
6. Percepción del consumidor: en su mayoría, los consumidores asocian los crisantemos con el luto, ya sea en sepelios, funerales o el día de muertos. Lo anterior limita el consumo de crisantemo en Texcoco a fechas específicas.

Conclusiónes

La cadena de valor de crisantemos en Texcoco presenta un comportamiento estático al igual que el crisantemo en el resto del país debido a los hábitos de consumo de la población que se concentran más en fechas específicas y celebraciones o rituales. De forma que, para mejorar la situación de la cadena de valor de crisantemo en Texcoco. Se sugiere abordar los principales problemas técnicos mediante la difusión de información y tecnologías, vinculando a la academia y a las instituciones

públicas con el sector productivo; enfocándose en aspectos como el monitoreo de plagas y el análisis de suelo, mediante la difusión de innovaciones entre productores destacados de la zona buscando alcanzar el mayor número de ciclos productivos en el año y mediante una campaña de difusión que busque compartir a los consumidores las ventajas del crisantemo local, las diferentes variedades y que fomente una demanda constante de esta flor a lo largo del año.

Bibliografía

Bulgari, R., Petrini, A., Cocetta, G., Nicoletto, C., Ertani, A., Sambo, P., Ferrante, A., & Nicola, S. (2021). The impact of covid-19 on horticulture: Critical issues and opportunities derived from an unexpected occurrence. *Horticulturae*, *7*(6), 1–17. https://doi.org/10.3390/horticulturae7060124

Hernández, M. (2007). Entre la competitividad local y la competitividad global: floricultura comercial en el Estado de México. *Convergencia*, *14*(45), 111–160.

Nájera, J. (2016). *Análisis De La Competitividad De La Floricultura En Texcoco, Estado De Mexico, Mediante El Modelo Diamate Porter*. Colegio de Postgraduados.

Ramírez, J., & Avitia, J. (2017). Floricultura Mexicana en el Siglo XXI: Su Desempeño en los Mercados Internacionales. *Revista de Economía, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán*, *34*(88), 99–122. https://doi.org/10.33937/reveco.2017.83

SIAP. (2021). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

Tejeda-Sartorius, O., Ríos-Barreto, Y., Trejo-Téllez, L. I., & Vaquera-Huerta, H. (2017). Caracterización de la producción y comercialización de flor de corte en Texcoco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *6*(5), 1105–1118. https://doi.org/10.29312/remexca.v6i5.602

TRADEMAP. (2022). *Lista de los exportadores para el producto seleccionado Producto: 06 Plantas vivas y productos de la floricultura*. https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=3%7C%7C%7C%7C%7C%7C06%7C%7C%7C2%7C1%7C1%7C2%7C2%7C1%7C2%7C1%7C1%7C1

Velázquez-Torres, A. L., Callejas-Juárez, N., & Martínez-Castañeda, F. E. (2022). Competitiveness analysis in roses systems (Rosa sp) in a Mexican environment. *Terra Latinoamericana*, *40*, 1–9. https://doi.org/10.28940/TERRA.V40I0.948

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de octubre de 2026

Análisis de la cadena de suministro de chiles secos (Capsicum spp) en la zona centro de México

Rosana Herrera-Sánchez [1], Simón Estrada-Villegas [2], Roberto Rendón-Medel [3], Jorge Aguilar-Ávila [4]

Resumen

Los chiles constituyen una insignia para México, representando cultura, identidad y dinamismo económico. Sin embargo, la cadena de suministro en la zona centro del país se caracteriza por una marcada fragmentación y baja cohesión entre sus actores. Por tanto, el estudio tiene como objetivo identificar nodos clave y relaciones críticas que determinan el desempeño de la cadena con el fin de modelar estrategias comerciales que fortalezcan la competitividad en cada eslabón de la cadena de valor. Para ello se utilizó la metodología de análisis de redes sociales (ARS), donde se incluyeron a dieciocho actores, productores, exportadores, capacitadores y procesadores. Los resultados evidenciaron vínculos débiles, baja densidad relacional y limitada gobernanza. La agroindustria señaló como puntos focales el limitado acceso a productores certificados y los largos tiempos de espera para la sanitización de chiles realizada por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) enfocada a reducir cargas microbianas. Por otro lado, los productores identifican canales comerciales restringidos. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que además señalan la fuerte presencia de intermediarios. Se concluyó que la competitividad de la cadena depende del fortalecimiento de la gobernanza, la profesionalización comercial de los productores y una articulación institucional enfocada en logística y calidad. El ARS permitió visualizar prioridades de intervención para una mayor captura de valor, que permitan la implementación de estrategias de coordinación con agricultores e industriales para mejorar el desempeño en la zona.

Palabras clave: Cadena de suministro, cadena de valor, intermediarios, análisis de redes sociales, canales comerciales.

Introducción

El chile como condimento es el producto agrícola más representativo de México, funge como estandarte gastronómico a nivel global (Aguilar-Rincón et al., 2010). Los estados con mayor volumen de producción son Chihuahua, Zacatecas, San Luis Potosí y Durango (Flores Sánchez & Mungaray Lagarda, 2015; SADER, 2020). SADER (2020) los resaltó por su alto grado de tecnificación agrícola. No obstante, esta condición no es homogénea, otros estados enfrentan desventajas que van desde escasez de agua hasta la colocación de su producto en puntos de venta (Flores Sánchez & Mungaray Lagarda, 2015).

Esta inestabilidad en la oferta impulsa a empresas a sustituir los chiles por alternativas más estables como químicos aromáticos, colorantes y oleorresinas, reduciendo las oportunidades de vinculación del sector productor con la industria, y favorece la adopción de otros productos importados como la paprika y chiles producidos en otros países como la India, China y Perú (AgroLatam, 2025).

La falta de vinculación entre los eslabones productivos e industriales se relaciona con la ausencia de articuladores confiables capaces de identificar las necesidades agroindustriales y las problemáticas de los productores. La desarticulación de las redes productivas se explica por el desconocimiento y capacidad de aplicación de normatividad y certificaciones, fenómeno común en cadenas productivas donde predominan los pequeños productores (Henson & Humphrey, 2010); la dependencia de intermediarios informales con incentivos desalineados respecto a la agroindustria (Berdegué et al; 2011) la escasa profesionalización técnica y la débil presencia institucional en temas de extensionismo, además de los factores de inseguridad que deterioran la confianza.

En este sentido, el presente estudio pretende analizar la cadena de valor de chiles en la zona centro de México con la herramienta de mapeo de grandes actores (MGA) propuesto por Rendón Medel (2021)con el propósito de identificar oportunidades que permitan diseñar estrategias que favorezcan la coordinación, cooperación y vinculación con canales de venta estables promoviendo el desarrollo competitivo de los pequeños y medianos productores, alineándose con las necesidades de la industria alimentaria: Precio, abasto y calidad.

Atender estos desafíos requiere más que intervenciones aisladas o centradas en un solo eslabón de la cadena; implica comprender la estructura completa. Enfocar el estudio con la metodología de teoría de redes permitió identificar cómo fluye la información, la capacitación, las relaciones de confianza y comerciales, reconocer qué actores concentran influencia positiva, cuáles permanecen aislados y dónde se ubican los principales cuellos de botella. Estudios similares han demostrado la utilidad de este enfoque en el análisis de cadenas de valor como los presentados por Aguilar-Gallegos et al., (2017); Gaybor & Pacheco Sanunga (2024) quienes utilizan el método el análisis de redes sociales y análisis de discurso en las cadenas de valor.

Material y métodos

Enfoque metodológico general

El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto (Indagación apreciativa de problemas percibidos IAPP, Análisis Multicriterio y Análisis de redes sociales ARS), combinando técnicas cuantitativas y cualitativas con el propósito de obtener una visión integral de la cadena de valor del chile en la zona centro de la República Mexicana.

El procedimiento (**Figura 1.** Secuencia de la metodología utilizadaFigura 1) inició con la identificación de actores clave, incluyendo productores seleccionados mediante la teoría de desviación positiva, representantes de la industria alimentaria, procesadores artesanales, capacitadores, exportadores y revendedores. Posteriormente, se solicitó el consentimiento informado para el uso de la información recabada y se aplicó el instrumento mediante entrevistas semiestructuradas vía telefónica. Finalmente, la información fue analizada para generar evidencia orientada al fortalecimiento de la cadena de valor.

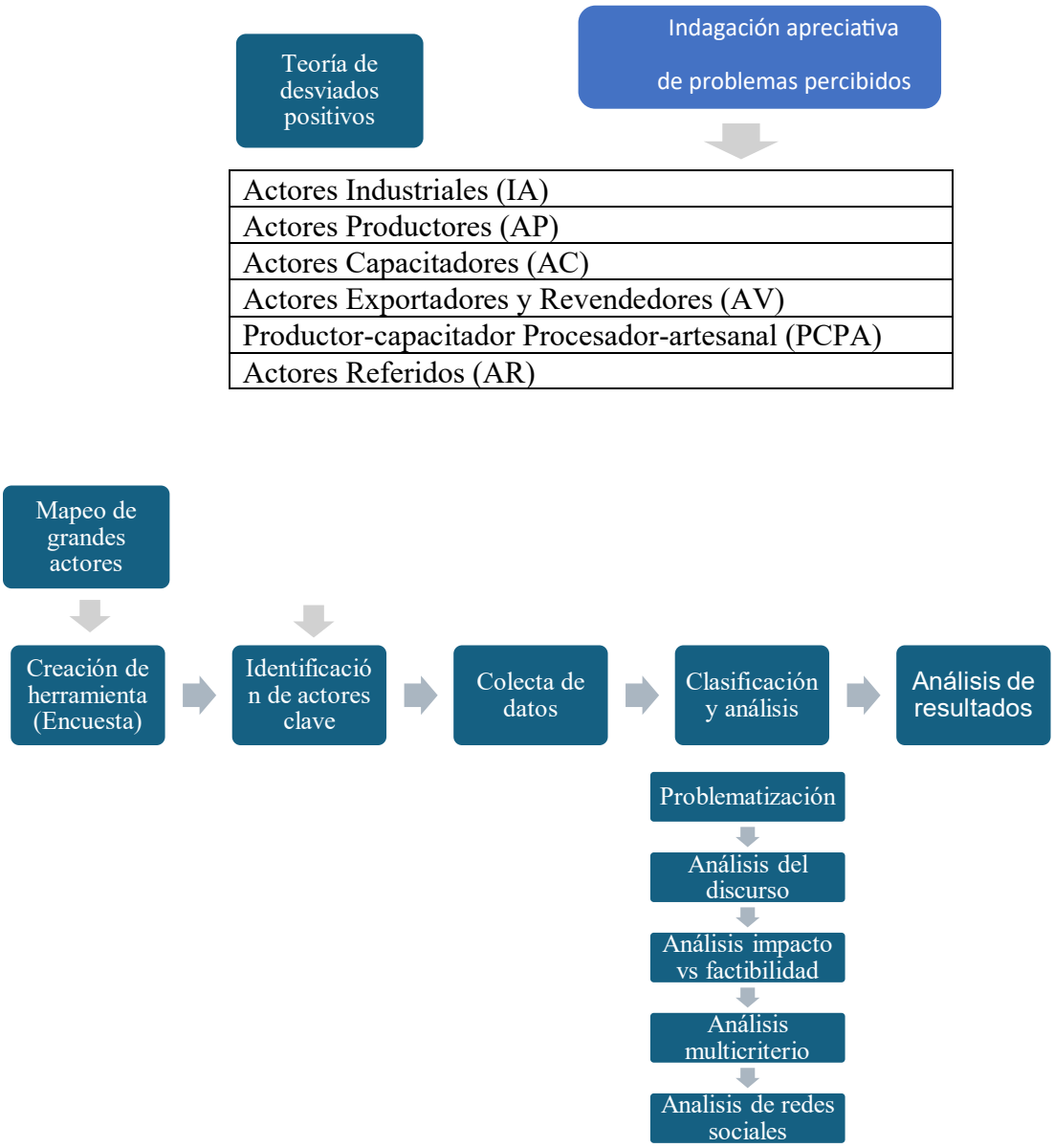


Figura 1. Secuencia de la metodología utilizada

Fuente: Elaboración propia

Identificación y clasificación de actores

Los actores fueron clasificados en tipologías funcionales de acuerdo con su rol dentro de la cadena de valor, utilizando claves asociadas a sus actividades principales (

Cuadro 1. Clasificación de actores participantes de acuerdo con rol funcional dentro de la cadena de valor del chile.

Cuadro 1). Los actores mencionados por los entrevistados fueron identificados como "actores referidos", lo que permitió ampliar el análisis hacia vínculos indirectos y capturar relaciones que no se limitan únicamente a los participantes directos del estudio.

Cuadro 1. Clasificación de actores participantes de acuerdo con rol funcional dentro de la cadena de valor del chile.

Actores Industriales (IA)
Actores Productores (AP)
Actores Capacitadores (AC)
Actores Exportadores y Revendedores (AV)
Productor-capacitador Procesador-artesanal (PCPA)
Actores Referidos (AR)

Fuente: Elaboración propia entrevista de IAPP

Colecta de datos

Se realizó mediante una encuesta dividida en tres secciones: (i) identificación del entrevistado, (ii) antecedentes de la organización o institución, y (iii) actores referidos. La información recopilada incluyó escolaridad, área de influencia, tipo de actor y principales actividades, seguida de la identificación de actores referidos, nivel de relación y confianza, tipo de innovación aplicada al campo (solo para productores) y preguntas orientadas a detectar nodos faltantes y actores negativos (que limitan el crecimiento o bloquean el desarrollo).

El instrumento se aplicó en los nodos seleccionados en los estados de Puebla, Hidalgo, Estado de México, Querétaro, Oaxaca y Coahuila (estos últimos participantes fueron considerados por su grado de influencia en la cadena de valor), involucrados en actividades de producción, capacitación, comercialización y/o procesamiento de chiles. La herramienta se aplicó a 16 actores. En la conversación se identificaron proveedores, clientes y capacitadores, mientras que en las preguntas abiertas se dejó espacio para que cada entrevistado señalara los factores que consideran ausentes en su tramo de la cadena de valor, así como aquellos que la limitan.

Análisis de datos

El análisis de datos se desarrolló en tres niveles complementarios. En primer lugar, se realizó un análisis del discurso a partir de las respuestas abiertas, con el fin de identificar las principales problemáticas percibidas por los actores a lo largo de la cadena de valor. Estas problemáticas fueron agrupadas por temática mediante un proceso de codificación y categorización.

En segundo lugar, el discurso se examinó con la herramienta de análisis multicriterio para priorizar las problemáticas identificadas. La evaluación fue realizada en un foro cerrado con especialistas en calidad, ventas, gestión empresarial e investigación y desarrollo, utilizando el software Smart-Picker Pro DK©.

En tercer lugar, se llevó a cabo un análisis de redes sociales (ARS) para examinar la estructura relacional de la cadena, enfocándose en redes de capacitación, relaciones cliente–proveedor, comercialización, confianza y factores limitantes. Se construyeron matrices Ego–Alter para cada rubro analizado, siguiendo las recomendaciones metodológicas de Rendón Medel (2021) Las redes fueron procesadas en UCINET para el cálculo de indicadores y visualizadas en Gephi. Se utilizaron los indicadores de grado y densidad como aproximaciones analíticas para evaluar el nivel de conectividad, concentración y cohesión de las redes. El grado permitió identificar actores con mayor número de relaciones, mientras que la densidad reflejó el nivel de integración global de la

red. Estos indicadores se interpretaron como herramientas para comprender patrones estructurales y no como métricas descriptivas aisladas (Regalado et al., 2024; Rendón-Medel et al., 2007)

Resultados

Características de los actores claves entrevistados y descripción de la cadena de valor de los chiles

Para la construcción del diagnóstico se consideró la opinión de los actores entrevistados que participan en la red de valor en todos sus niveles (agroindustriales, pequeños procesadores, revendedores, exportadores, capacitadores y productores) en el (Cuadro 2) se presenta la descripción de los actores entrevistados, sus actividades dentro de la red y actores con quienes mantienen relación.

Cuadro 2. Descripción de las actividades de los actores y los actores referidos por nodo

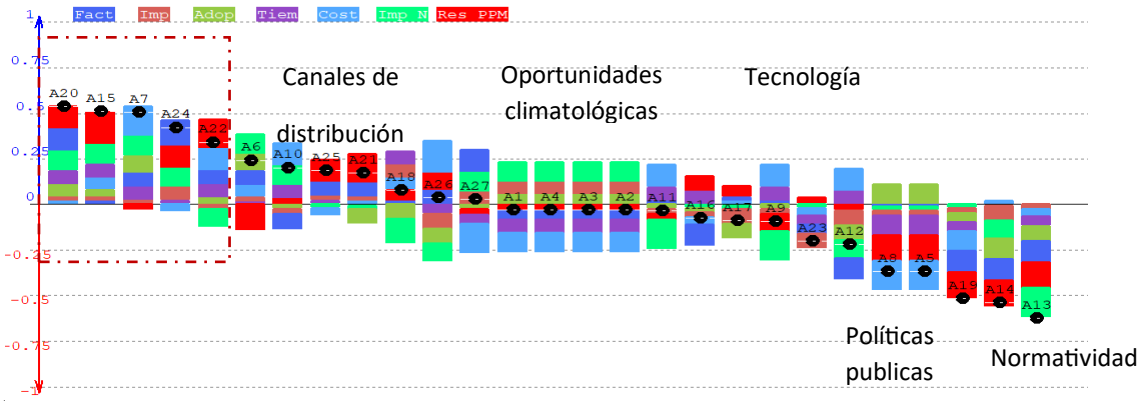
Nodo	Actividad	Actor referido
Actores Industriales (IA)	Compañías internacionales procesadoras de sazonadores que utilizan chiles y derivados como ingredientes para saborizar productos destinados a otras industrias (botanas, salsas, confitería, etc).	Grandes procesadoras de chiles secos molidos y derivados; comercializadoras de chiles nacionales.
	Procesadores de sazonadores y botanas, donde los sazonadores creados son utilizados directamente en sus botanas. El producto final llega directamente al consumidor.	Grandes procesadoras de chiles secos molidos y derivados como oleorresinas de chiles nacionales
	Procesadores de botanas que tercerizan la producción de los sazonadores y cuyo producto final llega directo al consumidor. Esta empresa se caracteriza por diversificar constantemente sus productos e incursionar en nuevos segmentos como salsas y sazonadores que llegan directamente al consumidor final.	Compañías nacionales e internacionales procesadoras de chiles y procesadoras de sazonadores.
	Procesadora de salsas con presencia nacional e internacional. Sus productos incluyen salsas, aderezos, moles y chiles en escabeche, representativos de la gastronomía mexicana.	Grandes productores de chiles (fresco y seco) de toda la república.
Actores Productores (AP)	Pequeños y medianos productores de chile frescos y secos reconocidos por su participación en los programas de escuelas de campo implementadas por SADER.	Otros productores, capacitadores, proveedores de insumos, intermediarios, clientes, puntos de venta.
Actores Capacitadores (AC)	Capacitador asociado a INTAGRI con experiencia en la producción de chiles en México, vinculados a procesos de formación técnica.	Productores destacados en la producción de chiles.

Actores Exportadores y Revendedores (AV)	Exportadores de chile seco con destino a mercados internacionales, principalmente Canadá. Vendedores en comercios establecidos especializados en manejar una amplia variedad de chiles secos. Las ventas de este nodo lo vinculan con el canal HORECA.	Puntos de convergencia comercial.
Procesador-artesanal (PCPA)	Productor de hortalizas, procesador de salsas artesanales Capacitador de procesos de producción de salsas.	Capacitadores, clientes y socios productores de otras hortalizas.
Productor-capacitador (APC)	Capacitador asociado a INIFAP y productor de chiles de especialidad certificados como orgánicos.	Proveedores, capacitadores y clientes.

Fuente: Elaboración propia de entrevista de IAPP

Priorización de problemáticas percibidas en la cadena

El análisis del discurso permitió identificar un conjunto de problemáticas percibidas que se repiten a lo largo de la cadena y que tienden a agruparse en cambio climático, factores sociopolíticos, recursos para el campo, comercialización, relaciones de confianza y calidad e inocuidad alimentaria. El análisis multicriterio (Figura 2) permitió priorizar problemáticas considerando: impacto, factibilidad, aceptación, tiempo, costo, beneficio al desarrollo del negocio y capacidad de resolución. En este análisis destacan como nodos críticos: el control de enfermedades y plagas (A7), la construcción de relaciones de confianza en la proveeduría (A15), la baja capacidad de implementación de buenas prácticas agrícolas y análisis de puntos críticos de control (BPA / APCC), certificaciones (A20) y la inestabilidad en la disponibilidad que incrementa precios aun con negociaciones anuales (A24). En conjunto, estos resultados muestran que la cadena enfrenta una combinación de limitantes técnicas, comerciales y de gobernanza que se refuerzan mutuamente.



La red de capacitación revela una estructura con alta conectividad, pero baja cohesión, donde el acceso a capacitación está concentrado en pocos actores. En la red asociada a la pregunta ¿De quién recibe capacitación técnica? (Figura 3), se observa una buena interacción entre nodos industriales vinculados a la producción de sazonadores y botanas. Sin embargo, el nodo IA1 aparece aislado, al corresponder a un actor especializado en producción de salsas a nivel industrial sin vínculos relevantes dentro de la red de capacitación.

En esta misma red, algunos actores industriales (IA1, IA3 y un actor referido) mantienen contacto directo con productores y además fungen como capacitadores. Fuera del entorno industrial, sobresalen AP9, AR20 y AR40 como nodos con peso dentro de la red: AR20 y AR40 se asocian a programas de SADER, mientras que AP9 corresponde a un productor capacitador con influencia local. Por el contrario, los exportadores y revendedores aparecen periféricos y desvinculados, con escasas aristas hacia programas de capacitación y con poca relación con productores, lo que limita su papel en la retroalimentación de estándares y exigencias comerciales hacia los eslabones productivos.

Cuando se analiza la pregunta ¿A quién capacita? (Figura 3), destaca IA4 como un nodo estratégico. Las particularidades de su operación, tercerización en la elaboración de sazonadores y versatilidad para incursionar en nuevos segmentos, lo vuelven un actor con capacidad de irradiar conocimiento hacia otros industriales. A su vez, IA3, aunque compite con IA4, comparte proveedores y presenta una ventaja relevante al estar enlazado directamente con productores. No obstante, estos vínculos se han desarrollado principalmente para abastecer chiles con un nivel de especialización asociado a productos como salsas, escabeches y aderezos, y no necesariamente para fortalecer el aprovechamiento de chiles secos con estándares industriales, evidenciando oportunidades en procesos de tratamiento, clasificación y aprovechamiento.

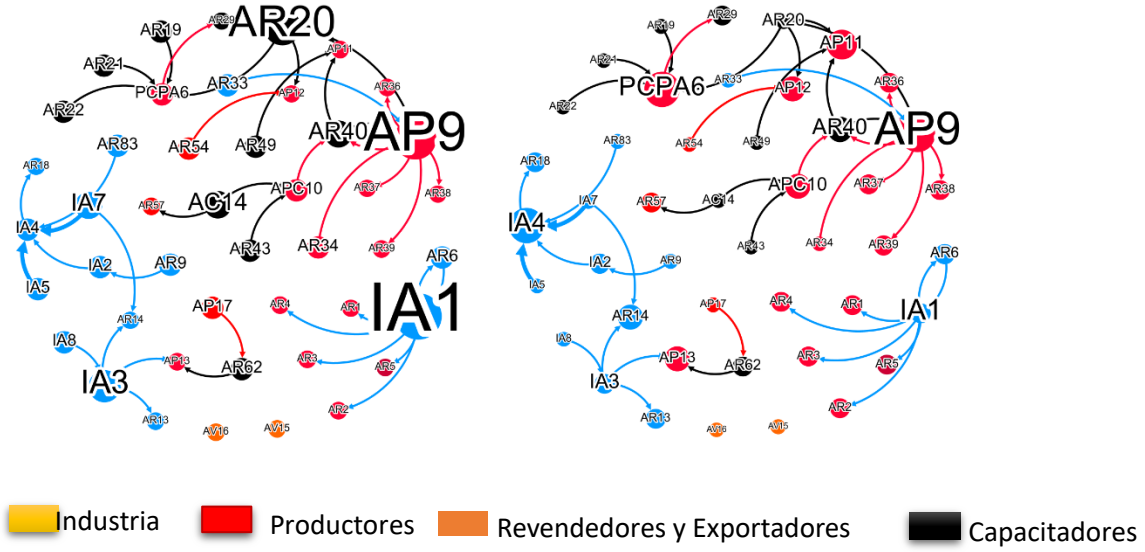


Figura 3. Red de capacitación: ¿Quién te capacita? (izquierda); ¿A quién capacita? (derecha)

Fuente: Elaboración propia basada en instrumento de MGA - ARS

Redes de confianza y relaciones estratégicas entre actores

Las redes de confianza muestran una brecha clara entre vínculos operativos y vínculos estratégicos. En la red asociada a la pregunta ¿Con quién mantiene una relación estrecha como proveedor? (Figura 4), predominan los nodos industriales, lo que confirma la limitada relación entre pequeños y medianos productores y la industria. En esta red sobresalen también nodos vinculados a revendedores y puntos de venta, así como grandes acopiadores y procesadores (AR13 y AR14), lo

que sugiere que la industria se abastece principalmente mediante intermediarios consolidados y no a través de relaciones directas con productores. Asimismo, la central de abastos de Iztapalapa (AR55) y mercados locales (AR51) aparecen como nodos relevantes para la compra y venta.

Cuando se profundiza la confianza con la pregunta ¿Qué proveedores consideraría para formar un equipo de trabajo? (Figura 4), la red pierde enlaces de manera significativa. Los canales informales que anteriormente eran visibles tienden a desaparecer y se mantiene la relevancia de pocos nodos (principalmente AR13 y AR14). Este resultado indica que, aunque existen relaciones estrechas en términos de transacción o cercanía, no todos los actores son considerados confiables para colaboraciones estratégicas. En términos estructurales, la red conserva baja densidad, lo que revela interacciones dispersas, poco integradas y con limitada cohesión entre grupos.

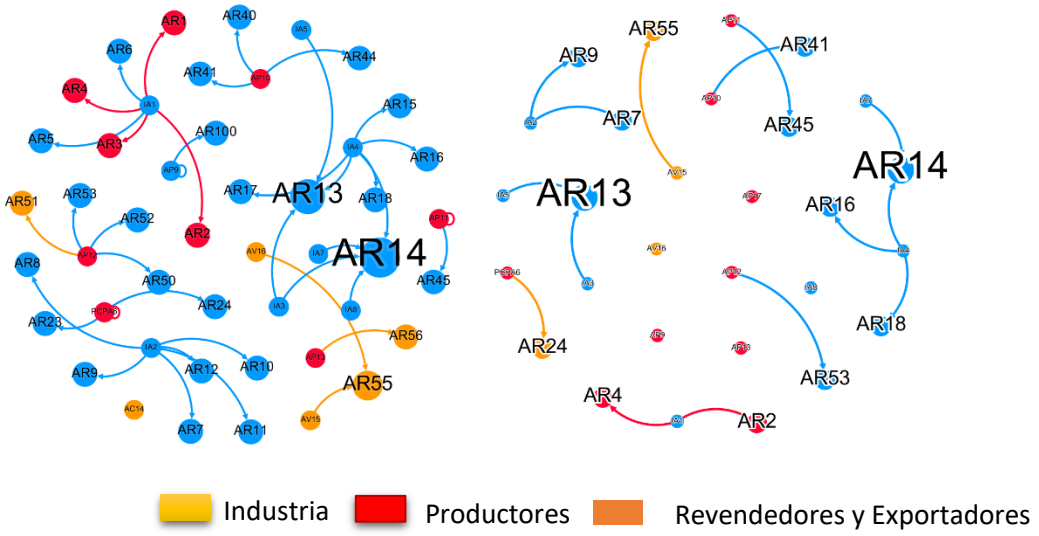


Figura 4. Red de confianza y relaciones estratégicas entre actores (izquierda); Red de confianza entre proveedores (derecha)

Fuente: Elaboración propia basada en instrumento de MGA - ARS

Relación entre productores, comercialización y estructura de mercado

En la red construida con la pregunta ¿Qué productores dentro de su catálogo considera fiable en cuanto a calidad, costo y disponibilidad? (Figura 5), se observa que AP9 es el nodo con mayor nivel de relación dentro de su área, extendiendo vínculos hacia productores como AP12. Ambos mantienen una relación positiva y de cooperación. De manera complementaria, nodos como AC14, AR57 y AP17, aunque separados de la red principal, destacan por su relación con capacitadores como principales proveedores y por prácticas asociadas a planificación de cultivos e implementación de prácticas agrícolas orientadas al cuidado del suelo.

Asimismo, actores como PCPA6, AP9 y AP11 señalan a AR20 como socio clave, especialmente por su relación con las escuelas de campo (SADER), donde sobresalen actividades de capacitación e intercambio de bienes entre productores. A pesar del grado alto observado en esta red, la densidad

revela que se trata de una red amplia pero poco integrada, lo que sugiere que la conectividad no necesariamente se traduce en cooperación sostenida, por ejemplo, para compras consolidadas, estrategias conjuntas o mecanismos formales de organización.

En la red de comercialización asociada a la pregunta ¿Con quién o dónde realiza la comercialización de su producción? (Figura 5), los nodos centrales corresponden a mercados locales (AR66) y a la central de abastos de Iztapalapa (AR55), lo que evidencia el peso de canales informales o semiformales como principal salida comercial. Aun cuando existen productores que comienzan a construir vínculos con la industria y distribuidores, por ejemplo, AP9 y AP13, la densidad baja sugiere que los canales continúan poco diversificados y que la conexión con la industria permanece limitada, manteniendo la vulnerabilidad del sistema ante fluctuaciones de precio y disponibilidad.

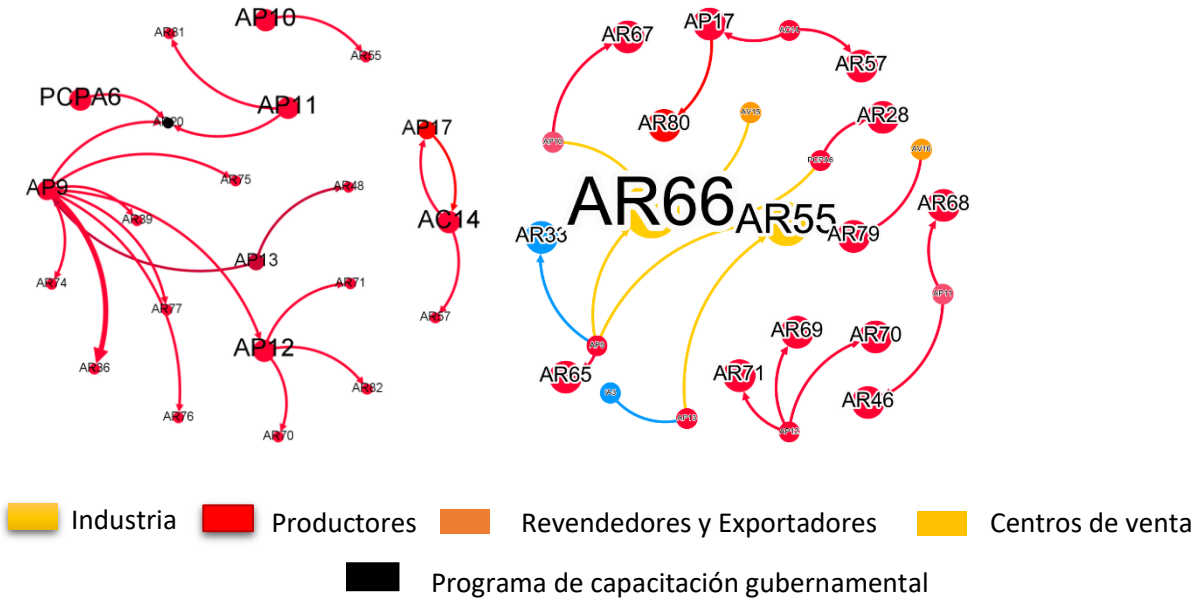


Figura 5. Red de relaciones entre productores (izquierda) y red de comercialización de productores (derecha)

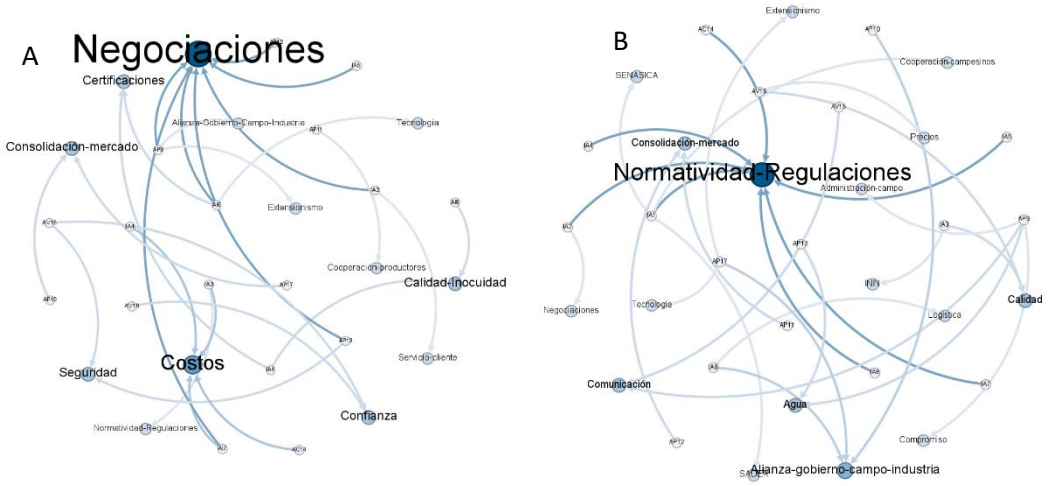
Fuente: Elaboración propia basada en instrumento de MGA - ARS

Redes de negatividad, nodos faltantes y cuellos de botella

Las redes basadas en discurso permiten visibilizar factores que no se observan plenamente en redes transaccionales, pero que condicionan la gobernanza y la articulación del sistema. En la pregunta ¿Qué falta para tener una red de confianza? (Figura 6), domina la idea de seguridad para realizar negociaciones con costos claros, y se suman temas de calidad ligados a ausencia de certificaciones. En la pregunta ¿Quién debería estar involucrado para que el trabajo fluya con mayor agilidad? (Figura 6 - A), sobresale la falta de regulación y normas aplicadas al campo para formalizar acuerdos con la industria, con presencia de instituciones como SENASICA, así como una demanda reiterada por programas de extensionismo y alianzas entre gobierno, campo e industria.

En la red de factores limitantes o negatividad (Figura 6 - B), aparecen cuellos de botella desde el ámbito industrial y comercial. Destaca el rol del ININ (Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares) como punto de sanitización entre grandes procesadores de chiles secos y la industria alimentaria, con desafíos de acceso y articulación. También emergen intermediarios desleales ("coyotes"), ausencia de canales formales, mecanismos débiles de seguridad contractual, falta de proveedores confiables y percepciones de autolimitación por parte de algunos productores. Finalmente, el Estado aparece como nodo visible por su ausencia, lo que refuerza la lectura de débil presencia institucional en la articulación de la cadena.

En la red integrada (Figura 6- C), el nodo central se concentra en la necesidad de consolidar el mercado, garantizar negociaciones seguras y estabilizar costos, articulando carencias como ausencia de normatividad, necesidad de certificaciones, capacitación y extensionismo. En materia de seguridad, resaltan la presencia de intermediarios, la falta de confianza en compraventa y la influencia del grupo identificado como "Los malos", asociado a delincuencia organizada y robos en carretera y en centrales de abasto. En conjunto, estas redes muestran que la inseguridad y la falta de reglas claras funcionan como costos ocultos de coordinación, debilitando la posibilidad de acuerdos estables y de integración con mercados formales.



C

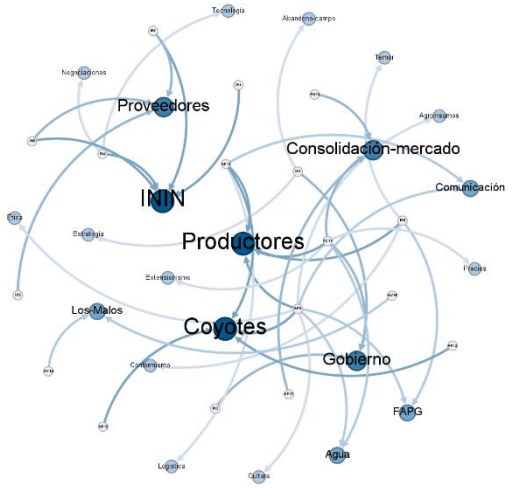


Figura 6. ¿Qué falta para tener una red de confianza? (a); ¿quién debería estar involucrado en su trabajo para que este fluya con mayor agilidad? (b); (c) red de discurso homologado

Fuente: Elaboración propia basada en instrumento de MGA - ARS

Análisis cuantitativo de las redes

De manera consistente, las redes analizadas muestran grados relativamente altos (conectividad) y densidades bajas (baja cohesión), lo que confirma una cadena activa pero fragmentada (Cuadro 3).

Cuadro 3. Indicadores estructurales de las redes analizadas

Red	Grado	Densidad
Capacitación	95.6	0.022
Confianza y relaciones estratégicas entre actores	87.3	0.017
Confianza entre proveedores	51.7	0.018
Relación entre productores	91	0.043
Comercialización de productores	62.5	0.03

Fuente: Elaboración propia basada en instrumento de MGA - ARS

En particular, la red de capacitación presenta alto grado y baja densidad, indicando acceso a nodos de capacitación, pero vínculos débiles y concentrados. En las redes de confianza, la caída del grado al pasar de relaciones estrechas a relaciones estratégicas (“formar un equipo”) refuerza que existe vínculo, pero no necesariamente confianza para colaborar. En comercialización, el grado intermedio y la densidad baja muestran un sistema centrado en pocos nodos (mercados locales y central de abastos), con limitada diversificación y baja conexión estructural con la industria.

En conjunto, estos resultados indican que la cadena de valor del chile en la zona centro de México opera bajo una estructura donde la conectividad no se traduce en integración, y donde los principales cuellos de botella se relacionan con la falta de confianza, formalización, calidad/inocuidad, estabilidad de oferta y seguridad en negociaciones.

Discusión

Los resultados de las entrevistas a diferentes actores muestran que la cadena de valor del chile se caracteriza por alta fragmentación y baja cohesión, donde los vínculos entre actores son débiles y se concentran en pocos nodos clave. La articulación productiva y comercial se sostiene principalmente a través de intermediarios, acopiadores y canales informales (mercados locales y la Central de Abasto de Iztapalapa), mientras que la vinculación directa con la industria es limitada y emerge solo en casos puntuales. En paralelo, la capacitación y la confianza están distribuidas de forma desigual, con actores industriales y algunos programas institucionales como principales acaparadores de relaciones. En conjunto, estos resultados evidencian una paradoja estructural: la cadena opera y permite la circulación de producto, información y capacitación, pero lo hace sin mecanismos efectivos de coordinación, aprendizaje colectivo ni inclusión productiva.

Estos patrones de la cadena de valor de los chiles son similares a resultados de estudios hechos en otras áreas. Zapata-Aguilar et al., (2020) en un estudio sobre el chile habanero de Yucatán reportaron un sistema fuertemente intermediado, en el que el producto fresco transita de los pequeños productores hacia acopiadores, mayoristas y minoristas en mercados regionales y nacionales, mientras los agricultores capturan una porción reducida del valor final. Un estudio sobre la cadena de valor de los chiles secos en Zacatecas muestra también una débil integración de los productores, caracterizada por baja organización, escasa coordinación con acopiadores y agroindustria, y una limitada capacidad para acceder a segmentos de mayor valor frente a la competencia de importaciones (Aguilar Hernández & Esparza Frausto, 2010). De forma similar, estudios sobre cadenas hortícolas y agroalimentarias en México señalan que la intermediación prolongada, la informalidad y la ausencia de acuerdos contractuales limitan la apropiación de valor en origen y refuerzan relaciones transaccionales de corto plazo (Gaudin & Padilla, 2023).

Asimismo, Pérez Vargas et al., (2017), al analizar la conducta de compra del consumidor organizacional en Puebla, muestran que el abastecimiento de chile para la agroindustria se estructura alrededor de pocos puntos mayoristas: la micro y pequeña empresa compra principalmente en la central de abasto local, mientras que la gran empresa se provee mediante una red nacional. En ese esquema, la demanda se concentra en variedades de alto uso industrial (jalapeño, chipotle y serrano) y los compradores priorizan atributos físicos básicos (frescura, ausencia de material extraño y sin daño), lo que refuerza relaciones transaccionales y dificulta acuerdos estables con productores regionales, salvo cuando se cumplen condiciones de precio competitivo, calidad y requisitos fiscales.

La concentración de vínculos en actores industriales y programas institucionales evidencia que el flujo de conocimiento no es horizontal y tiende a reproducir dos circuitos de formación paralelos. Por un lado, los industriales vinculados a productores orientan la capacitación hacia buenas prácticas agrícolas, trazabilidad y cumplimiento de estándares; por otro, programas públicos como las escuelas de campo priorizan prácticas productivas de bajo costo, como el uso de biofertilizantes, sin una articulación clara con los requerimientos normativos y comerciales de la industria. Esta configuración no permite una gestión integral del aprendizaje dentro de la cadena de valor.

Espinobarros-Feliciano, (2019) muestra en un estudio sobre el chile criollo en La Montaña de Guerrero que, en una red desarticulada en lo técnico y en lo comercial, los productores que acceden

a una mayor diversidad de fuentes de información alcanzan mayores niveles de innovación y los mejores resultados productivos se asocian a diversidad de relaciones y a una combinación de innovaciones tecnológicas y organizativas. Estos hallazgos, sugieren que no basta con "dar cursos", sino diseñar una red de aprendizaje que conecte fuentes diversas y combine contenidos técnicos con organización y mercado. Por otro lado, el estudio de Díaz-José et al., (2013) sobre la difusión de innovación en la cadena de valor de hule natural demostró que los productores tienden a priorizar innovaciones con resultados de corto plazo, y que la adopción mejora cuando se impulsa la búsqueda de información dentro de la red. En este contexto, se recomienda estrategias de difusión basadas en "paquetes" atractivos y en la conformación de grupos con actores directos e indirectos con distintos niveles de innovación para fomentar el aprendizaje (productores con baja adopción aprendiendo de referentes con mayor adopción) (Aguilar-Gallegos et al., 2017). Los resultados de estos estudios sugieren entonces que la prioridad para la cadena de valor del chile es la eliminación de huecos estructurales que conecten escuelas de campo, formadores-productores, acopio y agroindustria alrededor de metas compartidas (calidad/inocuidad, formalidad, logística y abastecimiento), para que el flujo de conocimiento deje de concentrarse en pocos actores y se convierta en un mecanismo efectivo de coordinación.

Aunque la gobernanza no fue considerada explícitamente en el diseño del instrumento, emergió de manera consistente en los discursos y en la estructura de las redes analizadas. La baja densidad, la dependencia de intermediarios, la ausencia de vínculos formales y la falta de instituciones articuladoras son indicadores de un sistema con mecanismos de gobernanza débiles. Este diagnóstico coincide con análisis que señalan que la integración operativa y comercial en cadenas agroalimentarias mexicanas suele estar mediada por estructuras institucionales y de mercado que favorecen a los intermediarios y a los puntos de acopio, mientras que los productores, especialmente los pequeños, enfrentan barreras de acceso a contratos formales y mercados de valor agregado (Gaudin & Padilla, 2023; Zapata-Aguilar et al., 2020). Esta misma configuración revela oportunidades concretas de intervención, ya que la existencia de nodos centrales bien definidos y de productores con altos niveles de conectividad relativa ofrece puntos de entrada para fortalecer la articulación sin necesidad de reconfigurar completamente la cadena.

Las redes de confianza son claves para fortalecer la gobernanza de la cadena de valor. Los datos del presente estudio muestran que la industria mantiene relaciones parcialmente estrechas con acopiadores y grandes productores, mientras mantiene al margen a pequeños y medianos productores que representan la mayor forma de producción en el país (INEGI, 2023; INTAGRI, 2020). La falta de confianza reflejada en los análisis refuerza la necesidad de crear puentes entre los nodos encontrados con mayor influencia y canales que resulten estratégicos en temas logísticos y de acceso a contratos. Sin embargo, construir confianza no es un proceso inmediato.

Conclusión

Este estudio tuvo como objetivo analizar la estructura relacional de la cadena de valor del chile en la zona centro de México para identificar cuellos de botella y oportunidades de articulación, utilizando un enfoque metodológico mixto basado en el mapeo de grandes actores, el análisis de redes sociales, el análisis de discurso y el análisis multicriterio.

Los resultados mostraron que la cadena opera con alta fragmentación y baja cohesión: los vínculos son débiles y se concentran en pocos nodos, mientras la articulación productiva y comercial

depende de intermediarios y canales informales, lo que limita la confianza, la formalización y la inserción estable de pequeños y medianos productores en mercados de mayor valor. No obstante, esta misma estructura ofrece oportunidades concretas de intervención ya que la presencia de actores centrales, redes de capacitación activas y productores con niveles relevantes de conectividad sugiere que es posible mejorar la articulación de la cadena mediante acciones focalizadas que fortalezcan los nodos puente entre producción, capacitación, logística y mercado. El desarrollo de esquemas que reduzcan asimetrías de información facilite el cumplimiento progresivo de estándares y promuevan relaciones comerciales más transparentes y estables podría transformar vínculos actualmente transaccionales en relaciones de cooperación de mayor plazo. Sería importante avanzar hacia el diseño y evaluación de mecanismos operativos que aprovechen estos puntos de entrada identificados, explorando soluciones organizativas, servicios especializados o modelos de intermediación más eficientes que contribuyan a mejorar la gobernanza de la cadena.

Literatura Citada

AgroLatam. (2025). *Paprika peruana conquista paladares en Norteamérica: México y EE. UU. lideran el mercado*. agrolatam.com/mercados-latam/paprika-peruana-crece-mercado-mexico-eeuu/

Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., & Aguilar-Avíla, J. (2017). *Análisis de redes sociales: Conceptos clave y cálculo de indicadores.* (Primera Ed, Number February 2018, pp. 7–141). Universidad Autonoma de Chapingo (UACh), Centro de Investigaciónes Económicas, Sociales y Tecnologícas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM).

Aguilar-Rincón, V. H., Corona-Torres, T., López-López, P., Latournerie Moreno, L., Ramírez Meraz, M., Villalón-Mendoza, H., & Aguilar-Castillo, J. A. (2010). Los chiles de México y su distribución. In *SINAREFI , Colegio de Postgraduados, INIFAP, IT-Conkal, UANL, UAN.* (Primera Ed, Vol. 34, Number 1).

Aguilar Hernández, R., & Esparza Frausto, G. (2010). Situación y perspectivas de la producción de chile seco en Zacatecas. *Revista de Geografía Agrícola*, 19–38.

Determinantes de Las Dinámicas de Desarrollo Territorial Rural En América Latina, Programa dinámicas territoriales rurales. Rimiso 1 (2011).

Díaz-José, J., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., & Muñoz-Rodríguez, M. (2013). Análisis dinámico de redes en la difusión de innovaciones agrícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *4*(7), 1095–1102.

Espinobarros-Feliciano, P. (2019). *Gestión de innovación en la produccion de chile criollo, en la región montaña del estado de Guerrero*.

Flores Sánchez, C. A., & Mungaray Lagarda, A. (2015). Competitividad de las exportaciones de chile seco mexicano. *Nóesis. Revista de Ciencias y Humanidades*, *24*(47), 244–269. redalyc.org/pdf/859/85932588011.pdf

Gaudin, Y., & Padilla, R. (2023). Nuevas narrativas para una transformación rural en América Latina y el Caribe: hacia una medición y caracterización renovada de los espacios rurales. In

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (Vol. 0, Number 307). https://revistas.uloyola.es/rfs/article/view/5317

Gaybor, K. L., & Pacheco Sanunga, H. G. (2024). Análisis de la Cadena de Valor de los Productos Agrícolas para Mejorar la Competitividad de la Asociación Apgrofindi en Shushufindi. *Revista Científica Intermacional*, *11*(2), 2066–2083. https://doi.org/10.69639/arandu.v11i2.395

Henson, S., & Humphrey, J. (2010). This is an Accepted Manuscript of an article published by on 27 October 2010 , available online : Understanding the Complexities of Private Standards in Global Agri-Food Chains as They Impact Developing Countries. *Taylor & Francis in The Journal of Development Studies*, *46*(9), 1–22. https://www.tandfonline.com/1080/00220381003706494

INEGI. (2023). *Censo Agropecuario Resultados 2022*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ca/2022/doc/ca2022_rdNAL.pdf

INTAGRI. (2020). Cultivo de chile en México. *Articulos Técnicos de INTAGRI*, 6.

Pérez Vargas, R., Morales Jiménez, J., López Sánchez, H., & Ayala Garay, A. V. (2017). Intención de compra del consumidor organizacional de chile regional en el Estado de Puebla, México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, *14*(4), 599–615. https://doi.org/10.22231/asyd.v14i4.698

Regalado, J. G., Fonteyne, S., Guera, M., & Odjo, S. (2024). *Mapeo de la Red Latinoamericana de Investigación Agronómica*.

Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., Muñoz-Rodríguez, M., & Altamirano-Cárdenas, J. R. (2007). *Identificación de actores clave para la gestión de la innovación el uso de redes sociales*.

Rendón Medel, R. (2021). Capitulo IV Mapeo de Grandes Actores (MGA). In *Fundamentación y lineamientos para la identificación de redes de innovación en el sector rural* (p. 146). FANALCE, Universidad Autónoma Chapingo, UACh. CIESTAAM.

SADER. (2020). *México es primer lugar mundial en la producción de chile verde*. Gobierno de México - Secretaría de Desarrollo Rural. www.gob.mx/siap.

Zapata-Aguilar, J. A., Pérez-Akaki, P., & Moo-Novelo, C. A. (2020). Análisis de la cadena de comercialización del chile habanero de Yucatán y su denominación de origen. *Revista CEA*, *6*(11), 109–125. https://doi.org/10.22430/24223182.1406

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de octubre de 2026

Comportamiento de las importaciones y la dependencia alimentaria de arroz en México

Verna Gricel Pat Fernández[1], Zulia Helena Caamal Pat[2], Ma. Socorro Medina Lara[3]

Resumen

Los cereales cultivados en México en 2024 por superficie cosechada son el maíz (88.6%), el trigo (6.54%), la cebada (4%), la avena (0.6%) y el arroz palay (0.42%). El arroz es un producto básico y estratégico para la alimentación de la población en México. Los principales estados con mayor producción de arroz son Nayarit (36.5%), Veracruz (14.82%), Michoacán (13.5%), Campeche (11.96%) y Jalisco (9.2%). Estos estados aportaron el 85.98% de la producción total nacional. El objetivo del trabajo es analizar el comportamiento de las importaciones y la dependencia alimentaria del arroz en México. La información se obtuvo de bases de datos estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT) y del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). La información obtenida fue de producción y las de comercio (exportaciones e importaciones), durante el periodo de 1980 a 2024. Se calcularon los coeficientes y las tasas de crecimiento de las variables de producción y de comercio. La producción de arroz presentó un decrecimiento del 50%, las importaciones crecieron en 12,977% y el consumo nacional aparente presentó un crecimiento de 129.8%. En 1980 la producción nacional de arroz cubrió el 98.6% del consumo nacional y en 2024 cubrió el 21%. La balanza comercial es negativa durante todo el periodo. México es un importador neto de arroz palay, es decir que la producción nacional no satisface la demanda interna, que ha obligado a México a importar arroz, principalmente de los Estados Unidos de América.

Palabras clave: producción, consumo aparente, coeficiente de dependencia comercial

Abstract

Cereals cultivated in Mexico in 2024, according to harvested area, were maize (88.6%), wheat (6.54%), barley (4%), oats (0.6%), and paddy rice (0.42%). Rice is a basic and strategic commodity for food supply in Mexico. The main rice-producing states are Nayarit (36.5%), Veracruz (14.82%), Michoacán (13.5%), Campeche (11.96%), and Jalisco (9.2%). These states accounted for 85.98% of total national rice production. The objective of this study is to analyze the behavior of rice imports and food dependency in Mexico. Information was obtained from the statistical databases of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT) and the Agro-Food Information System for Consultation (SIACON). Data on production and trade (exports and imports) for the period from 1980 to 2024 were analyzed. Coefficients and growth rates were calculated for production and trade variables. Rice production decreased by 50%, while imports increased by 12,977% and apparent domestic consumption increased by 129.8%. In 1980, domestic rice production covered 98.6% of national consumption, whereas in 2024 it covered only 21%. The trade balance remained negative throughout the entire period. Mexico is a net importer of paddy rice; that is, domestic production does not meet internal demand, which has forced Mexico to import rice, mainly from the United States.

Keywords: Production; Apparent consumption; Trade dependency coefficient.

INTRODUCCIÓN

Importancia Mundial del arroz

Los principales cereales primarios en el mundo por la superficie cosechada a nivel mundial, en el año 2024, son el trigo (29.5%), maíz (28.2%) y el Arroz (23.1%). Con respecto a la producción, los cultivos importantes son el maíz (38.9%), el arroz (26.2%) y el trigo (25.5%). El arroz se cultiva en casi todo el mundo, se reportan 115 países productores. La producción de arroz en el mundo fue de 820,223,278 toneladas. Los cincos principales países productores de arroz son India (26.6%), China continental (25.3%), Bangladesh (7.4%), Indonesia (6.5%) y Viet Nam (5.3%), estos países aportaron el 71% de la producción total mundial (FAOSTAT, 2025). Los países con mayor rendimiento de arroz son China continental (7.2 ton/ha), Viet Nam (6.2 ton/ha), Bangladesh (5.3 ton/ha), Indonesia (5.3 ton/ha) e India (4.3 ton/ha).

Cuadro 1. Cultivos de cereales en el Mundo, 2024

Cultivo	**Superficie cosechada (ha)**	**%**	**Rendimiento (ton/ha)**	**Producción (ton)**	**%**
Trigo	219,518,805	29.5	3.6	798,481,711	25.5
Maíz	209,954,361	28.2	5.8	1,218,205,574	38.9
Arroz	**172,414,425**	**23.1**	**4.8**	**820,223,278**	**26.2**
Sorgo	44,258,346	5.9	1.5	64,264,991	2.1
Cebada	44,045,907	5.9	3.2	141,996,861	4.5
Mijo	30,664,916	4.1	1.0	30,852,616	1.0
Avena	8,535,538	1.1	2.6	22,432,282	0.7
Otros	15,583,824	2.1	1.9	36,765,428	1.2
Total	744,976,122	100.0	2.5	3,133,222,741	100.0

Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT, 2025

Los países exportadores de arroz fueron India (29.85%), Tailandia (16.5%), Viet Nam (11.6%), Pakistán (10.8%) y Camboya (6.5%). Estos cinco países aportaron el 75.25% de las exportaciones totales a nivel mundial. México exportó 16,199 toneladas de arroz, con un valor de 18,573. Los países importadores fueron Filipinas (8.5%), Indonesia (8.1%), Iraq (3.8%), Arabia Saudita (3.3%) y Benin (3.2%). México importó 835,144 toneladas, con un valor de 618,213 miles de dólares en el año 2024 (FAOSTAT, 2026). Los principales países de origen de las importaciones de México destacan: Estados unidos de América (75.8%), Tailandia (18%) y Uruguay (5.84%), que representan el 99.64% de las importaciones de arroz, en 2024.

Importancia nacional del arroz

Dentro del grupo de los cereales por superficie cosechada destaca el maíz grano con mayor participación (88.59%), le sigue el trigo grano (6.31%), la cebada (4.05%), la avena grano (0.51%) y el arroz palay (0.42%). El arroz palay ocupa el quinto lugar de los cereales después del maíz, trigo, avena y cebada en México, por su importancia económica es considerado un producto básico

y estratégico para la alimentación de la población. En el artículo 179 de la ley de seguridad y soberanía alimentaria, se considerarán productos básicos y estratégicos a los siguientes cultivos: Maíz, caña de azúcar, frijol, trigo, arroz, sorgo, café, huevo leche, carne de bovinos, porcinos, aves y pescado (SAGARPA, 2001); sin embargo, tiene poca participación en la producción agrícola total de cereales. Aporta el 0.026% de la producción total de arroz en el mundo (SIACON, 2025).

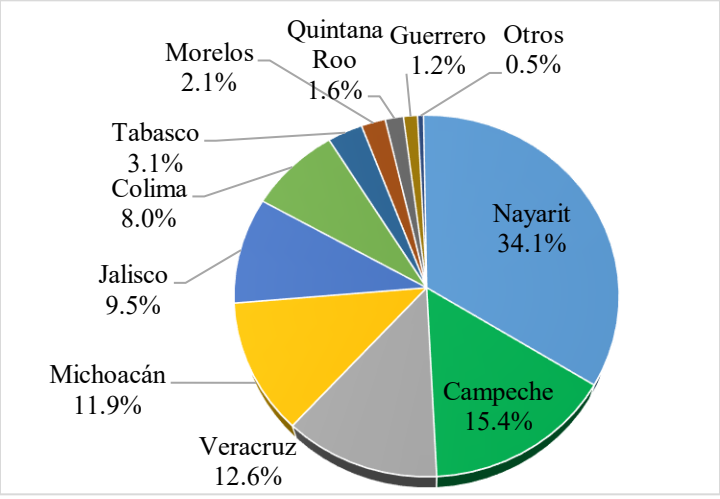
Cuadro 2. Superficie, rendimiento y producción de arroz en México, 2024

Cultivos	**Superficie cosechada (Ha)**	**%**	**Rendimiento (ton/ha)**	**Producción (Ton)**	%
Maíz grano	6,568,036	88.59	3.7	24,326,508.2	86.5
Trigo grano	468,036	6.31	5.7	2,648,377.7	9.42
Cebada grano	300,558	4.05	2.8	827,491.0	2.94
Avena grano	38,160	0.51	2.0	74,602.9	0.27
Arroz palay	31,346	0.42	7.0	219,587.9	0.78
Otros	7,913	0.11	3.3	20,327.9	0.07
Total	7,414,048	100.00	3.8	28,116,895.6	100.00

Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT, 2025

El cultivo de arroz palay está distribuido en 17 estados de la República mexicana. El total de la superficie cosechada de arroz fue de 31,346 hectáreas, el rendimiento promedio de 6.1 toneladas por hectárea y una producción de 219,588 toneladas. Por superficie cosechada, los principales estados son: Nayarit (34.11%), Campeche (15.38%), Veracruz (12.55%), Michoacán (11.89%) y Jalisco (9.5%).

Figura 1. Participación de los estados productores de arroz por superficie cosechada



Fuente: Elaborado con datos FAOSTAT, 2025

Los estados que reportaron mayor rendimiento son: Morelos (10.4 ton/ha), Veracruz (8.3 ton/ha), Michoacán (8.0 ton/ha), Nayarit (7.5 ton/ha), Jalisco (6.8 ton/ha), Guerrero (6.3 ton/ha). Los principales estados con mayor producción de arroz son Nayarit (36.5%), Veracruz (14.82%), Michoacán (13.5%), Campeche (11.96%) y Jalisco (9.2%). Estos estados aportaron el 85.98% de la producción total nacional (SIACON, 2025).

El objetivo del trabajo fue analizar el comportamiento de las importaciones y el coeficiente de la dependencia alimentaria del arroz en México durante el periodo de 1980 a 2024, con la finalidad de obtener un panorama del comportamiento de estas variables e indicadores.

Cultivo de arroz y Conceptos

La domesticación de las especies de arroz, ***Oryza sativa*** y ***Oryza glaberrina*** fue a partir de progenitores salvajes hace ya de miles de años (9000 y 3000 años), en Africa occidental y Asia Oriental (FAO, 2016).

El arroz tiene un desarrollo óptimo a temperaturas entre los 20 y 38^{0}C, requiere de mucha agua y de sol para su desarrollo. Se cultiva en suelos arcillosos y arenosos. Las propiedades nutricionales del arroz se deben a que es rico en carbohidratos, contiene vitaminas, proteínas, fósforo, magnesio, y otros elementos para la nutrición (Parson, 2012).

En México la producción de arroz se realiza principalmente en tres sistemas: trasplante bajo riego, que se lleva a cabo en la zona centro-sur; siembra directa bajo riego que se práctica en la zona noroeste, noreste y occidente y de temporal, que comprende la zona sureste (SAGARPA,2016). El cultivo se realiza en diferentes tipos de suelos, los terrenos deben tener un alto contenido de materia orgánica y una elevada capacidad de retención de agua.

El arroz en México se destina principalmente al consumo humano debido a su alto valor alimenticio, que va desde el energético hasta el proteínico. La harina obtenida forma parte de los alimentos balanceados para uso alimenticio animal. La cascarilla también se usa para la obtención de alimento animal. El granillo es empleado para la industria cervecera, así como la elaboración de harina de arroz.

El aporte nutricional del arroz incorpora una gran cantidad de carbohidratos, vitamina B, potasio, fósforo, magnesio. El arroz se compone en un 70% de almidón y es bajo en proteína a diferencia de otros cereales como el trigo, maíz y sorgo, el arroz contiene mayor cantidad de aminoácidos (Pinciroli, 2010)

La Agricultura es una actividad humana con la que se producen del suelo diferentes tipos de plantas (por ejemplo, el arroz), llamados cultivos, éstos se utilizan para consumo directo, o en la industria. La agricultura puede ser de temporal (cuando se aprovecha el agua de las lluvias) o de riego (que se obtiene bombeándolo de alguna presa, río o pozo).

Producción cosechada. Excluye las pérdidas producidas durante la recolección y la producción que no se ha cosechado por distintas razones (SIAP, 2024).

Producción de cultivos. Los datos sobre la producción de cultivos se refieren a la producción realmente cosechada en los campos o huertos, con exclusión de las pérdidas durante la recolección y la trilla y de la parte que no se ha recolectado por alguna razón. La producción comprende la

cantidad del producto vendido en el mercado (producción comercializada) y la cantidad consumida.

Superficie sembrada del cultivo. Es la superficie agrícola en la cual se deposita la semilla de cualquier cultivo, previa preparación del suelo. Es la superficie en la que se ha sembrado o plantado el cultivo de que se trate, en el suelo preparado a tal efecto, los datos se registran en hectáreas (SIAP, 2024).

Superficie cosechada del cultivo. Es la superficie de la cual se obtuvo producción del cultivo esta variable se genera a partir de que inicia la recolección, la unidad de medida son hectáreas (SIAP, 2024).

Rendimiento. Es el resultado de la división de la producción obtenida entre la superficie cosechada, la unidad de medida son toneladas por hectáreas. Se refiere al volumen de producción que se espera obtener por cada hectárea (SIAP, 2024).

Volumen de producción. El volumen que se logró levantar en determinada superficie cosechada, la unidad de medida son las toneladas por hectáreas (SIAP, 2024).

El comercio exterior es el intercambio de mercancías y servicios entre diversos países. La exportación e importación forma parte del comercio exterior. La Exportación es el conjunto de mercancías y servicios que un país vende a otro y la importación es el conjunto de mercancías y servicios que un país compra a otro u otros (Zorrilla, 2011).

El incremento de las importaciones de productos básicos en México, de acuerdo con Ibarra (2016), se debe principalmente por el alto costo de la producción, escaza inversión en el sector, preferencia al capital extranjero, la producción interna es menor que el consumo, lo que genera una mayor importación de productos básicos.

La producción comercializada es la producción destinada a la venta. No incluye las cantidades consumidas por los agricultores y, tal vez, algunas pérdidas en el período posterior a la cosecha.

Balanza comercial indica el balance del comercio en un período determinado, y es la expresión del flujo comercial neto en el comercio de un país. Puede ser superavitario cuando las exportaciones exceden a las importaciones, y deficitario en el caso en que las exportaciones sean menores que las importaciones (Durán y Álvarez, 2008).

El Consumo Nacional aparente se refiere a la cantidad total de un producto disponible para el consumo de la población de un país en un período determinado. El CNA corresponde a la suma de la producción más las importaciones menos las exportaciones realizadas por un país (Velín y Medina, 2011).

Materiales y Métodos

La información utilizada se obtuvo de bases de datos estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT, 2025) y del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON, 2025). La información obtenida fue de producción y las de comercio (exportaciones e importaciones), durante el periodo de 1980 a 2024.

Se calcularon las tasas de crecimiento, que se refiere al incremento porcentual que tiene un valor determinado en un periodo de tiempo, la cual puede ser positiva o negativa, reflejando crecimiento o decrecimiento de la variable (Brambila, 2011).

El procedimiento de cálculo es el siguiente: $TC\% = \left(\frac{Van}{Va1} - 1\right)100$, donde: TC= tasa de crecimiento en porcentaje; Van= Valor final, en el último año: Va1= valor inicial, en el año 1.

Se calculó el consumo nacional aparente (CNA), que se refiere a la cantidad de un bien que el mercado requiere; es la producción doméstica más importaciones menos las exportaciones (Cruz et al., 2022); el procedimiento de cálculo es: CNA= Q_{ij}+M_{ij}-X_{ij}, donde Qij = Producción doméstica del producto i del país j; Mij = Importaciones del producto i del país j; Xij = Exportaciones del producto i del país j.

Se calculó coeficiente de dependencia comercial, el cual expresa la participación de las importaciones de un producto sobre el consumo nacional aparente en un periodo determinado (Velin y Medina, 2011); el procedimiento de cálculo es: CDC_{ij}: $M_{ij}/(Q_{ij} + M_{ij}-X_{ij})$, donde CDC: Coeficiente de dependencia comercial de un producto i del país j; M_{ij}= Importaciones de un producto i del país j; Q_{ij}: Producción doméstica de un producto i del país j; X_{ij}: Exportaciones de un producto i del país j.

Coeficiente de autosuficiencia, mide el porcentaje de autosuficiencia que representa el volumen de producción nacional con respecto al consumo nacional aparente, el cálculo se realiza de la siguiente forma: CA= Q_{ij}/CNA, donde CA: Coeficiente de autosuficiencia; Q_{ij}: Producción doméstica; CNA: Consumo nacional aparente.

Balanza comercial. Indica el balance del comercio en un período determinado, y es la expresión del flujo comercial neto en el comercio de un país. Puede ser superavitario cuando las exportaciones exceden a las importaciones, y deficitario en el caso en que las exportaciones sean menores que las importaciones. En términos prácticos, un saldo negativo implica que las importaciones retrajeron renta nacional que fue captada por ciudadanos residentes en otros países (Durán y Álvarez, 2008). El procedimiento de cálculo es el siguiente: BC= X-M, Dónde: BC=Balanza comercial; X = exportaciones; M = Importaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de arroz en México en el período de análisis de 1980 a 2024 tuvo un comportamiento con una tendencia decreciente, lo que representó una tasa de decrecimiento de 50.69%. La exportación e importación, forman parte del comercio exterior de un país. La exportación de arroz en México ha sido nula en casi todo el periodo analizado, en comparación con el volumen de las importaciones.

Cuadro 3. Tasa de crecimiento de la producción, comercio y consumo de arroz en México,

1980 a 2024.

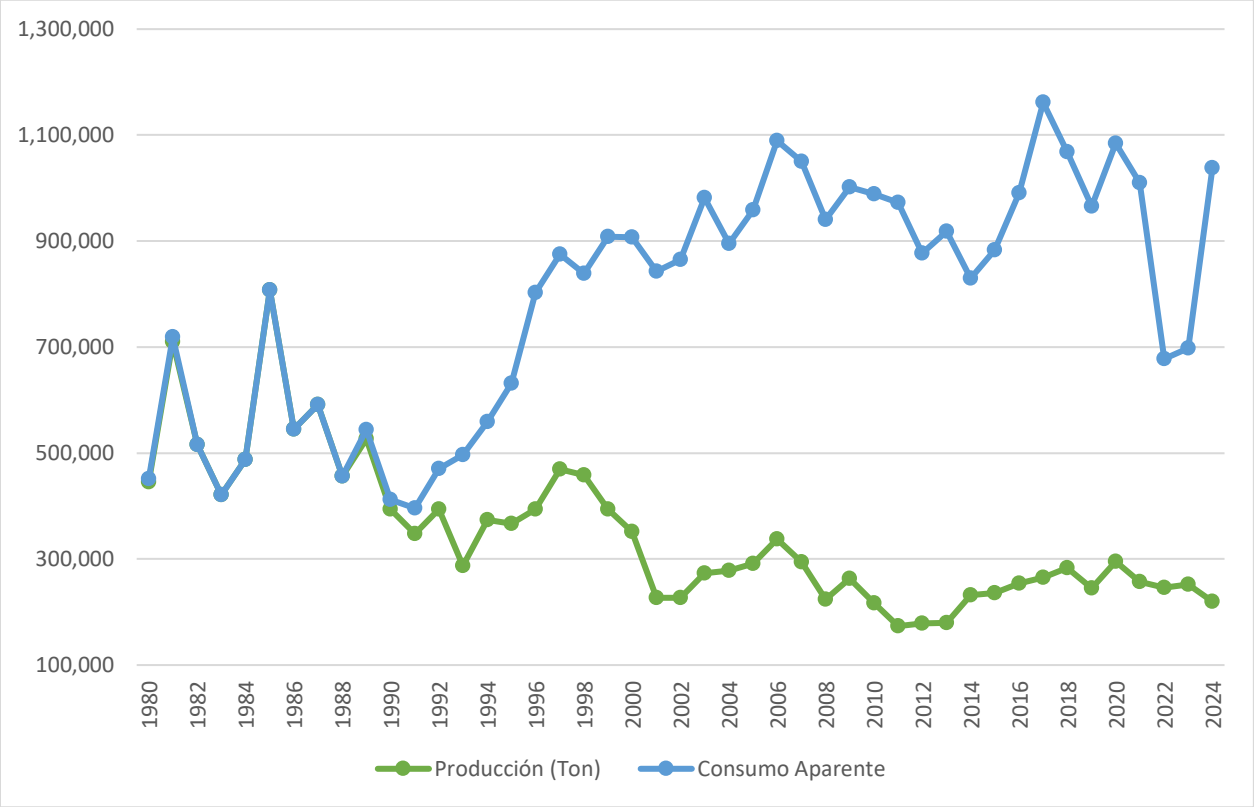
Variables / año	1980	2024	TC %
Producción (ton)	445,083	219,588	-50.69
Exportación (ton)	0	16,199	0
Importación (ton)	6,386	835,144	12,977

Consumo nacional aparente (ton)	451,750	1,038,533	129.89
Balanza comercial	-6,386	-818,945	12,724

Fuente: Elaborado con datos de SIACON y FAOSTAT, 2024.

Las importaciones de arroz en México tienen una tendencia creciente durante el período de análisis, con una tasa de crecimiento de 12,977%. El consumo nacional aparente es la cantidad de producto que el mercado requiere y creció a una tasa de 129.89% durante el periodo de análisis.

Figura 2. Producción y consumo de arroz, 1980 a 2024



Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT, 2025.

La producción máxima de arroz fue en el año de 1985 con 807,539 toneladas y la producción mínima reportada fue en el año de 2011 con 173, 461 toneladas. De 1980 a 1990, México fue autosuficiente en la producción de arroz, ya que el volumen de las importaciones fue baja.

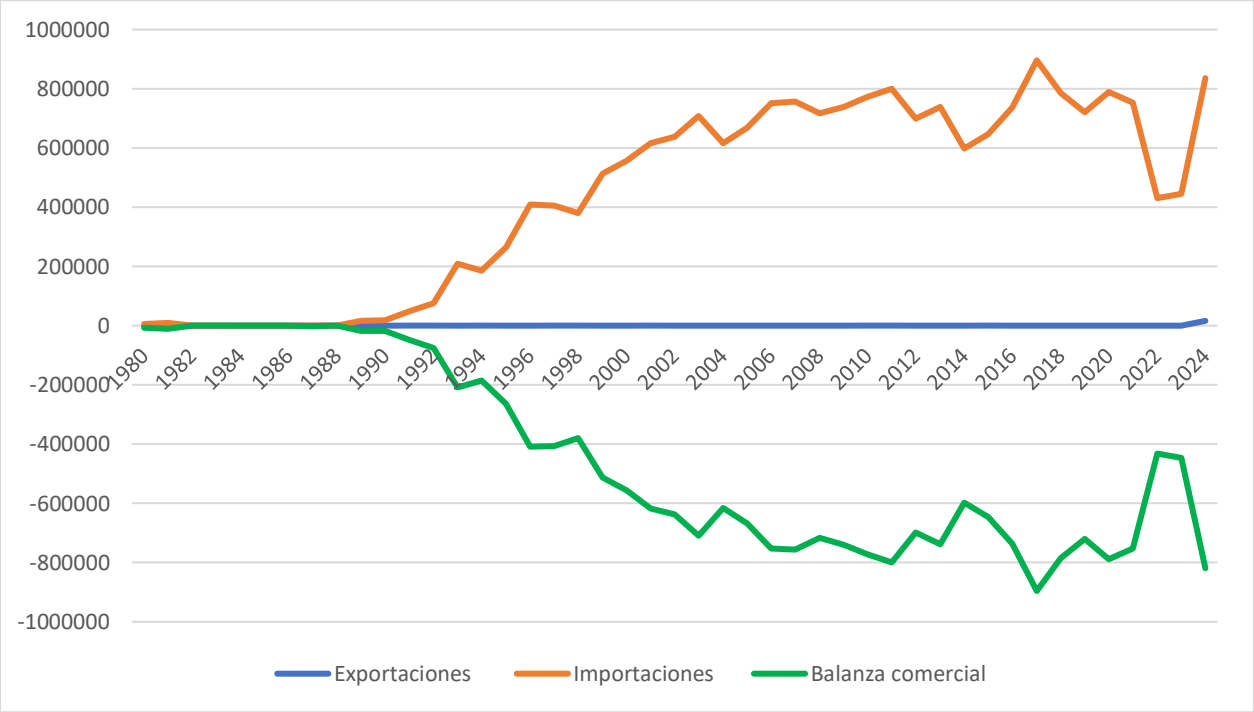
De 1984 a 1986 las importaciones fueron nulas. Se reporta que la máxima importación de arroz fue en el año de 2017 con 895, 928 toneladas. Las exportaciones en general son nulas, sin embargo, se reporta en algunos años, 1991 (25 ton), 1992 (1 ton), 1994 (2 ton), 1997 (116 ton), 1998 (36 ton), 2001 (100 ton), 2010 (92 ton), 2011 (30 ton), 2015 (18 ton) y 2024 (16,199 ton), (FAOSTAT, 2025).

El consumo nacional aparente es la cantidad total del producto disponible para el consumo de la población, esta variable creció en 129% durante el periodo de análisis.

La balanza comercial es un indicador que registra la diferencia de las exportaciones y las importaciones del producto. La Balanza Comercial de arroz palay en México es negativa, es decir

que hay un déficit comercial. Esto se debe porque las importaciones son mayores que las exportaciones, las cuales son nulas en la mayor parte del periodo. El saldo es negativo y creciente, por lo que México es un país netamente importador de arroz palay.

Figura 3. Balanza comercial del arroz en México, 1980 a 2024



Fuente: Elaborado con datos FAOSTAT, 2025.

Los datos de la variable importación reflejan que existen problemas de abastecimiento en la producción de arroz en México, es decir, que la producción interna no satisface la demanda de la población.

El coeficiente de dependencia comercial (CDC), expresa la participación de las importaciones de un producto sobre el consumo nacional aparente en un periodo determinado. En el cuadro 2, se observa que en el periodo de 1980 a 1990, el coeficiente de dependencia comercial fue de cero, esto significa que en ese periodo la producción nacional de arroz cubrió la demanda interna y las importaciones fueron mínimas.

Del 2000 al 2024 se observa un coeficiente de dependencia mayor, esto significa que la producción nacional de Arroz no satisface la demanda interna y se tiene que cubrir con las importaciones que provienen de Estados Unidos de América, Tailandia y Uruguay, que cubren con el 99.64%. En 2024 las importaciones representan el 80% de la demanda interna.

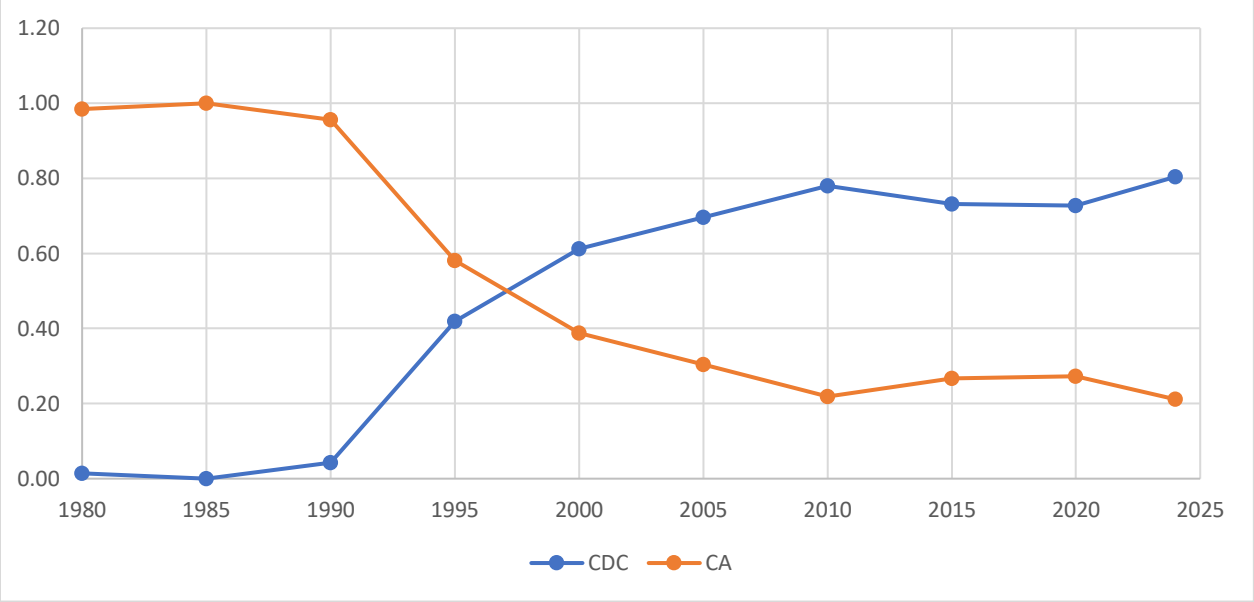
Cuadro 4. Coeficiente de dependencia comercial y Autosuficiencia del arroz, 1980 a 2024

Año	Producción	Importación	CNA	CDC	CA
1980	445,364	6,386	451,750	0.014	0.985
1985	807,529	0	807,529	0	1.0
1990	394,388	18,114	412,502	0.043	0.956
1995	367,030	264,941	631,971	0.419	0.5807

2000	351,447	556,012	907,459	0.612	0.3872
2005	291,149	667,690	958,839	0.696	0.3036
2010	216,676	772,327	988,911	0.780	0.2191
2015	236,018	646,923	882,923	0.732	0.2673
2020	295,338	788,623	1,083,961	0.727	0.2724
2024	219,588	835,144	1,038,533	0.804	0.2114

Fuente: Elaborado con datos FAOSTAT, 2025.

Figura 4. Coeficientes de dependencia y autosuficiencia en la producción de arroz, 1980 a 2024



Fuente: Elaborado con datos FAOSTAT, 2025.

Coeficiente de autosuficiencia (CA), mide el porcentaje de autosuficiencia que representa el volumen de la producción nacional con respecto al consumo nacional aparente. De 1980 a 1990, el coeficiente de autosuficiencia presentó valores altos cercano a uno, es decir que en esos años el volumen de las importaciones fue baja y mayor autosuficiencia de la producción nacional. A partir de 1995 a 2024, las importaciones se incrementaron debido principalmente a una disminución de la producción nacional. Los datos que se muestra en la figura 4, indica una alta dependencia externa de las importaciones de arroz palay.

CONCLUSIONES

El arroz es un cultivo básico en la dieta humana en el mundo. En México es considerado un producto básico y estratégico para la alimentación de la población. La variable de producción tuvo un decrecimiento durante el periodo analizado, principalmente por una menor superficie cosechada.

El comportamiento de las importaciones refleja una tendencia creciente, debido principalmente a que la superficie cultivada de arroz palay ha disminuido a través del tiempo, y por lo tanto también la producción.

Las exportaciones de arroz han sido nulas en la mayor parte del periodo analizado, lo que genera como resultado un saldo de la balanza comercial negativo o un déficit comercial. México es un importador neto de arroz palay, es decir que la producción nacional no satisface la demanda interna, que ha obligado a México a importar arroz palay.

Actualmente existe una dependencia de las importaciones de este cultivo, principalmente de Estados Unidos de América. México cuenta con un gran potencial para incrementar la superficie sembrada y el rendimiento, con la finalidad de reducir las importaciones de arroz.

BIBLIOGRAFÍA

Brambila P., J.J. (2011). Bioeconomía. Instrumentos para su Análisis Económico. México, SAGARPA-COLPOS.

Cruz-López, D.F; Caamal-Cauich, I; Pat-Fernández, V.G; Reza-salgado, J. (2022). Competitividad de las exportaciones de aguacate Hass de México en el mercado mundial. Wed, 23 de Mar 2022 in Revista mexicana de ciencias agrícolas. DOI: 10.29312/remexca.v13i2.2885.

Durán L., J.E. y Álvarez, M. (2008). Indicadores de comercio exterior y política comercial: mediciones de posición y dinamismo comercial. ONU. Santiago de Chile.

FAOSTAT (2025). Base de datos estadística sobre agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/faostat/es (Consulta: 15 de octubre de 2025).

Ibarra, L. S. 2016. Review: transición alimentaria en México. Ecuador. Razón y Palabra. 20(94):162-179 Consultado 31-09-2025. http://www.redalyc.org/pdf/1995/199547464012.pdf

Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). Roma, 2016. Ahorrar para crecer en la práctica. Maíz, Arroz, Trigo. Guía para la producción sostenible de cereales. Consultado 20-09- 2024.

Disponible: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0239ba23-1a94-4cd9-b90e-4613824b68ad/content

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). FAOSTAT. (2024). Datos. Roma, Italia. Consultado 05-07-2024. Disponible en: https://www.fao.org/faostat/es/#data

Parsons B. D. (2012). Arroz, manuales para educación agropecuario. 3ª ed. México, trillas SEP.

Pinciroli, M. (2010). Proteínas de arroz propiedades estructurales y funcionales (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires Argentina.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2001). Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Consultado 02-08-24. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/ldrs/LDRS_orig_07dic01.pdf

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2024. Diccionario de datos agrícolas. México. Consultado 01-09-2025. https://www.agricultura.gob.mx/siap/estadistica

Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). (2025). Modulo agrícola estatal. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://www.gob.mx/agricultura/dgsiap/prensa/sistema-de-informacion-agroalimentaria-de-consulta-siacon?idiom=es

Velín, M. y Medina, P. (2011). Cálculo y análisis de indicadores sectoriales de comercio exterior para el caso ecuatoriano. Analítika, Revista de análisis estadístico. 2(1)

Zorrilla A.; Méndez M. (2011). Diccionario de Economía. Tercera edición. México: Limusa.

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de octubre de 2026

Diagnóstico y caracterización del Socioecosistema Denjhi, Jilotepec, Estado de México.

Higinio Francisco Arias Velazquez[1], María Sol Robledo y Monterrubio[2], Verónica Hernández López[3]

Resumen

El socioecosistema se entiende como un conjunto de sistemas sociales y ecológicos, que interactúan y llevan a cabo procesos de adaptación y que pueden o no transformar los mismos sistemas.

Es por eso que el presente trabajo se llevó a cabo en el socioecosistema Denjhi, municipio de Jilotepec, Estado de México, por la gran biodiversidad e interacciones con las que cuenta, con el objetivo de realizar una caracterización del mismo, para lo cual se aplicaron 21 entrevistas a productores agrícolas pertenecientes al socioecosistema, estas se llevaron a cabo de forma directa en casa de los entrevistados. El análisis de los datos obtenidos por las entrevistas se realizó mediante la estadística descriptiva para posteriormente desarrollar la metodología PARDI.

La aplicación de las metodologías anteriores dio como resultado la visualización de varias problemáticas del socioecosistema, destacando la privatización del agua, falta de apoyos gubernamentales y falta de asesoría técnica, migración, falta de tecnología que no permiten el pleno desarrollo del socioecosistema. Por lo que es necesario realizar acciones que lleven a un mejor desarrollo social, económico y ecológico de las familias de productores del socioecosistema.

Palabras clave: Socioecosistema, PARDI, Redes Sociales

---

[1]Maestro en Ciencias en Biología. Profesor Investigador, Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica, Universidad Autónoma Chapingo, MÉXICO. Orcid ID: https://orcid.org/0000-0002-6075-1370. Correo electrónico: HARIASV@chapingo.mx

[2]Doctora en Ciencias en Biotecnología, Profesor Investigador, Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica, Universidad Autónoma Chapingo, MÉXICO. Orcid ID: 0000-https://orcid.org/0001-7294-1254. Correo electrónico: mrobledoym@yahoo.com.mx

[3]Maestra en Ciencias en Economía. Colegio de Posgrados. ORCID: https://orcid.org/0009-0007-1738-2059. Correo electrónico: lopez.veronica@colpos.mx

Abstract

The social-ecological system (SES) is understood as a set of interconnected social and ecological systems that interact and undergo adaptive processes, which may, in turn, transform the systems themselves.

This study was conducted in the Denjhi social-ecological system, located in the municipality of Jilotepec, State of Mexico, due to its high biodiversity and the complex interactions occurring within it. The objective was to characterize the system based on 21 interviews with agricultural producers belonging to the SES. The interviews were conducted in person at the participants' homes. The information obtained was analyzed using descriptive statistics, followed by the application of the PARDI methodology.

The results revealed several challenges affecting the social-ecological system, including water privatization, limited government support, lack of technical assistance, migration, and limited access to technology. These factors constrain the social, economic, and ecological development of the SES and the families of agricultural producers. Therefore, actions aimed at strengthening local capacities and promoting sustainable social, economic, and ecological development within the system are needed.

Keywords: Social-ecological system, PARDI methodology, social networks.

---

[1] Master of Science in Biology. Research Professor, Center for Research in Biology, Environmental Education and Organic Agriculture, Universidad Autónoma Chapingo, MEXICO. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6075-1370. E-mail: HARIASV@chapingo.mx

[2] Doctor of Science in Biotechnology. Research Professor, Center for Research in Biology, Environmental Education and Organic Agriculture, Universidad Autónoma Chapingo, MEXICO. ORCID ID: https://orcid.org/0001-7294-1254. E-mail: mrobledoym@yahoo.com.mx

[3] Master of Science in Economics. Colegio de Postgraduados, MEXICO. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-1738-2059. E-mail: lopez.veronica@colpos.mx

Introducción

Cuando se desarrollan estudios generalmente se enfocan a un individuo o actor del problema, social, ecológico, ambiental o biológico, desde una estrategia de investigación multidisciplinaria, en la cual cada una estudia una pequeña parte del sistema de estudio y no como un sistema transdiciplinario, la transdisciplinariedad en el estudio y la gestión de los socio-ecosistemas toma en cuenta la naturaleza transectorial, interrelacionada y de alcance imprevisible que adquieren los problemas complejos actuales (Gil 2007).

El estudio de la agricultura en nuestro país se ha venido analizando desde la perspectiva económica, la cantidad de producción, valor de la producción, valor medio rural, cantidad de importaciones y exportaciones, y con ella generar políticas y soluciones a los problemas encontrados en los estudios, sin considerar aspectos ecológicos (cambios en el sistema realizados por el hombre, cambio del uso del suelo), biológicos (ciclos biológicos de plagas, comportamiento de animales silvestres, ciclo del agua, clima) sociales(idioma, población, migración), culturales (fiestas patronales, religión, preferencias políticas) y sustentabilidad.

El socioecosistema según Salas-Zapata et al., (2011) es un sistema complejo y adaptativo que hace referencia a los procesos de acoplamiento e interacción entre los sistemas sociales (cultura, economía, organización social, y política) y los sistemas ecológicos naturales (animales, plantas, clima, suelo, etc. y artificiales o urbano (sistemas en donde el ser humano interviene), en un espacio y tiempo determinado. Interacciones desde diferentes formas de acción humana manifestadas en procesos de extracción de recursos, pesca, producción de alimentos, que interfieren en los mecanismos naturales de los ecosistemas, así como también a través de inundaciones, variaciones climáticas, cambios de estación, transformación de suelos, que, tratándose de fenómenos naturales producen efectos sobre los sistemas sociales.

En la actualidad los estudios relacionados con el ecosistema, la sustentabilidad, han ido modificando su metodología, siendo su objeto de estudio como uno solo, sino como parte de un conjunto de objetos que se relacionan entre sí y que coexisten para formar el sistema complejo del socioecosistema, y el proceso para el estudio de este, es multidisciplinario, en el cual se realiza el estudio de un objeto en común con diferentes enfoques o disciplinas, obteniendo resultados mejor enfocados a resolver el problema del objeto de estudio.

Por lo que, la importancia de los socioecosistemas radica en conocer el funcionamiento y evolución de las interacciones humanas en los sistemas ecológicos y la capacidad de estos de ser sustentables. La sustentabilidad de acuerdo con el el Pronaces SSyS (2021), es la relación entre las sociedades y los ecosistemas que permite cubrir de manera equitativa y suficiente las necesidades de todos los sectores de la sociedad, manteniendo los procesos y mecanismos ecológicos.

En América Latina el uso de los socioecosistemas hace referencia a los sistemas agrícolas, Hernando Uribe Castro en 2015, hace un enfoque de transición de un ecosistema a un socioecosistema diseñado en Colombia, haciendo referencia de un sistema natural y su transformación a un sistema diseñado donde convergen diferentes agentes y no solo biológico.

Los socioecosistemas en México se han enfocado a la regulación de políticas ambientales principalmente en Áreas Naturales Protegidas (ANP), la gestión de cuencas (GC), Unidades de Gestión Ambiental (UGA, la base para el Ordenamiento Ecológico del Territorio), Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), y Unidades para el Manejo Forestal (UMAFOR), como lo señala el estudio realizado por Challenger en 2018.

Tomando como referencia los estudios realizados con el enfoque de socioecosistema, el presente trabajo tiene como objetivo describir y analizar la problemática, los actores, las dinámicas, los recursos y las interacciones actuales del socioecosistema Denjhi, Jilotepec, Estado de México.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en dos etapas, la primer consistió en la recolección de datos por medio de una entrevista directa con productores y habitante del socioecosistema, con preguntas mixtas, abiertas y cerradas enfocadas a conocer la dinámica del socioecosistema.

El tamaño de la muestra utilizada para la aplicación de las entrevistas, se realizó de acuerdo con Hernández Samperi (2016), quien indica que para elegir la muestra se debe de comenzar desde el contexto de la investigación, que casos son de interés y donde los podemos encontrar, por lo que se definió que las entrevistas se realizaran en habitantes del socioecosistema Denjhi, que pueden o no dedicarse a la agricultura.

Una vez definido el cómo se obtuvo la muestra, se procedió a realizar las visitas en dos diferentes visitas al socioecosistema, Denjhi.

Una vez terminadas las entrevistas, el análisis y la interpretación de los resultados de las mismas se realizó a través de la estadística descriptiva y con ayuda del software de Hoja de Cálculo Excel, los resultados se presentaron con graficas realizadas en la misma herramienta de análisis.

En la segunda etapa el trabajo se enfoca en la caracterización del socioecosistema, siguiendo la metodología PARDI, la cual permitirá conocer las relaciones entre actores del socioecosistema y permite identificar problemáticas que se encuentren en él.

La Metodología PARDI (Problemática, Recursos, dinámicas e interacciones), es un proceso de modelación participativa (Fallot, 2013) desarrollado durante talleres y entrevistas (Abigaïl Fallot, 2014) sobre la dinámica de un socioecosistema en específico.

Los puntos clave para la construcción de esta metodología son los siguientes:

Definición de la Problemática (P) o tema central para la investigación y modelación, corresponde a una preocupación social sobre la gestión de los recursos naturales.

Identificación de los Actores (A): es una lista de entidades y actores que interactúan en la problemática identificada con anterioridad.

Identificación de los Recursos (R): Son los bienes o productos utilizados en el socioecosistema y los indicadores claves sobre su buen manejo.

Caracterización de las Dinámicas (D): Las cuales son los procesos que realizan cambios en la problemática, estos procesos pueden ser dinámicas ecológicas, dinámicas sociales y dinámicas económicas.

Caracterización de las Interacciones (I): Aquellas interacciones que se dan entre actores y entre actores y recursos.

Resultados y discusión

Análisis de encuestas

El número de encuestas realizadas en el socioecosistema Denjhi fueron 21, las cuales se hicieron frente a frente con el productor, dando personalmente las respuestas, ampliándolas cuando creyeron era necesario.

Los principales resultados de las encuestas realizadas son los siguientes:

Los productores entrevistados el 90% son hombres y solo el 10% mujeres (Figura 1), lo cual nos indica que los hombres son los que siguen teniendo una mayor participación en el trabajo en el campo.

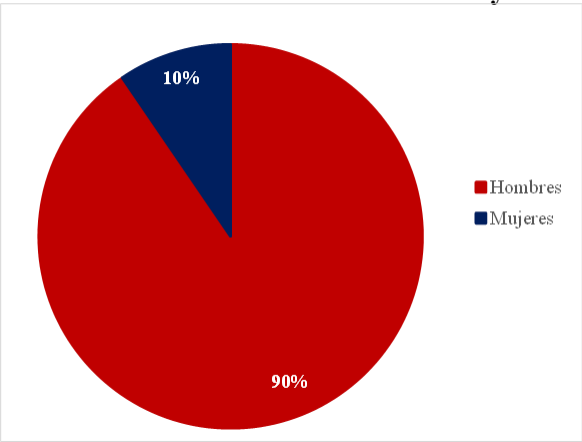


Figura 1. Porcentaje de hombres y mujeres entrevistados

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevistas

Como se muestra en la Figura 2, el rango de edad de los entrevistados se encuentra entre los 30 y 65 años, siendo el mayor número de 51 a 60 años.

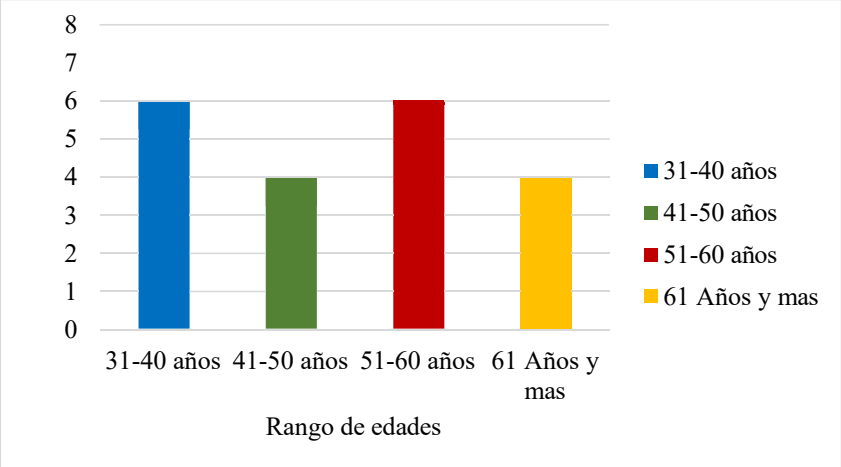


Figura 2. Rango de edades de los entrevistados.

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevistas

La actividad agrícola, de acuerdo con lo que se respondió en las entrevistas, se les fue trasmitidas por los padres desde que eran niños, y trabajaban en las mismas parcelas que ahora ocupan, ya que se les fueron heredadas, por lo que llevan en promedio más de 50 años de uso para la misma actividad (Figura 3).

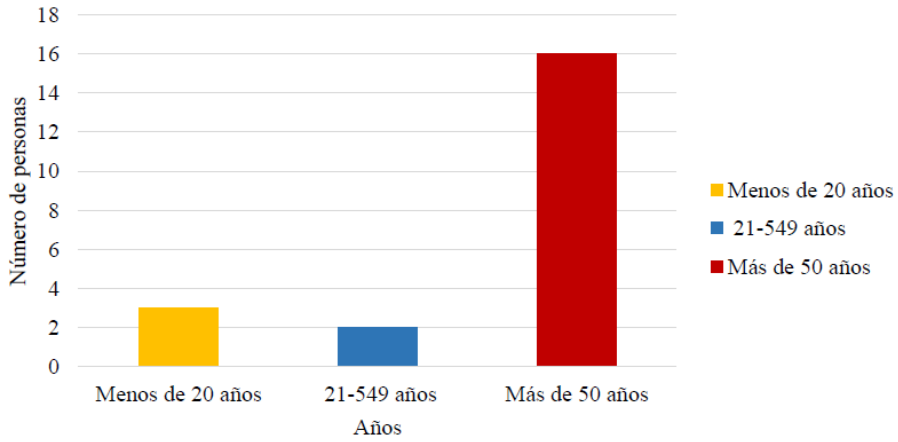


Figura 3. Tiempo de uso de las parcelas

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevistas

En la figura 4, se puede apreciar que el 38% de los entrevistados comentan que la superficie de sus parcelas es menos a una hectárea (ha), los entrevistados no tienen conocimiento de la superficie exacta de la parcela en la que siembran.

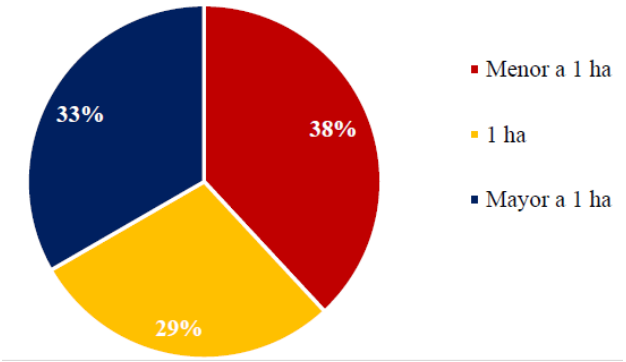


Figura 4. Superficie de las parcelas

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevistas

Lo anterior nos indica que los entrevistados son pequeños productores, que siembran en cantidades para consumo de sus familias (autoconsumo). Mencionan también que quisieran sembrar más, pero las condiciones económicas no se los permite, ya que los insumos para las actividades están subiendo de precio.

Los cultivos que los entrevistados tienen en sus parcelas son principalmente maíz, el frijol y calabaza, pero también tienen frutales como la manzana y el durazno.

El riego que utilizan los productores es el riego por gravedad, utilizan dos riegos por ciclo y en promedio por cada riego tiene un costo de $ 269.50, por lo que en total para el riego de sus cultivos los productores gastan $ 538.00.

En los cultivos que se encuentran en el socioecosistema, de acuerdo con los que comentaron los entrevistados, hasta hace unos años no tenían o no veían una afectación por estas, pero en los últimos años han detectado que han tenido mayores pérdidas por el gusano cogollero o gallina ciega, por lo que es una de las plagas principales en el cultivo de maíz .

El 76% de los entrevistados mencionaron que como la producción que obtienen es para autoconsumo, la mano de obra que utilizan la realización de las labores culturales en sus parcelas es familiar, principalmente de la pareja e hijos, aunque mencionan que la participación de estos último es poca, debido a que estudian o se van a trabajar a otros lugares y no tienen tiempo o simplemente ya no tienen interés por trabajar en el campo.

El 24% de los entrevistados menciona que la mano de obra que utilizan es por contrato ya que la participación de su familia es nula o muy poca en las labores culturales y tienen que contratar jornales para la realización de estas.

De los productores entrevistados 14 de ellos hacen referencia que han tenido problemas con el agua que utilizan para el riego de sus cultivos y para cubrir las actividades diarias en su hogar. En la figura 5, se puede observar el tipo de problema que los entrevistados mencionaron, el mayor problema es la privatización.

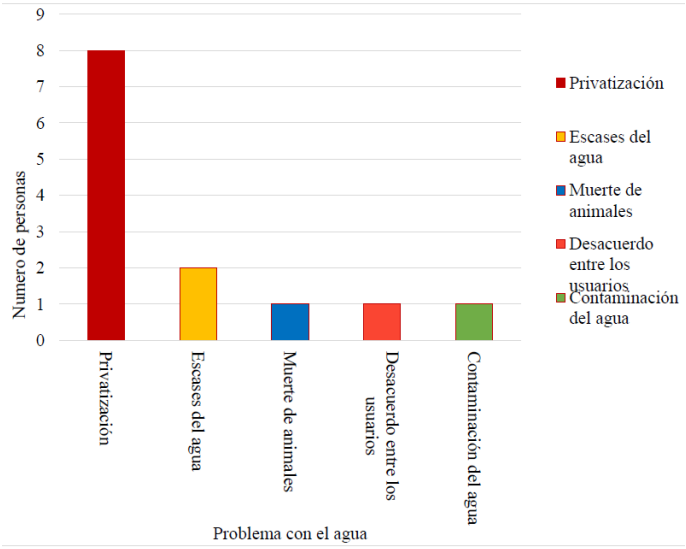


Figura 5. Tipos de problemas con respecto al uso del agua

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevistas

Modelación del sociecosistema Denjhi con la metodología PARDI

El análisis de las encuestas permitió identificar los diferentes actores y recursos que interactúan en el socioecosistema Denjhi y para poder esquematizarlo y visualizar la principal problemática encontrada, se siguió la metodología PARDI.

Paso 1.- Definición de la problemática. : De acuerdo con la metodología la problemática encontrada es los escases y privatización del agua. En las entrevistas realizadas el agua que los productores utilizan para la producción agrícola ya se encuentra contaminada, esto a causa de las empresas que se encuentra en la periferia del municipio ya que desbordan sus residuos en los ríos y presas que abastecen de agua a la región.

Paso 2.- Identificación de los actores: Los actores identificados (Figura 6) en el socioecosistema Denjhi son los siguientes:

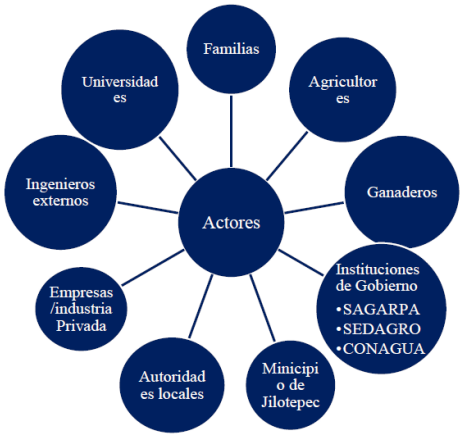


Figura 6. Actores del sociecosistema Denjhi.

Fuente: Elaboración propia

Paso 3.- Identificación de los recursos: Los recursos dentro del socioecosistema Denjhi (Figura 7) van desde el clima, suelo, hasta la fauna silvestre, entre otras, los cuales cada uno de ellos interactúa para modificar o mantener al socioecosistema.

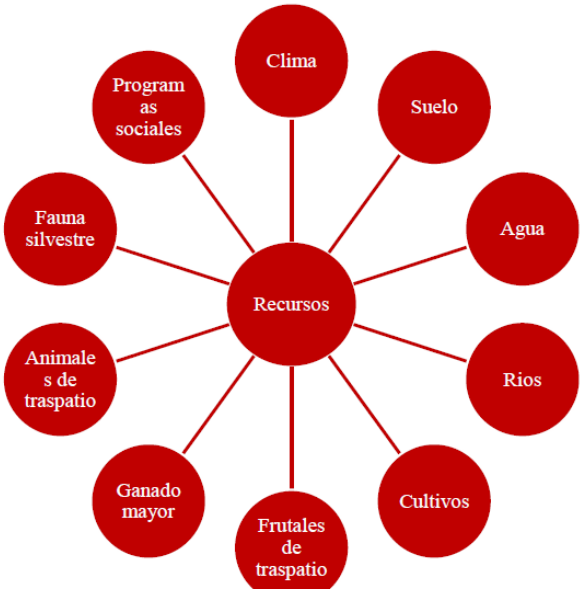


Figura 7. Recursos del Socioecosistema Denjhi.

Fuente: Elaboración propia

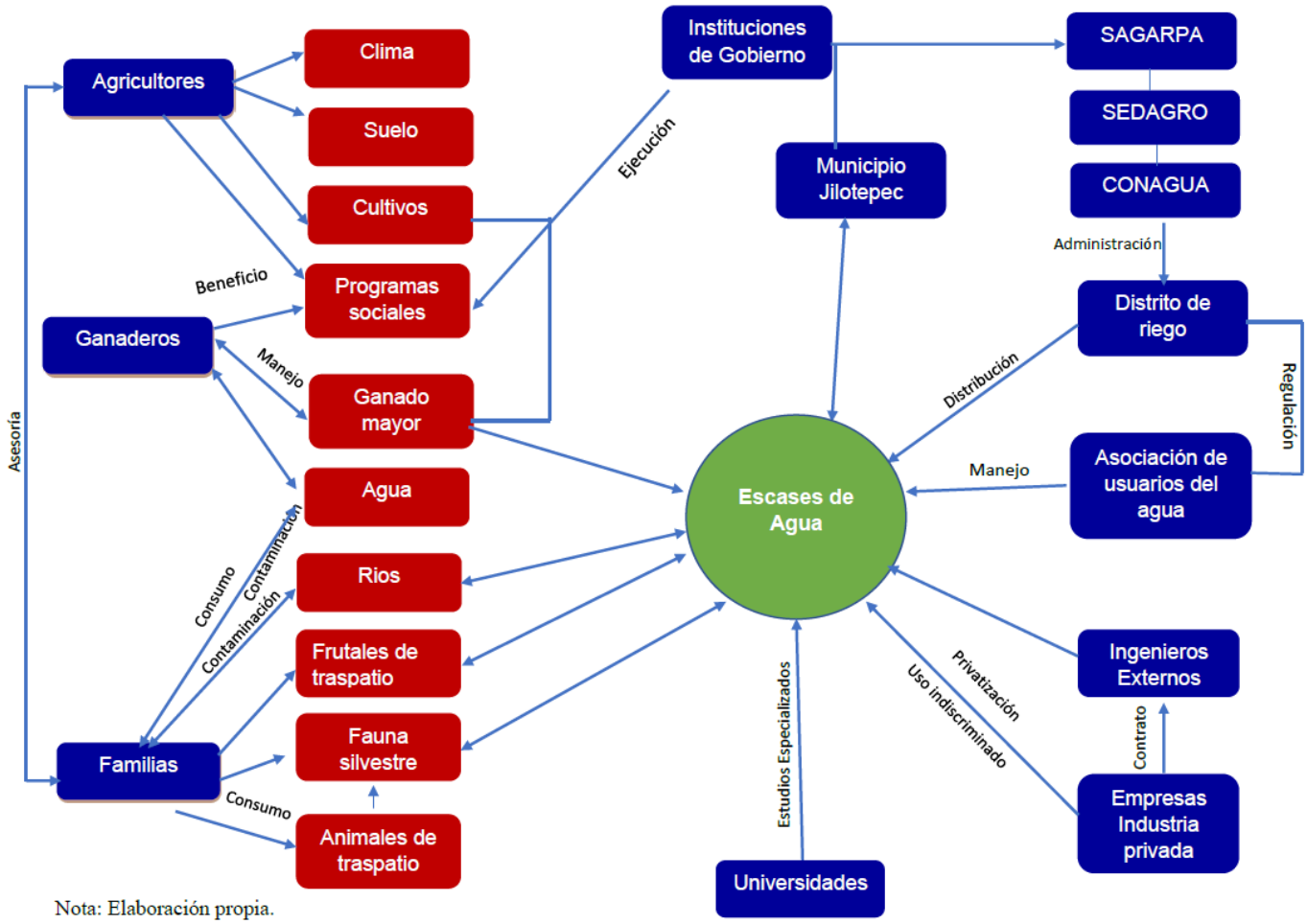
Paso 4.- Caracterización de las Dinámicas: Se identifica cual es el proceso que afectan a la problemática y que tienen interacción con los actores detectados.

Las dinámicas estarán representadas con flechas y anotaciones de la dinámica que señalan entre actores o entre recursos.

Paso 5.- Caracterización de las interacciones: Las interacciones del socioecosistema se identificarán con una flecha y un indicador que explique dichas interacciones.

Una vez identificado todos los pasos se representan en un diagrama (imagen 3) para una mejor comprensión de los mismos.

En la Figura 8, se muestran las dinámicas e interacciones que se identificaron en el socioecosistema Denjhi.



Nota: Elaboración propia.

Figura 8. PARDI del socioecosistema Denjhi, Jilotepec, Estado de México.

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Una vez que se realizó la esquematización del socioecosistema Denjhi, de acuerdo con la metodología PARDI, en el trabajo de campo se puede observar lo siguiente:

El aprovechamiento del agua en otras actividades como la producción de peces en estanques, aunque esta actividad se da por iniciativa propia y para consumo familiar, se han ido interesando más, ya que es una actividad que pueden llevar a cabo sin afectar el ecosistema porque no contaminan los cuerpos de agua naturales, sino que se aprovecha el agua de lluvia evitando también, introducir especies exóticas a la región.

Esta actividad nos indica un cambio en la dinámica que existía entre los estanques y los productores, que era la de almacenar agua para los animales de traspatio que tuvieran y el uso para actividades agrícolas a la de desarrollar una nueva actividad dentro del socioecosistema, la acuícola.

Dentro de la región esta actividad no es nueva, la producción acuícola se lleva a cabo en la Presa Danxhó, en la presa de Huapango y bordos, donde se produce carpa (Ciprinus carpio) y tilapia (Oreochromis sp) para autoconsumo y para venta a nivel local (Gobierno municipal de Jilotepec, 2022).

Dichos estanques esta elaborados de manera rustica y no presentan ningún tipo de tecnología (geomembranas y bombas especiales), los mismos productores realizan la limpieza y cambio de agua de la misma. La producción acuícola es poca dentro del socioecosistema ya que no cuentan con la asesoría técnica adecuada para una producción de forma intensiva y mejor aprovechamiento.

La agricultura en el socioecosistema se ha llevado a cabo por trasmisión de conocimiento de los padres a hijos y la maquinaria que utilizan es la misma de la generación anterior, los arados de mancera que aun utilizan para realizar las labores culturales, los productores comentan que no han podido adquirir maquinaria por falta de apoyo de gobierno al campo y porque la producción que obtienen en sus parcelas no es para venta, sino para autoconsumo, por lo que no se obtienen ganancias que permitan hacer el cambio.

También se pudo observar que en los árboles frutales de traspatio de los productores tienen plagas y enfermedades que no son controladas, y por esta razón la producción que obtienen es poca.

En los hogares se puede observar que la fruta se queda tirada debajo del árbol y al mencionar lo observado, se comenta que no le dan algún tratamiento a esta fruta, solo que queda ahí. Dos de los productores mencionan que de la fruta que se encuentra en el suelo la utilizan para alimentar a su ganado y la que se recolecta del árbol la hacen en dulce, pero igualmente solo para la familia.

También se pudo observar que existen huertas de frutales, además de árboles frutales de traspatio mencionados anteriormente, principalmente manzana, que es utilizado para la venta a nivel regional, como lo mencionan tres de los entrevistados, quienes tienen esta actividad como una de las fuentes de ingreso económico familiar.

Además de la producción agrícola, el socioecosistema tiene potencial para la producción de plantas silvestres como quelites, para su aprovechamiento como cultivo comercial y consumo familiar.

También dentro del socioecosistema existen plantas medicinales, que son silvestres o que las amas de casa las cultivan para el uso en la familia, se encuentra, por ejemplo, la manzanilla, el epazote, el cedrón, entro otras. El conocimiento del uso de estas plantas al igual que en la agricultura, es trasmitido de generación en generación de las madres a las hijas, quienes son las que esta al cuidado de los hijos y en general de la familia.

Conclusiones

Como se precisó en el presente trabajo, el estudio de una problemática no solo debe verse desde la perspectiva de una disciplina o teoría, sino desde el punto de vista de un conjunto de disciplinas que puedan dar desde su teoría una solución a dicho problema.

Se detectó que dentro del socioecosistema Denjhi uno de los problemas más sobresalientes son los problemas que existen en torno al uso del agua, en el cual los actores principales son los productores quienes utilizan el agua para la producción agrícola y las familias para quienes el agua es vital en sus actividades diarias.

La detección de la problemática del socioecosistema Denjhi, permite tener claridad el tipo de interacciones que se encuentran en el socioecosistema para poder dar con mayor precisión soluciones desde una perspectiva multidisciplinaria.

También se puede concluir que existe una falta de asesoría técnica que permita comercializar lo producido, tales como frutales y hortalizas, y que el socioecosistema tenga un impulso hacia la industrialización y tecnificación, además que impulse tecnologías para la producción de lombricompostas y humus de lombriz para el beneficio de la producción local y para la comercialización.

Así mismo el socioecosistema y sus actores han determinado llevar a cabo la protección de flora y fauna que se encuentra en el mismo, sin embargo, se detectó que existe depredación, caza ilegal y deforestación de especies valiosas tanto vegetales como animales, lo que indica que este es otro de los problemas con los que se enfrenta el socioecosistema en el cual las instituciones gubernamentales (como CONABIO y SEMARNAT) así como las Instituciones de Educación Superior como Universidad Autónoma Chapingo (UACh), tienen un gran compromiso para solventar las demandas del socioecosistema por medio de sus profesionistas poniendo en práctica sus conocimientos para beneficio del socioecosistema.

Dentro del socioecosistema existen las condiciones para la producción de peces en estanques rústicos de geomembrana y que los cuales pueden ser mejorados para llevar a cabo una producción de manera intensiva para el autoconsumo y comercialización, ya que es un alimento que provee proteínas alimenticias y es complemento en la alimentación de los actores que se encuentran en el socioecosistema.

LITERATURA CITADA

Revistas

Abigaïl Fallot, J. F. (2014). Sistemas socio-ecológicos: Un enfoque integral para comprender las interacciones de los seres humanos y la naturaleza. Experiencia de modelación participativa en tres territorios de América Latina. Revista Virtual REDESMA, 7(August 2016).

Álvarez Sánchez, M. E., López Alfaro, R. L., & Torres Carral, G. A. (2018). Participación en un socioecosistema complejo de la Sierra Norte de Puebla, México, con resoluciones sistémicas comunitarias. Tla-Melaua. Revista de Ciencias Sociales, 12(44), 162–163. https://doi.org/10.32399/rtla.12.44.597.

Ávila Foucat, V. S., & Espejel, I. (2020). Resiliencia de socioecosistemas costeros. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, Facultad de Ciencias, DGAPA. https://doi.org/978-607-30-3152-3.

CONACYT. (2021). Programas Nacionales Estratégicos Sistemas Socioecológicos y Sustentabilidad (Pronaces SSyS).

González Cruz, M. G. (2012). El Socioecosistema. ¿Como Vez?, 163, 34–34.

Rendon A., D. X., & Monroy A., K. F. (2017). Análisis de sustentabilidad de socioecosistemas con cultivos de café (Coffea arabica). Estudio de caso en los municipios de Rosas (Cauca) y Florencia (Caquetá). Universidad de Manizalez. Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas.

Salas-Zapata, W. A., Ríos-Osorio, L. A., & Castillo, J. A. del. (2011). Bases conceptuales para una clasificación de los sistemas socioecológicos de la investigación en sostenibilidad. Revista Lasallista de Investigación, 8(2).

Sanz Menéndez, L. (2003). Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes.

Uribe Castro, H. (2014). De ecosistema a socioecosistema diseñado como territorio del capital agroindustrial y del Estado-nación moderno en el valle geográfico del río Cauca, Colombia. Revista Colombiana de Sociología, **37(2).**

Libros

Arias Velázquez, H. F., Robledo y Monterrubio, M. S., & López Rodríguez, R. S. (2021). Producción de ahuautle como alimento prehispánico en el socioecosistema Lago Nabor Carrillo. Comité de Acción para el Saneamiento del Ambiente.

Tesis

Rodriguez Lopez, R. S. (2021). Reproducción EX-SITU de chinches productoras de ahuautle para la conservación de las dinámicas ambientales y económicas del socioecosistema lago Nabor Carrillo, San Cristobal Nexquipayac, Edo. México. Universidad Autonoma Chapingo.

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de octubre de 2026

Caracterización de la competitividad y vocación exportadora del chile verde mexicano en el mercado mundial

Ignacio Caamal Cauich[26], Verna Gricel Pat Fernández[27], Diego Francisco Cruz López[28] y Juventino Reza Salgado[29]

Resumen

El chile verde está considerado como una de las hortalizas más importantes en México, por la superficie cosechada, el volumen y valor de la producción aportada y las divisas generadas por la exportación. Así mismo, México es un importante productor y exportador, ya que se encuentra en el segundo lugar a nivel mundial en la producción de chile verde con 3,681,061 toneladas en 2023. El objetivo de la investigación fue analizar los principales índices de competitividad del comercio del chile verde en el mercado mundial durante el periodo 1994-2023, con el cálculo de los indicadores de consumo nacional aparente, balanza comercial, balanza comercial relativa, coeficiente de exportación, índice de transabilidad, coeficiente de dependencia comercial e índice de grado de apertura exportadora. Los resultados reflejan que el chile verde producido en México posee una ventaja competitiva, ya que el consumo nacional aparente (1,806,722 t) fue menor que la producción (2,917,056 t), la balanza comercial fue positiva, la balanza comercial relativa fue cercana a uno y los coeficientes de exportación y de especialización exportadora fueron positivos, esto indica que la producción y comercio del chile fresco en México es competitivo en la producción y exportación de chile verde, satisface la demanda interna y aporta excedentes al mercado mundial.

Palabras clave: balanza comercial, consumo nacional aparente, comercio total, coeficiente de exportación, coeficiente de especialización exportadora.

[26] Dr., Profesor-investigador de la DICEA de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh). Km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Edo. de México, C.P. 56230, México. e -mail: icaamal82@yahoo.com.mx
[27] Dra., Profesora-investigadora de la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh). Km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Edo. de México, C.P. 56230, México. e-mail: gricelpat@hotmail.com
[28] Dr. en Ciencias en Economía Agrícola de la DICEA de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh). Km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Edo. de México, C.P. 56230, México. e-mail: cruzlopezdiego@gmail.com
[29] Dr., Profesor-investigador de la Universidad Tecnológica de Tecamachalco. Avenida Universidad Tecnológica Núm. 1. Col. Barrio la Villita, Tecamachalco, Puebla, CP. 75483, México. e-mail: resa_0125@yahoo.es

Characterization of the competitiveness and export vocation of Mexican green chile in the world market

Abstract

The green chile is considered one of the most important vegetables in Mexico, due to the harvested area, the volume and value of the production contributed and the foreign exchange generated by exports. Likewise, Mexico is an important producer and exporter, as it is in second place worldwide in the production of green chile with 3,681,061 tons in 2023. The objective of the research was to analyze the main indices of competitiveness of green chile trade in the world market during the period 1994-2023, with the calculation of the indicators of apparent national consumption, trade balance, relative trade balance, export coefficient, tradability index, trade dependency coefficient and the export openness degree index. The results reflect that the green chile produced in Mexico has a competitive advantage, since the apparent national consumption (1,806,722 t) was lower than the production (2,917,056 t), the trade balance was positive, the relative trade balance was close to one and the export and export specialization coefficients were positive, this indicates that the production and trade of fresh chile in Mexico is competitive in the production and export of green chile, it satisfies domestic demand and contributes surpluses to the world market.

Key words: trade balance, apparent national consumption, total trade, export coefficient, export specialization coefficient.

Introducción

El chile (*Capsicum anuum spp.)* forma parte importante de la historia y la cultura alimentaria del México prehispánico. Existe evidencia de que el consumo ancestral del chile se remonta a 7000 años a. C., dichos vestigios han sido localizados en lo que hoy son los estados de Tamaulipas y Puebla en México. De acuerdo con García (2019), "el chile es un producto arraigado en la cultura mexicana. Evidencias arqueológicas han permitido estimar que este producto fue cultivado desde el año 7000 al 2555 a. C. en las regiones de Tehuacán, Puebla y en Ocampo, Tamaulipas" (Hernández y Muñoz, 2015).

En la actualidad el consumo dietario de este producto en fresco, seco, polvo, encurtido, en pastas, salsas, ensaladas, moles, rellenos, dulces y otros (Hernández y Muñoz, 2015). También el chile se emplea en la medicina tradicional como remedio para enfermedades respiratorias, como analgésico, para enfermedades gastrointestinales, como laxante y digestivo gastrointestinal (Casas, 2002).

La república mexicana se divide en seis zonas productoras de chile verde, las cuales difieren entre sí por los tipos de chiles que se siembran. Primero se ubica en la zona del Golfo (Veracruz y Tamaulipas), en donde mayormente se cultivan chiles jalapeños y serranos; en la zona sur en el sur (Yucatán, Quintana Roo, Campeche y Tabasco) se cultivan chiles jalapeños, costeños y habaneros. En la zona del Bajío (Guanajuato, Jalisco y Michoacán) se cultivan chiles anchos, mulatos y pasilla. En la mesa central (Puebla e Hidalgo) se especializan en chiles poblanos, miahuatecos y carricillos; en el norte (Chihuahua y Zacatecas) producen jalapeños, mirasol y anchos; mientras que en la zona del Pacífico Norte (Baja California, Sinaloa y Sonora) se cultivan chiles bell, anaheim, jalapeños y caribes (Aguirre y Muñoz, 2015).

Los tipos de chile ampliamente conocidos y consumidos en México son los chiles jalapeño, ancho, guajillo, pasilla, serrano, manzano, habanero, de árbol y piquín. La diversidad de los cultivos del chile es más conocida y utilizada a nivel regional y local (Laborde y Pozo, 1984; Pozo et al., 1991; Aguilar et al., 2010).

El chile (*Capsicum spp*) tiene cinco especies cultivadas (*C. annuum, C. chínense, C. pubescens*, *C. frutescens y C. baccatum*) y alrededor de 25 especies silvestres y semicultivadas (Hernández-Verdugo et al., 1999). Por la extensión cultivada y el valor económico que representa la producción, la *C. annuum* es una de las especies más cultivada en México y en el mundo.

Entre las principales variedades del género *Capsicum* de importancia mundial se encuentra el chile jalapeño *(Capsicum annuum L.),* no solo por su consumo en la gastronomía mexicana, también por la diversidad de usos, entre los que destacan por su contenido nutricional (antioxidantes y vitamina C) para la industria farmacéutica y cosmética, el cual se cultiva en todo el país.

Principales países productores de chile verde en el mundo

A nivel mundial, los principales países productores de chile verde son China Continental con 17,104,871 toneladas (t), lo que representa el 44.6% de la producción mundial, le siguen México con 3,681,061 t (9.6%), Turquía con 3,081,010 t (8.0%), Indonesia con 3,061,260 t (8.0%), España con 1,389,830 t (3.6%), Egipto con 1,065,143 t (2.8%), Nigeria con 773,962 t (2.0%), Argelia con 624,970 t (1.6%), Estados Unidos de América con 576,743 t (1.5%) y Túnez con 444,948 t (1.2%), los cuales generan más del 80% de la producción mundial y el resto de los países con 6,506,552 t (17.0%), (FAOSTAT, 2025).

Los principales países importadores de chile verde, por volumen de las importaciones, son Estados Unidos de América con 1,251,711 t (32.6%), Alemania con 387,424 t (10.1%), Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte con 230,710 t (6.0%), Francia con 185,208 t (4.8%), Canadá con 152,443 t (4.0%), Países Bajos con 102,648 t (2.7%), España con 85,432 t (2.2%), Malasia con 84,275 t (2.2%), Rusia con 83,466 t (2.2%), Tailandia con 82,381 t (2.1%), los cuales absorben el 68.9 % y el resto de los países con 1,195,812 t (31.1%), (FAOSTAT, 2025).

México se encuentra dentro de los países exportadores más importantes de chile verde a nivel mundial, por el volumen de las exportaciones, ocupando el primer lugar, con 1,114,502 t, lo que representó un 28.6%, le siguen España con 747,705 t (19.2%), Países Bajos con 416,552 t (10.7%), Turquía con 182,401 t (4.7%), Canadá con 179,679 t (4.6%), Marruecos con 174,126 t (4.5%), China Continental con 158,939 t (4.1%), Estados Unidos de América con 131,357 t (3.4%), India con 82,463 t (2.1%) y Francia con 68,896 t (1.8%), los cuales absorben alrededor del 84% de las exportaciones mundiales y el resto de los países con 634,774 t (16%), (FAOSTAT, 2025).

Principales estados productores de chile verde en México

Dentro de los principales estados productores de chile verde en México, Sinaloa aporta 813,081 t (27.9%) y Chihuahua 679,881 t (23.3%), estos dos estados generan más del 51% de la producción nacional; les siguen Sonora con 197,884 t (6.8%), Jalisco con 189,784 t (6.5%), Zacatecas con 186,437 t (6.4%), Guanajuato con 153,571 t (5.3%), Michoacán con 136,245 t (4.7%), San Luis Potosí con 107,388 t (3.7%), Baja California Sur con 89,785 t (3.1%) y Veracruz con 44,231 t (1.5%), los cuales en conjunto generan el 89% de la producción y el resto de los estados con 318,769 t (10.9%), (SIACON, 2025).

La Competitividad se considera como un concepto comparativo, fundamentado en la capacidad dinámica que tiene una cadena agroalimentaria, para mantener, ampliar y mejorar de manera continua y sostenida su participación en los mercados, tanto doméstico como externo, a través de la producción, distribución y venta de bienes y servicios en el tiempo, lugar y forma solicitados por los consumidores, buscando siempre como fin último el beneficio de la sociedad (Rojas y Sepúlveda, 1999).

Así mismo, la competitividad refleja la medida en que una nación, en un sistema de libre comercio y condiciones equitativas de mercado, puede producir bienes y servicios que superen la prueba de los mercados internacionales, al tiempo que mantiene e incrementa el ingreso real de su población a largo plazo y por otro lado el término competitividad ha dejado de ser estático y no solo le da importancia a los aspectos económicos, actualmente incorpora

otros factores como la cultura, sostenibilidad ambiental, política, ubicación geográfica y calidad del recurso humano (OCDE, 1996).

La vocación exportadora se refiere a un alto grado de orientación de un producto o servicio de un país hacia el mercado externo; algunos autores señalan que se tiene vocación exportadora cuando se exporta al menos el 25% de un producto o servicio a otro país (Parra y Argote, 2024).

Para la caracterización de la competitividad y vocación exportadora, se requiere del análisis de indicadores de producción y comercio para conocer si un producto es competitivo y por tanto conocer si tiene la posibilidad de conservar y de aumentar la producción y participación en el mercado nacional e internacional. Para realizar el análisis de competitividad y vocación exportadora se requiere de variables como producción, exportación, importación, balanza comercial, comercio total y consumo nacional aparente, a partir de las cuales se calculan los indicadores de balanza comercial, balanza comercial relativa, indicador de transabilidad, índice de exportación, grado de apertura exportadora e índice de dependencia comercial (Ramírez *et al.,* 2016; Caamal *et al.*, 2020; Pat *et al.*, 2023).

El objetivo de la investigación fue calcular y analizar los principales indicadores de competitividad del comercio y vocación exportadora del chile verde producido en México en el mercado mundial, durante el periodo de 1994 a 2023, entre los cuales se encuentran el consumo nacional aparente, la balanza comercial, la balanza comercial relativa, el índice de transabilidad, el índice de exportación, el coeficiente de dependencia comercial y el grado de apertura exportadora, los cuales serán utilizados con la finalidad de revisar e interpretar los niveles de la competitividad y vocación exportadora del chile verde producido en México.

2. Materiales y métodos

La información utilizada se obtuvo de las bases estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAOSTAT, por sus siglas en inglés y del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON).

Indicadores

Consumo nacional aparente. El consumo nacional aparente (CNA) expresa la cantidad de producto que consume un país en un determinado periodo de tiempo y se estima con base en la producción doméstica más la balanza comercial y el consumo de inventarios (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2005). Un CNA con un comportamiento positivo por un periodo determinado demuestra que el país tiene una mayor disponibilidad del producto, mientras que cuando es negativo, hay menos producción o menos producción e importaciones o mayores exportaciones, dando por resultado una disminución en el consumo. Se estima con la siguiente fórmula:

$$CNAij = Yij + Mij - Xij \quad (1)$$

Donde: CNAij = Consumo nacional aparente del producto i del país j; Yij= Producción nacional del producto i del país j; Mij= Importaciones del producto i del país j; Xij= Exportaciones del producto i del país j.

Balanza comercial. La balanza comercial (BC) es el registro de las importaciones y exportaciones de un país cualquiera durante un período y es uno de los componentes de la balanza de pagos. El saldo de la balanza comercial es la diferencia entre exportaciones e importaciones, es decir, entre el valor de los bienes que un país vende al exterior y el valor de compras a otros países (Benavides *et al*; 2017). Un balance positivo se conoce como un superávit en la balanza comercial, el cual consta de exportar más de lo que se importa. Un balance negativo se conoce como un déficit comercial. La balanza comercial se divide en productos y en servicios. La BC se calcula con la formula siguiente:

$$BCij = Xij - Mij \tag{2}$$

Donde: BCij = Balanza comercial del producto i del país j; Xij= Exportaciones del producto i del país j; Mij = Importaciones del producto i del país j.

Comercio total. El comercio total (CT) corresponde a la suma de las compras y ventas internacionales realizadas por un país en un periodo determinado; es la suma de las importaciones y las exportaciones (Krugman y Obstfeld, 2006). La fórmula del CT es la siguiente:

$$CTij = Xij + Mij \tag{3}$$

Donde: BCij = Balanza comercial del producto i del país j; Xij= Exportaciones del producto i del país j; Mij = Importaciones del producto i del país j.

Indicador de balanza comercial relativa. El indicador de balanza comercial relativa (IBCR) es utilizado para medir la tendencia, ya sea de la capacidad importadora o exportadora de un país buscando relacionar la balanza comercial de un producto y el comercio total del mismo (Brito, 2010). El IBCR permite identificar importadores o exportadores netos, además de establecer el grado de ventaja y desventaja comparativa que existe en un país y de la evolución en el tiempo. Dicho indicador tiene un rango entre -1 y 1. Si el indicador se ubica por encima de cero significa que el producto es competitivo; si el índice es menor a cero, el país es un importador neto del producto. Este índice es calculado con la siguiente formula:

$$BCRij = \frac{Xij - Mij}{Xij + Mij} \tag{4}$$

Donde: BCRij = Balanza comercial relativa del producto i en el país j; Xij = Exportaciones del producto i por un país j al mercado mundial; Mij = Importaciones de un producto i por un país j al mercado mundial o un mercado específico.

Indicador de transabilidad. El indicador de transabilidad (IT) es la relación entre el valor de la balanza comercial neta y el valor del consumo aparente. En otras palabras, mide la capacidad de generar excedentes netos exportables en relación al consumo interno (Fernández, 2013). Si el indicador de transabilidad es mayor que cero, el sector se considera exportador, ya que existe un exceso de oferta, indica que es un producto competitivo en el mercado interno. Si, por el contrario, el indicador es menor que cero, el sector requiere de importaciones, es un producto importable, y en consecuencia, no es competitivo en el mercado interno, dado que existe un exceso de demanda (Xij-Mij<0). El IT se calcula con la siguiente fórmula:

$$ITij = \frac{Xij - Mij}{Qij + Mij - Xij} \tag{5}$$

Donde: ITij= Indicador de transabilidad del producto i del país j; Xij = Exportaciones del producto i por un país j al mercado mundial; Mij = Importaciones de un producto i por un país j del mercado mundial o un mercado específico; (Xij-Mij) = Balanza comercial total del producto i del país j; Qij = Producción del producto i del país j.

Coeficiente de exportación. El coeficiente de exportación (CE) es la relación que se establece entre el valor de las exportaciones (X) y el valor de la producción (VP) durante un período de tiempo. En otras palabras, mide el porcentaje de la producción que se exporta (Velín y Medina, 2011). Algebraicamente, la relación se expresa como:

$$CEij = \frac{Xij}{VPij} \tag{6}$$

Dónde: CEij = Coeficiente de exportación del producto i del país j; Xij = Exportaciones del producto i del país j; VPij = Volumen de producción del producto i del país j.

El valor del indicador se ubica entre 0 y 1, un mayor coeficiente de exportación significa que una mayor proporción de la producción se exporta y un menor coeficiente de exportación expresa que una menor proporción de la producción se exporta.

Índice de grado de apertura exportadora. El índice de grado de apertura exportadora (IGAE) muestra la participación de las exportaciones de un producto sobre el consumo aparente (CNA) y de esta manera se refiere al grado de introducción en un mercado específico (Ramírez et al., 2016). El procedimiento de cálculo es el siguiente:

$$GEij = \frac{Xij}{Qij + Mij - Xij} \tag{7}$$

Donde: GEij = Grado de apertura exportadora del producto i del país j; Xij = Exportaciones del producto i del país j; Mij = Importaciones del producto i del país j; Qij = Producción doméstica del producto i del país j; (Qij + Mij-Xij) = Consumo aparente interno del bien i en el país j en un período dado.

Coeficiente de dependencia comercial. El coeficiente de dependencia comercial (CDC) expresa el porcentaje que señala la medida de la competencia internacional por la demanda interna (Ramírez *et al*., 2016). Si el indicador tiene un rango entre 0 y 1, significa que a medida que el indicador se acerca a cero la competitividad del sector o cadena productiva es mayor, y que las importaciones pueden llegar a ser nulas, llevando ello incluso a dedicar parte de la producción nacional a la exportación. A medida que el indicador es mayor la competitividad de la cadena productiva es menor y si el indicador es menor la competitividad de la cadena es mayor. Si el indicador se acerca a cero, la competitividad del sector es mayor y si se acerca a uno la competitividad del sector o cadena productiva es menor. La forma de calcularlo es la siguiente.

$$GIij = \frac{Mij}{Qij + Mij - Xij} \tag{8}$$

Donde: GIij = Grado de penetración de importaciones del producto i en el país j; Mij = Importaciones del producto i del país j, Xij = Exportaciones del producto i del país j y Qij = Producción doméstica del producto i del país j.

Variables e indicadores de comercio

Las variables utilizadas para el cálculo de las tasas de crecimiento y de los indicadores de competitividad del chile verde se presentan en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Producción y comercio del chile verde producido en México (toneladas), 1994-2023.

Año	Producción	Importaciones	Exportaciones	Balanza comercial	Comercio total	Consumo nacional aparente
1994	987,485	2,547	194,722	192,175	197,269	795,310
1995	1,193,396	1,037	253,587	252,550	254,624	940,846
1996	1,217,798	711	298,676	297,965	299,387	919,833
1997	1,763,556	2,796	294,718	291,922	297,514	1,471,634
1998	1,859,772	2,675	299,857	297,182	302,532	1,562,590
1999	1,352,510	1,878	325,577	323,699	327,455	1,028,811
2000	1,350,540	3,394	325,144	321,750	328,538	1,028,789
2001	1,501,283	4,945	334,325	329,380	339,270	1,171,903
2002	1,356,201	4,089	374,189	370,100	378,278	986,101
2003	1,368,244	5,746	401,117	395,371	406,863	972,873
2004	1,439,804	6,974	432,960	425,986	439,934	1,013,818
2005	1,623,269	3,412	478,066	474,654	481,478	1,148,615
2006	1,696,446	4,791	517,832	513,041	522,623	1,183,405
2007	1,899,044	7,649	530,896	523,247	538,545	1,375,797
2008	1,709,306	7,086	580,864	573,778	587,950	1,135,528
2009	1,496,355	4,767	608,644	603,877	613,411	892,478
2010	1,843,929	6,440	644,560	638,120	651,000	1,205,809
2011	1,656,670	4,713	699,657	694,944	704,370	961,726
2012	1,828,360	6,473	767,860	761,387	774,333	1,066,973
2013	1,794,995	3,616	793,501	789,885	797,117	1,005,110
2014	2,295,577	3,853	818,040	814,187	821,892	1,481,390
2015	2,291,701	2,639	856,890	854,251	859,529	1,437,450
2016	2,601,308	2,125	949,662	947,537	951,787	1,653,771
2017	2,697,083	2,099	1,037,394	1,035,295	1,039,493	1,661,788

2018	2,718,212	1,258	1,052,001	1,050,743	1,053,259	1,667,469
2019	2,587,181	1,976	1,071,413	1,069,437	1,073,389	1,517,744
2020	2,691,989	3,064	1,138,288	1,135,224	1,141,353	1,556,765
2021	2,458,494	2,360	1,220,169	1,217,809	1,222,529	1,240,685
2022	2,443,142	3,025	1,110,342	1,107,317	1,113,366	1,335,825
2023	2,917,056	4,169	1,114,502	1,110,334	1,118,671	1,806,722

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT (2025) y SIACON (2025).

3. Resultados y Discusión

Cuadro 2. Comportamiento de los índices del comercio del chile verde producido en México de 1994-2023.

Año	Balanza comercial relativa	Coeficiente de exportación	Grado de apertura exportadora	Índice de transabilidad	Coeficiente de dependencia comercial
1994	0.974	0.197	0.245	0.242	0.003
1995	0.992	0.212	0.270	0.268	0.001
1996	0.995	0.245	0.325	0.324	0.001
1997	0.981	0.167	0.200	0.198	0.002
1998	0.982	0.161	0.192	0.190	0.002
1999	0.989	0.241	0.316	0.315	0.002
2000	0.979	0.241	0.316	0.313	0.003
2001	0.971	0.223	0.285	0.281	0.004
2002	0.978	0.276	0.379	0.375	0.004
2003	0.972	0.293	0.412	0.406	0.006
2004	0.968	0.301	0.427	0.420	0.007
2005	0.986	0.295	0.416	0.413	0.003
2006	0.982	0.305	0.438	0.434	0.004
2007	0.972	0.280	0.386	0.380	0.006
2008	0.976	0.340	0.512	0.505	0.006
2009	0.984	0.407	0.682	0.677	0.005
2010	0.980	0.350	0.535	0.529	0.005
2011	0.987	0.422	0.728	0.723	0.005
2012	0.983	0.420	0.720	0.714	0.006
2013	0.991	0.442	0.789	0.786	0.004
2014	0.991	0.356	0.552	0.550	0.003
2015	0.994	0.374	0.596	0.594	0.002
2016	0.996	0.365	0.574	0.573	0.001
2017	0.996	0.385	0.624	0.623	0.001
2018	0.998	0.387	0.631	0.630	0.001
2019	0.996	0.414	0.706	0.705	0.001
2020	0.995	0.423	0.731	0.729	0.002
2021	0.996	0.496	0.983	0.982	0.002
2022	0.995	0.454	0.831	0.829	0.002
2023	0.993	0.382	0.617	0.615	0.002

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT (2025)

Producción, consumo aparente y balanza comercial

Las variables de producción, importación y exportación, que sumados conforman el consumo aparente, han tenido una tendencia creciente en el periodo estudiado de 1994 a 2019, mostrando que México tiene una mayor disponibilidad del chile verde. La producción y el consumo nacional aparente tienen una correlación positiva, la producción de chile verde en 1994 fue 987,485 t y el consumo nacional aparente de 795,310 t, mientras que en 2023, la producción fue de 2,917,056 t y el consumo nacional aparente de 1,806,722 t, con una tasa de crecimiento de 195.4% en la producción y de 127.2 % en el consumo nacional aparente durante el periodo analizado (FAOSTAT, 2025 y Figura 1). Los valores de las tasas de crecimiento de la producción fueron superiores a los valores de las tasas de crecimiento del consumo nacional aparente, lo que refleja la satisfacción de la demanda interna y la existencia de excedentes de producción exportables.

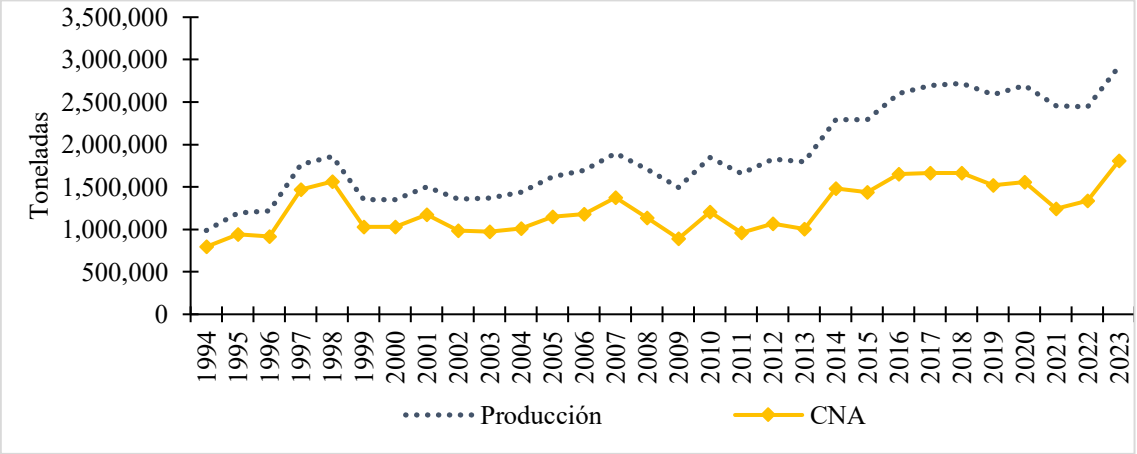


Figura 1. Comportamiento de la Producción y Consumo nacional aparente del chile verde, 1994-2023.
Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT (2025) y SIACON (2025).

La balanza comercial del chile verde producido en México ha tenido una tendencia positiva en el periodo estudiado, en todos los años del periodo ha tenido ventaja (balanza positiva), con una diferencia de 918,159 t en el periodo, lo que quiere decir que la balanza comercial ha aumentado 477.8%. El comportamiento de la balanza comercial y de las exportaciones del chile verde durante el periodo estudiado que va de 1994 a 2023, han mostrado una tendencia positiva, en las exportaciones con una tasa de crecimiento de 472.4%, mientras que las importaciones mostraron una tasa de crecimiento de 63.7%, reflejando mayor dinamismo y crecimiento las exportaciones (FAOSTAT, 2025 y Figura 2).

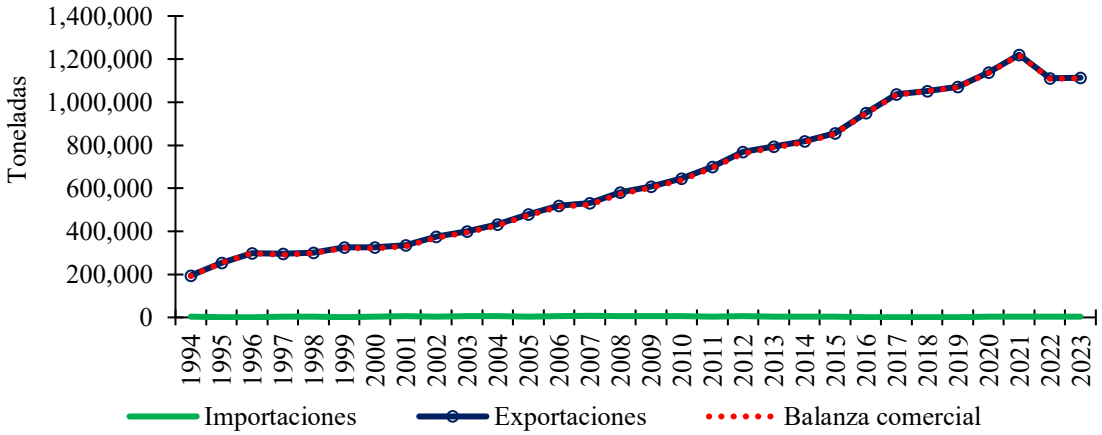


Figura 2. Comportamiento de las importaciones, exportaciones y de la balanza comercial del chile verde en México, 1994-2023.
Fuente. Elaboración propia con datos de FAOSTAT (2025).

Balanza comercial relativa

La balanza comercial relativa del chile verde presenta valores cercanos a uno, los cuales indican la importancia de las exportaciones en relación con las importaciones. Este índice refleja que México es un exportador neto de chile verde del periodo analizado, ya que alcanza una balanza comercial relativa alrededor de uno, lo que refleja que la industria del chile verde es competitivo y altamente exportadora (FAOSTAT, 2025 y Figura 3).

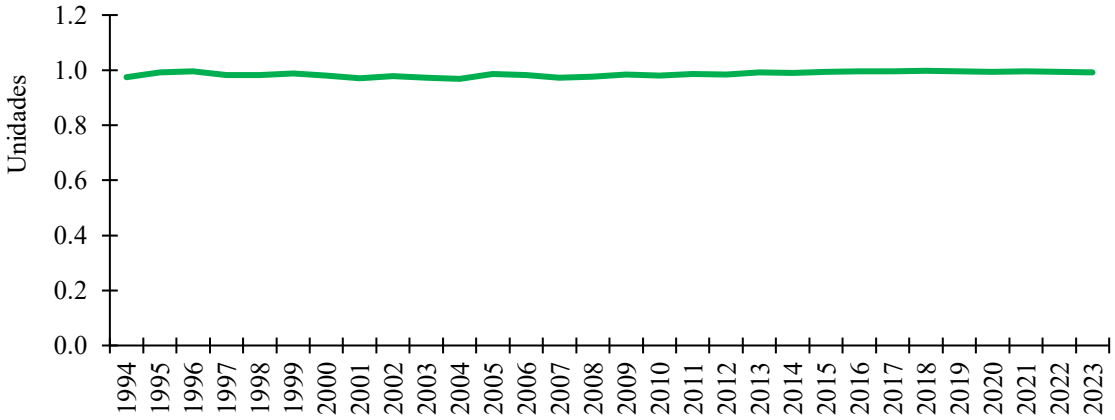


Figura 3. Comportamiento de la balanza comercial relativa del chile verde, de 1994-2023.
Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT (2025).

Indicadores de competitividad de las exportaciones del chile verde

El coeficiente de exportación del periodo de 1994 al 2023, arrojó valores positivos con una tendencia creciente, acercando a 0.5, lo que significa que se exportó alrededor de la mitad de la producción y un excedente cada vez más grande, mientras que las importaciones crecieron en menor proporción y son pequeñas. El índice de transabilidad durante el periodo analizado de 1994 al 2023 fue positivo en todos los años, alrededor de 0.83 es decir, un indicador mayor

a cero, lo que significa que el sector se considera exportador neto, debido a que existe un exceso de oferta, después de satisfacer la demanda, el cual indica que satisface el mercado interno y se exporta al mercado externo.

La curva de coeficiente de exportación de alrededor de 0.5 está por debajo de la curva del índice de grado de apertura exportadora de 0.83, porque el primer índice muestra el porcentaje de la producción de chile verde que se exporta, mientras que el otro índice es un indicador que relaciona las exportaciones y el consumo, el cual es menor que la producción, cuyo uso permite observar la apertura que tiene México hacia el exterior en el sector productor del chile verde (FAOSTAT, 2025 y Figura 4).

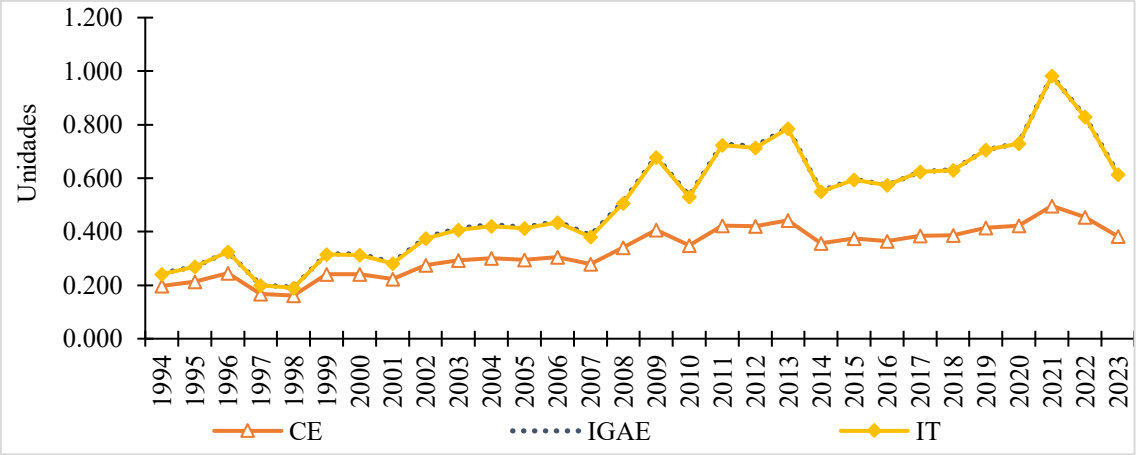


Figura 4. Comportamiento de indicadores de comercio del chile verde para el periodo de 1994-2023.
Fuente. Elaboración propia con datos de FAOSTAT (2021).

Coeficiente de dependencia comercial

El coeficiente de dependencia comercial del chile verde, de 1994 al 2023 muestra una tendencia ligeramente decreciente con altibajos en 2004, 2008 y 2012 con 0.007, 0.006 y 0.006, respectivamente. En la Figura 5 se muestra que el indicador se acerca a cero, lo que significa que la competitividad del sector es mayor, las importaciones del chile verde son pequeñas y pueden llegar a ser nulas, significando que la demanda doméstica se satisface con la producción nacional y se destina parte de la producción a la exportación al mercado externo (FAOSTAT, 2025 y Figura 5).

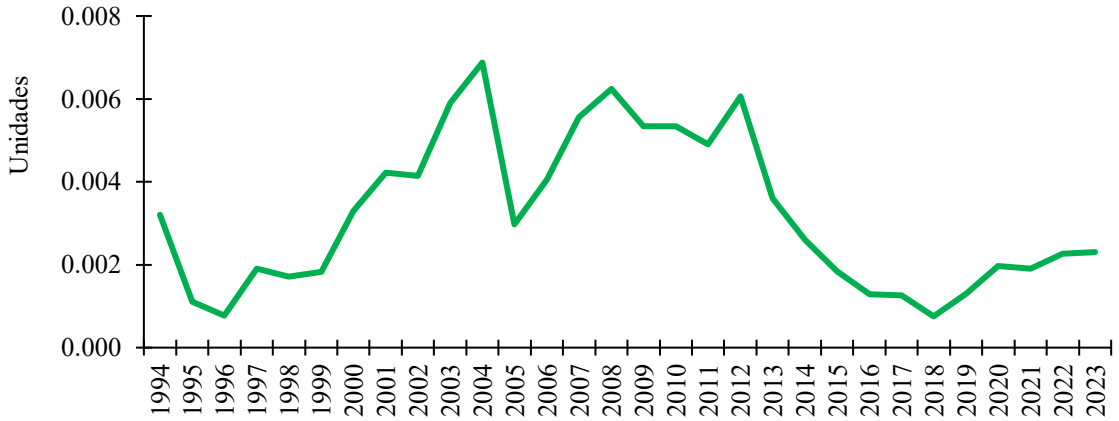


Figura 5. Comportamiento del coeficiente de dependencia comercial del chile verde, 1994-2023.
Fuente. Elaboración propia con datos de FAOSTAT (2025).

CONCLUSIONES

El consumo nacional aparente y la producción del chile verde del periodo de 1994 al 2023, mostraron una tasa de crecimiento positiva, siendo mayor la tasa de crecimiento de la producción, que junto con la balanza comercial del mismo periodo, con saldo positivo y un superávit comercial en el sector de chiles verdes, reflejan la generación de excedentes exportables.

La balanza comercial relativa, mostró valores cercanos a uno, significa que el producto es competitivo; el coeficiente de exportación, arrojó valores cercanos a cinco, lo que se interpreta que la competitividad del chile verde es mayor y que las importaciones son pequeñas en comparación con las exportaciones; el índice de transabilidad refleja que México es un exportador neto, ya que se obtuvo valores mayores a cero en todo el periodo estudiado; el índice de grado de apertura exportadora muestra con un índice superior a cero que México produce suficiente para cubrir la demanda interna de chile verde y generar excedentes para el exterior, lo cual hace que sea competitivo en este sector.

El último índice analizado fue el coeficiente de dependencia comercial, el cual mostró valores cercanos a cero, lo que significa que la competitividad del sector es alta, con bajas importaciones y altas exportaciones. Estos índices de competitividad del comercio y de especialización exportadora del chile verde analizados, han demostrado que México es competitivo y con vocación exportadora en este sector y tiene una tendencia creciente.

Literatura citada

Aguilar-Rincón, V. H., T. Corona Torres, P. López López, L. Latournerie Moreno, M. Ramírez Meraz, H. Villalón Mendoza y J. A. Aguilar Castillo. (2010). *Los chiles de México y su distribución. México:* SINAREFI, Colegio de Postgraduados, INIFAP, Atonal, UANL, UAN. 114 p.

Aguirre H., E- y Muñoz O., V. (2015) El chile como alimento, *Revista Ciencia*, pp. 16-23.

Benavides, C., Reinoso, M. y Estevez, E. (2017). La influencia de los productos petroleros y no petroleros en la balanza comercial del Ecuador, Periodo 2014-2016, *Revista Publicando*, 4(2), pp. 379-397.

Brito, T. (2010). Comparativo del sector confección en China y Colombia: análisis del indicador de competitividad 2000-2008, *Suma de Negocios*, 1(2), p. 105-118,

Caamal C., I., García R., J. F., Pat F., V. G. y Caamal P., Z. H (2020). Tasas de crecimiento e índices de competitividad del comercio exterior del melón mexicano. *En* García R., J.F., Rentería R., R. R., Bonfim P., R. G. y De Araújo K., R. (eds.). Desafíos de la actualidad en la valoración de competitividad, desarrollo, bienestar e innovación social para la investigación. CEALA.

Casas, A. (2002). Chiles, Ciencia y Cultura: de la salsa a la ingeniería genética. *Revista de la Universidad de México*. Núm. 615.

FAOSTAT. (2025). Base de datos estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). *Sitio Web,* [Portal web], disponible en: https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL [26/06/2025]

Fernández D G. (2013). *Indicadores de Comercio Exterior y Dinamismo Comercial Aplicación para Uruguay en el período 1997 al 2012*. Uruguay: Banco Central de Uruguay, [Archivo pdf] disponible en http://fcea.edu.uy/Jornadas_Academicas/2013/file/ECONOMIA/Indicadores%20CE_fernan-dez_2013.pdf [18/07/2021]

García-Mora, W. I. (2019). *Aplicación de los descriptores sensoriales de chiles mexicanos (Capsicum annuum l.) en la cocina contemporánea. Caso: chipotle, pasilla y mulato.* Tesis. Universidad Autónoma del Estado de México. 13-117 pp.

Krugman, P. R. y Obstfelf, M. (2006). *Economía Internacional. Teoría y política*. 7 ed. Pearson Educación, S.A.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2005). Cálculo de los consumos aparentes de los productos agropecuarios. Dirección de Política Sectorial, [Archivo pdf] disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19125/Ver-Documento-19125.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OCDE (1996). *Competitividad industrial: evaluación comparativa de entornos empresariales en la economía global*. París: OCDE.

Parra B., L. D. y Argote C., M. L. (2024). Una mirada a los determinantes próximos del emprendimiento con vocación exportadora desde un enfoque global. *Estudios Gerenciales*, 40(171), 245-255.

Pat F., V. G., Caamal C., I. y Jerónimo A., F. (2023). Análisis del comportamiento de las variables y de los indicadores de competitividad del comercio de la naranja en los principales países productores. *En* Pérez S., F., Figueroa H., E., Escamilla G., P.E., Jiménez G., M., Tavera C. y Godínez M., L. (comp.). Consideraciones básicas para la producción primaria en México. ASMIIA, A.C.

Ramírez P, L.C.; Caamal C., I.; Pat F., V.G.; Martínez L.D, (2016). Índices de competitividad de la fresa (Fragaria vesca L.) de México en el mercado mundial, Revista *Agro productividad* 9(5), pp: 29-34

Rojas, P. y Sepúlveda, S. (1999) *¿Qué es la competitividad?* San José C.R.: IICA, Xi, 24 p.; 28 (Series Cuadernos Técnicos/IICA; no. 09)

Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). (2025) Información Agrícola. México: SIAP-SADER. Página web [Portal web] disponible en https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430 [12/06/2025,

Velín, M. y Medina, P. (2011) Cálculo y análisis de indicadores sectoriales de comercio exterior para el caso ecuatoriano. *Revista de análisis estadístico*, 2(2011), 2(1): pp. 3-29.

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de octubre de 2026

Evaluación financiera de la producción y comercialización de pollos de engorde en el Valle del Cauca, Colombia

Ramiro Martínez Cruz[30], Jaime Antonio Ruiz Hernández[31], Mayirley Romero Díaz[3]

Resumen

La avicultura a pequeña y mediana escala en Colombia enfrenta una elevada vulnerabilidad económica debido a la toma empírica de decisiones y a la falta de herramientas formales de evaluación financiera. Con el propósito de mitigar este problema, la investigación tuvo como objetivo evaluar la viabilidad financiera de un proyecto de producción y comercialización de pollo de engorde bajo prácticas de crianza limpia en el municipio de Sevilla, Valle del Cauca, Colombia. Metodológicamente, se empleó un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo-explicativo y diseño aplicado no experimental, centrado en el estudio de caso de la unidad productiva "Venta de Pollos El Rosal" durante el período de enero a julio de 2026. Para ello, se parametrizó en Microsoft Excel un modelo de evaluación financiera estructurado en cinco pasos: análisis económico, de financiamiento, estados financieros proforma, indicadores de rentabilidad y análisis de sensibilidad. Los resultados determinaron una Tasa de Actualización 14.64%, un Valor Actual Neto de $37,646,859.82 COP y una Tasa Interna de Retorno del 440.65%. Asimismo, el proyecto no es sensible a la variable riesgo precio de venta del producto confirmando la resiliencia de la unidad productiva frente a cambios adversos. Se concluye que el proyecto es financieramente viable ya que tiene la capacidad de crear valor económico, demostrando que la adopción de esquemas de crianza con baja carga química garantiza la sostenibilidad económica y la competitividad del pequeño productor rural.

Palabras clave: Evaluación financiera, pollo de engorde, Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno, desarrollo rural.

Abstract

Small- and medium-scale poultry farming in Colombia faces high economic vulnerability due to empirical decision-making and a lack of formal financial evaluation tools. To address this issue, this research aimed to evaluate the financial viability of a broiler production and marketing project using clean rearing practices in the municipality of Sevilla, Valle del Cauca, Colombia. Methodologically, a quantitative approach was employed with a descriptive-explanatory scope and an applied, non-experimental design, focusing on the case study of the "Venta de Pollos El Rosal" production unit from January to July 2026. A financial evaluation model structured into five steps was parameterized in Microsoft Excel: economic analysis, financing analysis, pro forma financial statements, profitability indicators, and sensitivity analysis. The results yielded a discount rate of 14.64%, a Net Present Value of

[30] Universidad Politécnica de Texcoco, Carretera Federal Los Reyes Texcoco Km 14.2 s/n. Col. San Miguel Coatlinchán. C.P. 56250, Texcoco, Estado de México, México.
[31] Universidad Juárez del Estado de Durango. Calle Constitución 404, Zona Centro, C. P. 34113, Durango, Durango, México.
[3] Universidad del Valle. Nodo Sevilla, Carrera 45 Diagonal 58, Provivienda, C. P. 762530, Sevilla-Valle, Colombia.
Correo: ramiro.martinez@uptex.edu.mx; jaime.ruiz@ujed.mx; mayirley.romero@correounivalle.edu.co

$37,646,859.82 COP, and an Internal Rate of Return of 440.65%. Furthermore, the project showed no sensitivity to product selling price risk, confirming the resilience of the production unit against adverse shifts. It is concluded that the project is financially viable as it has the capacity to create economic value, demonstrating that adopting low-chemical rearing practices guarantees economic sustainability and competitiveness for rural smallholders.

Keywords: Financial evaluation, broiler chicken, Net Present Value, Internal Rate of Return, rural development.

INTRODUCCIÓN

La producción avícola constituye uno de los sectores agropecuarios de mayor dinamismo en América Latina, dada su capacidad para suministrar proteína animal de alto valor biológico, dinamizar el empleo rural y fortalecer la seguridad alimentaria. En Colombia, este subsector lidera la producción pecuaria nacional; durante 2024 alcanzó una producción de 1,836,032 toneladas de carne de pollo, un consumo per cápita de 34.8 kg y la generación de más de 350,000 empleos directos e indirectos (FENAVI, 2024). Sin embargo, a pesar de las proyecciones globales de crecimiento sostenido en la demanda de alimentos pecuarios (FAO & OECD, 2023), la sostenibilidad operativa de las unidades productivas rurales se encuentra expuesta a la volatilidad en los precios del producto, los costos de insumos, variaciones en las tasas de interés e ineficiencias en la gestión del capital.

En este contexto, la avicultura de engorde a pequeña y mediana escala representa una alternativa crucial para la generación de ingresos en economías locales. No obstante, la permanencia de estas unidades en el mercado suele verse comprometida por la toma de decisiones empíricas y la ausencia de análisis financieros sistemáticos. La evaluación financiera formal resulta indispensable para determinar si un proyecto genera valor económico superior a su costo de oportunidad, garantizando su viabilidad e idoneidad en el tiempo (Brealey et al., 2020; Ross et al., 2012).

Desde la teoría financiera moderna, la valoración de inversiones exige ponderar el valor del dinero en el tiempo y la estructura de financiamiento mediante el Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC), el cual actúa como la tasa de descuento de referencia frente al riesgo asumido (Damodaran, 2012). La integración de criterios como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) permite cuantificar la creación de riqueza y la eficiencia en la asignación del capital (Graham & Harvey, 2001). Asimismo, la modelación de flujos de efectivo en hojas de cálculo (Benninga, 2014) y la aplicación de métodos numéricos iterativos para la resolución de indicadores financieros (Burden & Faires, 2010) aportan rigor computacional y precisión a las proyecciones económicas.

A pesar de la solidez de estos modelos, existe una brecha de conocimiento en la literatura sobre su aplicación empírica en unidades avícolas de pequeña escala que incorporan prácticas de producción limpia. La presente investigación analiza la unidad productiva “Venta de Pollos El Rosal”, ubicada en Sevilla, Valle del Cauca, Colombia, durante el período de enero a julio de 2026. Esta unidad destaca por implementar esquemas de engorde con uso reducido de insumos químicos y estándares rigurosos de bioseguridad. Evaluar esta iniciativa permite

determinar si la diferenciación técnica y la sostenibilidad ambiental se traducen en rentabilidad financiera capaz de asegurar la permanencia del pequeño productor en el mercado.

En consecuencia, el objetivo de esta investigación fue evaluar la viabilidad financiera del proyecto de producción y comercialización de pollo de engorde en Sevilla, Valle del Cauca, Colombia, mediante la aplicación de un modelo de evaluación financiera en cinco pasos estructurado en Excel.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de carácter aplicado, orientado a evaluar la viabilidad financiera de un proyecto de producción y comercialización de pollo de engorde mediante el método de evaluación financiera de proyectos en cinco pasos en Excel, propuesto por Martínez-Cruz et al., (2019); el estudio se realizó en la unidad productiva "Venta de Pollos El Rosal", ubicada en la vereda Cominales del municipio de Sevilla, Valle del Cauca, Colombia; en el periodo enero a julio 2026. La información empleada se obtuvo a partir de los registros productivos de la unidad, costos de producción, requerimientos de inversión, estructura de financiamiento y proyecciones de comercialización, los cuales constituyeron la base para la elaboración del modelo financiero y el posterior análisis de viabilidad financiera del proyecto.

En la unidad productiva se lleva a cabo el proceso de crianza y desarrollo de aves de aproximadamente ocho semanas de edad, suministrando condiciones adecuadas de alimentación, disponibilidad de espacio y manejo sanitario durante el ciclo productivo. Aunque el sistema de producción procura una crianza con menor utilización de productos químicos, se mantienen los protocolos de higiene, bioseguridad y sanidad requeridos para garantizar la calidad del producto final y la inocuidad del producto comercializado.

El modelo utilizado, siguiendo la metodología de evaluación financiera de proyectos en cinco pasos (Martínez-Cruz et al., 2019), permitió integrar las inversiones requeridas, la estructura de financiamiento, la determinación de la tasa de actualización, la elaboración de los estados financieros proyectados, la evaluación de la rentabilidad y medir la sensibilidad del proyecto mediante indicadores financieros.

Paso 1. Análisis económico

A partir de la información económica recolectada en campo, se estructuró el presupuesto de inversión inicial, el cual ascendió a $1,791,522.69 COP. De este monto, el 74.74 % ($1,339,000.00 COP) corresponde a activos fijos, el 7.03 % ($126,000.00 COP) a activos diferidos y el 18.23 % ($326,522.69 COP) a capital de trabajo.

Con base en la vida útil económica de los activos productivos, se definió un horizonte de evaluación del proyecto de 5 años. Se aplicó el método de línea recta (Kieso et al., 2020) para determinar la pérdida de valor de los activos, arrojando un gasto anual de $267,211.90 COP, del cual $242,011.90 COP corresponde a depreciación de activos fijos y $25,200.00 COP a

la amortización de diferidos. Finalmente, se identificó la necesidad de realizar reinversiones del año 2 al 5 para la reposición de activos productivos.

Cuadro 1. Presupuesto de costos de inversión

NO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO ($)	INVERSIÓN TOTAL ($)
A	ACTIVOS FIJOS				1,339,000.00
1	Infraestructura física	M2	18	17,000.00	306,000.00
2	Instalaciones eléctricas	M2	18	6,000.00	108,000.00
3	Jaula de madera	Pieza	5	40,000.00	200,000.00
4	Malla (gruesa y delgada)	Rollo	2	28,000.00	56,000.00
5	Instalación de acueducto (manguera)	M2	18	2,000.00	36,000.00
6	Llave de agua	Pieza	1	9,000.00	9,000.00
7	Tarros de almacenamiento de materias	Pieza	3	80,000.00	240,000.00
8	Comederos	Pieza	5	17,000.00	85,000.00
9	Bebederos	Pieza	5	16,000.00	80,000.00
10	Lugar de procesamiento	Lote	1	200,000.00	200,000.00
11	Candado	Pieza	1	4,000.00	4,000.00
12	Cadena	Pieza	1	15,000.00	15,000.00
B	ACTIVOS DIFERIDOS				126,000.00
1	Servicios	Servicio	4	15,000.00	60,000.00
2	Capacitación	Curso	1	30,000.00	30,000.00
3	Diseño del galpón	Servicio	1	36,000.00	36,000.00
C	CAPITAL DE TRABAJO	Mensual	1	326,522.69	326,522.69
D	INVERSIÓN TOTAL				1,791,522.69

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto (2026).

Paso 2. Análisis de financiamiento

En la segunda etapa se identificó la estructura de capital (Berk y DeMarzo, 2023) del proyecto, la cual quedó conformada por un 38.36 % de recursos propios y un 61.64 % de deuda. Con base en esta estructura, se determinó un costo promedio ponderado de capital (CPPC) del 14.64 % anual. Este costo de capital (Brealey et al., 2023) se utilizó como tasa de descuento para el cálculo posterior de los indicadores de rentabilidad del proyecto.

Cuadro 2. Estructura de financiamiento y costo financiero del capital

NO	CONCEPTO	TOTAL	PARTICIPACIÓN	COSTO FINANCIERO	PROMEDIO PODERADO
1	Socios	687,239.75	38.36%	18.88%	7.24%
2	Crédito	1,104,282.94	61.64%	12.00%	7.40%
A	TOTAL	1,791,522.69	100.00%		14.64%

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto (2026).

Paso 3. Análisis de estados financieros proforma

Se estructuraron los estados financieros prospectivos para el horizonte de análisis, considerando los ingresos por comercialización de pollo de engorde, los costos de

producción, los gastos operativos, las depreciaciones y las amortizaciones. Estas proyecciones permitieron evaluar el desempeño económico esperado del proyecto. En el balance general, presentado en formato de reporte, el saldo disponible del flujo de efectivo se integró en el activo circulante, mientras que el resultado neto del estado de resultados se incorporó en el capital contable. De este modo, se determinó la situación financiera proyectada al 31 de diciembre de cada periodo, la cual resulta favorable y muestra una tasa de capitalización anual estimada del 144.22 %.

Cuadro 3. Balance general proforma

NO	CONCEPTOS	HORIZONTE DE ANÁLISIS DEL PROYECTO (AÑOS)					
		INVERSIÓN	PERIODO DE OPERACIÓN				
			CAPACIDAD INICIAL			CAPACIDAD PLENA	
		0%	50%	75%	90%	100%	100%
		0	1	2	3	4	5
	ACTIVOS						
A	ACTIVOS FIJOS	1,339,000.00	1,096,988.10	882,976.19	673,464.29	688,952.38	479,440.48
1	Infraestructura física	306,000.00	306,000.00	306,000.00	306,000.00	535,500.00	535,500.00
2	Instalaciones eléctricas	108,000.00	108,000.00	108,000.00	108,000.00	108,000.00	108,000.00
3	Jaula de madera	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00
4	Malla (gruesa y delgada)	56,000.00	56,000.00	84,000.00	112,000.00	140,000.00	168,000.00
5	Instalación de acueducto (manguera)	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00
6	Llave de agua	9,000.00	9,000.00	9,000.00	13,500.00	13,500.00	18,000.00
7	Tarros de almacenamiento de materias	240,000.00	240,000.00	240,000.00	240,000.00	240,000.00	240,000.00
8	Comederos	85,000.00	85,000.00	85,000.00	85,000.00	85,000.00	85,000.00
9	Bebederos	80,000.00	80,000.00	80,000.00	80,000.00	80,000.00	80,000.00
10	Lugar de procesamiento	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00
11	Candado	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00
12	Cadena	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00
	SUBTOTAL	1,339,000.00	1,339,000.00	1,367,000.00	1,399,500.00	1,657,000.00	1,689,500.00
13	Depreciación	-	242,011.90	484,023.81	726,035.71	968,047.62	1,210,059.52
B	ACTIVOS DIFERIDOS	126,000.00	100,800.00	75,600.00	50,400.00	25,200.00	-
1	Servicios	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
2	Capacitación	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00
3	Diseño del galpón	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00
	SUBTOTAL	126,000.00	126,000.00	126,000.00	126,000.00	126,000.00	126,000.00
4	Amortización	-	25,200.00	50,400.00	75,600.00	100,800.00	126,000.00
C	ACTIVO CIRCULANTE	326,522.69	7,109,002.49	17,693,763.96	30,571,175.12	44,801,719.94	59,229,966.44
1	Capital de trabajo	326,522.69	326,522.69	467,783.91	552,540.65	609,045.14	609,045.14
2	Flujo de efectivo	-	6,782,479.80	17,225,980.05	30,018,634.47	44,192,674.81	58,620,921.30
D	TOTAL ACTIVOS	1,791,522.69	8,306,790.58	18,652,340.16	31,295,039.40	45,515,872.32	59,709,406.92
	PASIVOS						
E	PASIVOS A CORTO PLAZO	-	-	-	-	-	-
F	PASIVOS A LARGO PLAZO	1,104,282.94	883,426.35	662,569.76	441,713.18	220,856.59	-
1	Saldo insoluto final del crédito	1,104,282.94	883,426.35	662,569.76	441,713.18	220,856.59	-
G	TOTAL PASIVOS	1,104,282.94	883,426.35	662,569.76	441,713.18	220,856.59	-
	CAPITAL CONTABLE						
1	Capital social (aportación de socios)	687,239.75	687,239.75	687,239.75	687,239.75	687,239.75	687,239.75
2	Otras cuentas de capital	-	-	-	-	-	-
3	Resultado de ejercicios anteriores	-	-	6,736,124.49	17,302,530.65	30,166,086.48	44,607,775.99
4	Resultado de resultados	-	6,736,124.49	10,566,406.16	12,863,555.83	14,441,689.51	14,414,391.18
H	TOTAL CAPITAL CONTABLE	687,239.75	7,423,364.23	17,989,770.39	30,853,326.23	45,295,015.73	59,709,406.92
I	COMPROBACIÓN	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto (2026).

Paso 4. Análisis financiero

Se estructuró el flujo de efectivo del proyecto para el horizonte de evaluación de 5 años, aplicando la tasa de actualización del 14.64 % anual previamente definida.

Cuadro 4. Flujo de efectivo actualizado al 14.64 %

AÑO	BT ($)	CT ($)	BTA ($)	CTA ($)	FEA ($)	FEAA ($)
0	-	1,791,522.69	-	1,791,522.69	- 1,791,522.69	- 1,791,522.69
1	19,285,000.00	12,149,149.66	16,822,521.76	10,597,839.48	6,224,682.27	4,433,159.59
2	28,955,500.00	18,185,132.00	22,033,017.52	13,837,555.28	8,195,462.24	12,628,621.83
3	34,745,500.00	21,652,480.62	23,062,847.76	14,372,159.40	8,690,688.37	21,319,310.19
4	38,674,500.00	24,226,597.50	22,392,909.75	14,027,434.39	8,365,475.36	29,684,785.55
5	39,690,985.61	23,926,894.12	20,046,989.41	12,084,915.15	7,962,074.27	37,646,859.82
TOTAL			104,358,286.20	66,711,426.38	37,646,859.82	

Nota. BT: beneficios totales; CT: costos totales; BTA: beneficios totales actualizados; CTA: costos totales actualizados; FEA: flujo de efectivo actualizado; FEAA: flujo de efectivo acumulado actualizado. Elaboración propia con datos del proyecto (2026).

Se calcularon los indicadores de rentabilidad financiera del proyecto: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), la Relación Beneficio/Costo (RBC), la Relación Beneficio/Inversión Inicial (RNK) y el Periodo de Recuperación del Capital (PRK).

Cuadro 5. Indicadores de rentabilidad del proyecto

NO	INDICADOR	SIGLAS	VALOR	OBSERVACIÓN
1	Tasa de Actualización	TA	14.64%	Anualmente
2	Tasa Interna de Retorno	TIR	440.65%	Anualmente
3	Valor Actual Neto	VAN	37,646,859.82	Horizonte
4	Relación Beneficio/Costo	RBC	1.56	Horizonte
5	Relación Beneficio/Inversión Inicial	RNK	22.01	Horizonte
6	Periodo de Recuperación del Capital	PRK	0.29	Años

Fuente: Elaboración con datos del proyecto (2026).

Paso 5. Análisis de sensibilidad

Finalmente, se sometió la rentabilidad del proyecto a un análisis de sensibilidad, seleccionando el precio de venta del producto como variable crítica de riesgo. El análisis se ejecutó en tres escenarios, evaluando reducciones del precio del 5 %, 10 % y 15 %. En todos los casos, el proyecto mantuvo su viabilidad y no mostró una sensibilidad significativa. Asimismo, se determinó que el proyecto tolera una disminución en el precio de venta de hasta el 92.59 %.

Cuadro 6. Análisis de sensibilidad con base en el precio del producto

CAMBIO (%)	PRECIO ($/LIBRA)	TIR (%)	VAN ($)	RBC	RNK	PRK
0%	7,000.00	440.65%	37,646,859.82	1.56	22.01	0.29
-5%	6,650.00	421.76%	35,625,380.33	1.56	21.02	0.30
-10%	6,300.00	402.59%	33,602,717.08	1.56	20.01	0.32
-15%	5,950.00	383.14%	31,578,845.51	1.55	18.99	0.34
-92.59%	518.92	14.64%	0.00	1.00	1.00	5.00

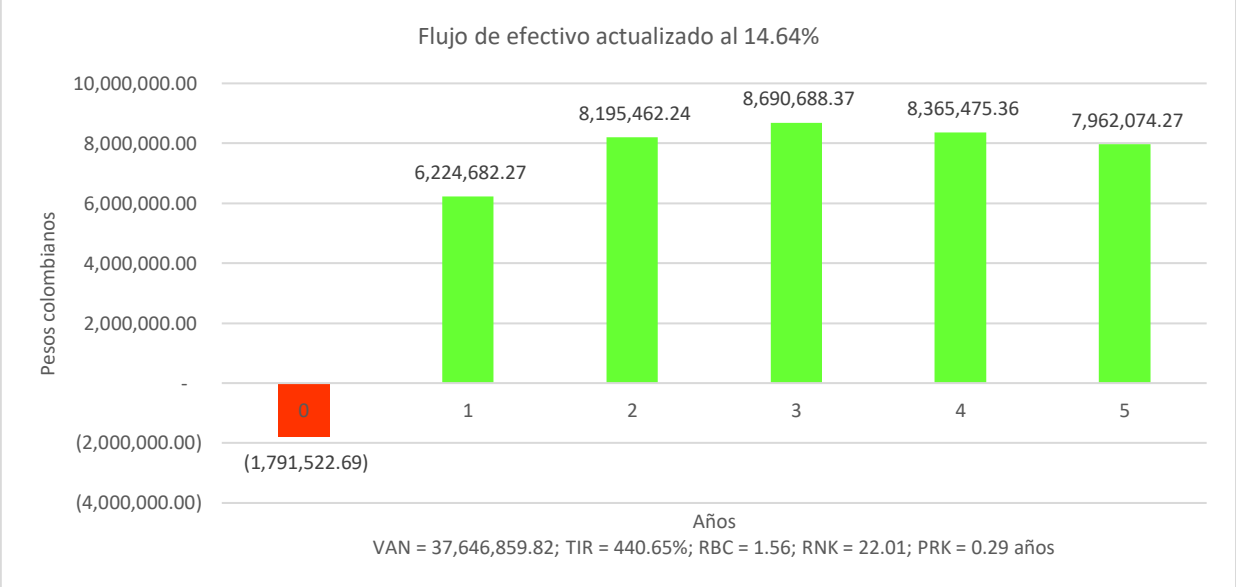
Fuente: Elaboración con datos del proyecto (2026).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proyecto, con una inversión inicial de $1,791,522.59 COP, un horizonte de evaluación de 5 años y una tasa de descuento del 14.64 % anual, proyecta un VAN de $37,646,859.82 COP, una TIR del 440.65 % anual, una RBC de 1.56, una RNK de 22.01 y un PRK de 0.29 años. En conjunto, estos indicadores evidencian un desempeño financiero favorable y respaldan la viabilidad económica de la propuesta.

Se representan visualmente la inversión inicial del proyecto y los flujos de efectivo proyectados para cada año del horizonte de análisis, actualizados a una tasa del 14.64 % anual.

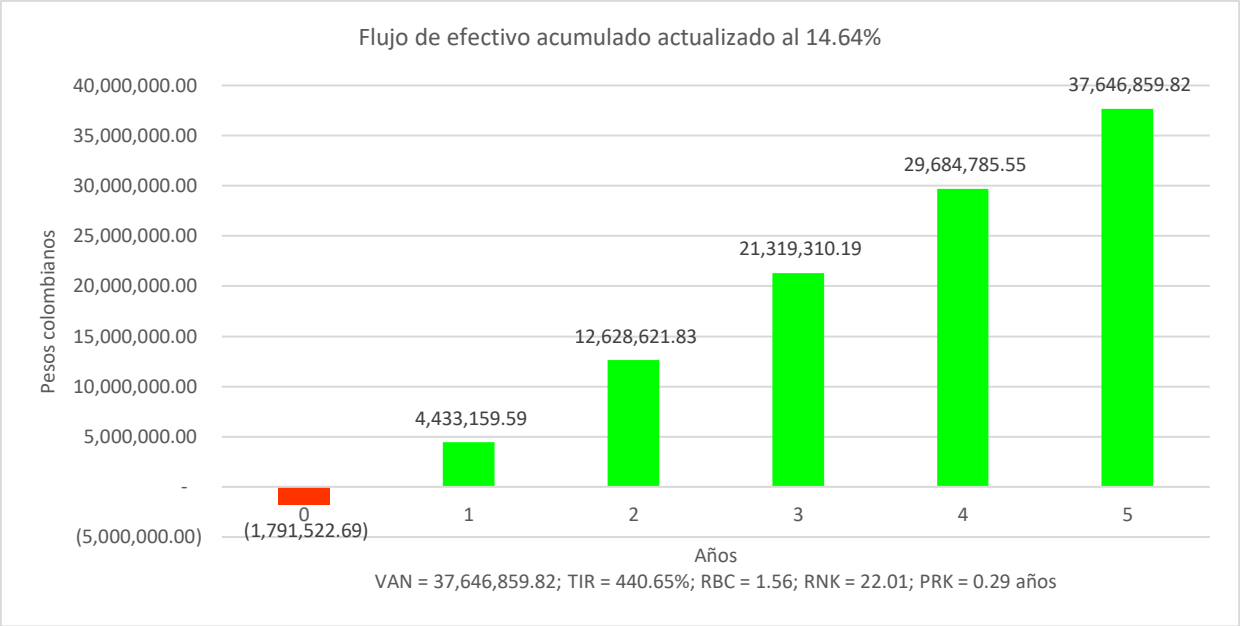
Figura 1. Flujo de efectivo actualizado al 14.64 %



Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto (2026).

Se representan visualmente la inversión inicial del proyecto (año 0) y los flujos de efectivo acumulados proyectados para cada año del horizonte de análisis, actualizados a una tasa del 14.64 % anual. Se observa que, al quinto año, el flujo de efectivo acumulado actualizado equivale al VAN.

Figura 2. Flujo de efectivo acumulado actualizado al 14.64 %



Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto (2026).

Tasa de Actualización

TA = 14.64 %. Por cada $100.00 COP invertidos anualmente en el proyecto, se estima un costo financiero de $14.64 COP, considerando flujos de efectivo proyectados durante el horizonte de cinco años. Debido a que la TA es inferior a la TIR (440.65 %), siendo esta última el punto de comparación para la decisión de inversión, el proyecto cumple con el criterio de aceptación y presenta un dictamen financiero positivo. La rentabilidad esperada supera el costo del capital empleado, permitiendo recuperar la inversión inicial y generar beneficios económicos para la unidad productiva.

Tasa Interna de Retorno

TIR = 440.65 %. Por cada $100.00 COP invertidos anualmente en el proyecto, se estima producir una utilidad neta de $440.65 COP, considerando los flujos de efectivo proyectados durante el horizonte de análisis. Al ser la TIR superior a la TA (14.64 %), el proyecto satisface el criterio de aceptación establecido para este indicador, evidenciando una alta capacidad para generar valor económico sobre la inversión realizada.

Valor Actual Neto

VAN = $37,646,859.82 COP. La inversión inicial de $1,791,522.69 COP, se estima que genere un valor económico adicional de $37,646,859.82 COP, una vez descontados los flujos de efectivo mediante la tasa de actualización del 14.64 %: Al presentar un VAN superior a cero, el proyecto demuestra que los ingresos proyectados son suficientes para recuperar la inversión inicial, cubrir los costos de operación y generar beneficios económicos adicionales, por lo que el dictamen financiero es favorable.

Relación Beneficio/Costo

RBC = 1.56. Por cada $1.00 COP, de costos totales invertidos en el proyecto, se espera obtener un beneficio actualizado de $1.56, es decir, se recupera el $1.00 COP invertido y se

obtiene una utilidad neta de $ 0.56 COP. Debido a que este indicador es superior a uno, el proyecto cumple con el criterio de aceptación y confirma la conveniencia financiera de desarrollar la producción y comercialización de pollo de engorde bajo las condiciones evaluadas.

Relación Beneficio/Inversión Inicial

RNK = 22.01. Por cada $1.00 COP, correspondiente a la inversión inicial realizada en el proyecto, se espera generar $22.01 COP, en beneficios durante el horizonte de evaluación, al ser este indicador superior a uno, los resultados reflejan una elevada capacidad del proyecto para generar valor sobre el capital invertido, fortaleciendo la conveniencia económica de la inversión.

Periodo de Recuperación del Capital

PRK = 0.29 años. La inversión inicial del proyecto se espera recuperar, aproximadamente, en 0.29 años, durante el tercer mes de operación, considerando los flujos de efectivo actualizados al 14.64 %, durante el horizonte de evaluación de cinco años, al ser este periodo considerablemente inferior al horizonte de análisis de 5 años, el proyecto cumple con el criterio de aceptación y presenta un riesgo reducido asociado a la recuperación del capital invertido.

Los resultados obtenidos demuestran que el proyecto de producción y comercialización de pollo de engorde desarrollado en la unidad productiva Venta de Pollos El Rosal presenta condiciones favorables de rentabilidad y sostenibilidad financiera, ya que el comportamiento de los indicadores obtenidos coincide con los planteamientos de Ross, Westerfield y Jaffe (2012) y Damodaran (2012), quienes establecen que un proyecto resulta financieramente viable cuando presenta un Valor Actual Neto positivo, una Tasa Interna de Retorno superior a la tasa de descuento y una Relación Beneficio/Costo mayor que uno. En este caso, el VAN positivo, la elevada TIR y la RBC superior a la unidad evidencian que la inversión genera valor económico y ofrece una rentabilidad superior al costo del capital empleado.

Adicionalmente, durante el desarrollo de la investigación se identificó que la unidad productiva implementa prácticas orientadas a reducir el uso de productos químicos, manteniendo condiciones adecuadas de higiene, bioseguridad y sanidad durante el proceso de producción, aunque estas prácticas no constituyen el principal factor que explica la rentabilidad obtenida, sí fortalecen la competitividad del proyecto al responder a las preferencias de consumidores que valoran productos obtenidos mediante procesos de producción más responsables. En conjunto, los resultados financieros y las características del sistema productivo respaldan la viabilidad del proyecto y evidencian que la aplicación de herramientas de evaluación financiera constituye un apoyo fundamental para la toma de decisiones en emprendimientos avícolas de pequeña escala.

CONCLUSIONES

En conjunto, la evaluación financiera de la producción y comercialización de pollo de engorde en la “Venta de Pollos El Rosal” es un proyecto sólido y altamente rentable, capaz de recuperar la inversión en menos de un año y de mantener su viabilidad incluso ante escenarios adversos de precio. Se confirma que la rentabilidad no depende únicamente del

volumen de producción, sino de una adecuada gestión financiera, productiva y de costos, lo cual permite sostener prácticas de crianza más naturales y con buenos estándares de higiene y sanidad sin sacrificar los resultados económicos. En definitiva, la investigación valida que el proyecto, aun siendo un pequeño emprendimiento avícola sí es rentable y sostenible cuando integra una planeación técnica y financiera responsable, ofreciendo un modelo replicable de bajo riesgo para este tipo de iniciativas.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa Interinstitucional para el Fortalecimiento de la Investigación y el Posgrado del Pacífico (DELFIN) de la Universidad Autónoma de Nayarit, por haber sido el medio a través del cual se realizó la investigación.
A la Universidad del Valle de Colombia y a la Universidad Politécnica de Texcoco, México, por brindar el espacio institucional de colaboración que hizo posible este proceso.
Agradecimiento especial a la propietaria de la unidad productiva "Venta de Pollos El Rosal", por facilitar la información técnica, productiva y financiera requerida para la elaboración del estudio, así como por su disposición y colaboración durante las diferentes etapas de la investigación.

LITERATURA CITADA

Benninga, S. (2014). Financial Modeling (4th ed.). MIT Press. https://mitpress.mit.edu/9780262027281/financial-modeling/

Berk, J., & DeMarzo, P. (2023). Corporate finance (6.ª ed.). Pearson.

Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2020). Principios de Finanzas Corporativas (13.ª ed.). McGraw-Hill Education. https://www.mheducation.com/

Brealey, R. A., Myers, S. C., Allen, F., & Edmans, A. (2023). Principles of corporate finance (14.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Burden, R. L., & Faires, J. D. (2010). Análisis Numérico (9.ª ed.). Cengage Learning. https://www.cengage.com.mx/libros/analisis-numerico/

Damodaran, A. (2012). Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset (3rd ed.). Wiley. https://www.wiley.com/enus/Investment+Valuation%3A+Tools+and+Techniques+for+Determining+the+Value+of+Any+Asset%2C+3rd+Edition-p-9781118011522

Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI). (2024). Revista Avicultores (Edición 318). Un año de crecimiento sostenido. https://fenavi.org/revista-avicultores/edicion-318-2024-un-ano-de-crecimiento-sostenido/

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), & Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023). OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/08801ab7-en https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc6361en

Graham, J. R., & Harvey, C. R. (2001). The theory and practice of corporate finance: Evidence from the field. Journal of Financial Economics, 60(2–3), 187–243. https://doi.org/10.1016/S0304-405X(01)00044-7

Kieso, D. E., Weygandt, J. J., & Warfield, T. D. (2020). Intermediate accounting: IFRS edition (4.ª ed.). John Wiley & Sons.

Martínez-Cruz, R., Portillo-Vázquez, M., & Del Valle Sánchez, M. (2019). Propuesta metodológica para la evaluación de proyectos en cinco pasos. Agro Productividad, 12(3). https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1372

Ross, S. A., Westerfield, R. W., & Jaffe, J. (2012). Finanzas Corporativas (9.ª ed.). McGraw-Hill Education. https://www.mheducation.com.mx/finanzas-corporativas-9786071507419-latam

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de octubre de 2026

Diagnóstico y caracterización del Socio ecosistema Denjhi, Jilotepec, Estado de México.

Higinio Francisco Arias Velazquez[1], María Sol Robledo y Monterrubio[2], Verónica Hernández López[3]

Resumen

El socioecosistema se entiende como un conjunto de sistemas sociales y ecológicos, que interactúan y llevan a cabo procesos de adaptación y que pueden o no transformar los mismos sistemas.

Es por eso que el presente trabajo se llevó a cabo en el socioecosistema Denjhi, municipio de Jilotepec, Estado de México, por la gran biodiversidad e interacciones con las que cuenta, con el objetivo de realizar una caracterización del mismo, para lo cual se aplicaron 21 entrevistas a productores agrícolas pertenecientes al socioecosistema, estas se llevaron a cabo de forma directa en casa de los entrevistados. El análisis de los datos obtenidos por las entrevistas se realizó mediante la estadística descriptiva para posteriormente desarrollar la metodología PARDI.

La aplicación de las metodologías anteriores dio como resultado la visualización de varias problemáticas del socioecosistema, destacando la privatización del agua, falta de apoyos gubernamentales y falta de asesoría técnica, migración, falta de tecnología que no permiten el pleno desarrollo del socioecosistema. Por lo que es necesario realizar acciones que lleven a un mejor desarrollo social, económico y ecológico de las familias de productores del socioecosistema.

Palabras clave: Socioecosistema, PARDI, Redes Sociales

[1]Maestro en Ciencias en Biología. Profesor Investigador, Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica, Universidad Autónoma Chapingo, MÉXICO. Orcid ID: https://orcid.org/0000-0002-6075-1370. Correo electrónico: HARIASV@chapingo.mx
[2]Doctora en Ciencias en Biotecnología, Profesor Investigador, Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica, Universidad Autónoma Chapingo, MÉXICO. Orcid ID: 0000-https://orcid.org/0001-7294-1254. Correo electrónico: mrobledoym@yahoo.com.mx
[3]Maestra en Ciencias en Economía. Colegio de Posgrados. ORCID: https://orcid.org/0009-0007-1738-2059. Correo electrónico: lopez.veronica@colpos.mx

Abstract

The social-ecological system (SES) is understood as a set of interconnected social and ecological systems that interact and undergo adaptive processes, which may, in turn, transform the systems themselves.

This study was conducted in the Denjhi social-ecological system, located in the municipality of Jilotepec, State of Mexico, due to its high biodiversity and the complex interactions occurring within it. The objective was to characterize the system based on 21 interviews with

agricultural producers belonging to the SES. The interviews were conducted in person at the participants' homes. The information obtained was analyzed using descriptive statistics, followed by the application of the PARDI methodology.

The results revealed several challenges affecting the social-ecological system, including water privatization, limited government support, lack of technical assistance, migration, and limited access to technology. These factors constrain the social, economic, and ecological development of the SES and the families of agricultural producers. Therefore, actions aimed at strengthening local capacities and promoting sustainable social, economic, and ecological development within the system are needed.

Keywords: Social-ecological system, PARDI methodology, social networks.

[1] Master of Science in Biology. Research Professor, Center for Research in Biology, Environmental Education and Organic Agriculture, Universidad Autónoma Chapingo, MEXICO. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6075-1370. E-mail: HARIASV@chapingo.mx
[2] Doctor of Science in Biotechnology. Research Professor, Center for Research in Biology, Environmental Education and Organic Agriculture, Universidad Autónoma Chapingo, MEXICO. ORCID ID: https://orcid.org/0001-7294-1254. E-mail: mrobledoym@yahoo.com.mx
[3] Master of Science in Economics. Colegio de Postgraduados, MEXICO. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-1738-2059. E-mail: lopez.veronica@colpos.mx

Introducción

Cuando se desarrollan estudios generalmente se enfocan a un individuo o actor del problema, social, ecológico, ambiental o biológico, desde una estrategia de investigación multidisciplinaria, en la cual cada una estudia una pequeña parte del sistema de estudio y no como un sistema transdiciplinario, la transdisciplinariedad en el estudio y la gestión de los socio-ecosistemas toma en cuenta la naturaleza transectorial, interrelacionada y de alcance imprevisible que adquieren los problemas complejos actuales (Gil 2007).

El estudio de la agricultura en nuestro país se ha venido analizando desde la perspectiva económica, la cantidad de producción, valor de la producción, valor medio rural, cantidad de importaciones y exportaciones, y con ella generar políticas y soluciones a los problemas encontrados en los estudios, sin considerar aspectos ecológicos (cambios en el sistema realizados por el hombre, cambio del uso del suelo), biológicos (ciclos biológicos de plagas, comportamiento de animales silvestres, ciclo del agua, clima) sociales(idioma, población, migración), culturales (fiestas patronales, religión, preferencias políticas) y sustentabilidad.

El socioecosistema según Salas-Zapata et al., (2011) es un sistema complejo y adaptativo que hace referencia a los procesos de acoplamiento e interacción entre los sistemas sociales (cultura, economía, organización social, y política) y los sistemas ecológicos naturales (animales, plantas, clima, suelo, etc. y artificiales o urbano (sistemas en donde el ser humano interviene), en un espacio y tiempo determinado. Interacciones desde diferentes formas de

acción humana manifestadas en procesos de extracción de recursos, pesca, producción de alimentos, que interfieren en los mecanismos naturales de los ecosistemas, así como también a través de inundaciones, variaciones climáticas, cambios de estación, transformación de suelos, que, tratándose de fenómenos naturales producen efectos sobre los sistemas sociales.

En la actualidad los estudios relacionados con el ecosistema, la sustentabilidad, han ido modificando su metodología, siendo su objeto de estudio como uno solo, sino como parte de un conjunto de objetos que se relacionan entre sí y que coexisten para formar el sistema complejo del socioecosistema, y el proceso para el estudio de este, es multidisciplinario, en el cual se realiza el estudio de un objeto en común con diferentes enfoques o disciplinas, obteniendo resultados mejor enfocados a resolver el problema del objeto de estudio.

Por lo que, la importancia de los socioecosistemas radica en conocer el funcionamiento y evolución de las interacciones humanas en los sistemas ecológicos y la capacidad de estos de ser sustentables. La sustentabilidad de acuerdo al el Pronaces SSyS (2021), es la relación entre las sociedades y los ecosistemas que permite cubrir de manera equitativa y suficiente las necesidades de todos los sectores de la sociedad, manteniendo los procesos y mecanismos ecológicos.

En América Latina el uso de los socioecosistemas hace referencia a los sistemas agrícolas, Hernando Uribe Castro en 2015, hace un enfoque de transición de un ecosistema a un socioecosistema diseñado en Colombia, haciendo referencia de un sistema natural y su transformación a un sistema diseñado donde convergen diferentes agentes y no solo biológico.

Los socioecosistemas en México se han enfocado a la regulación de políticas ambientales principalmente en Áreas Naturales Protegidas (ANP), la gestión de cuencas (GC), Unidades de Gestión Ambiental (UGA, la base para el Ordenamiento Ecológico del Territorio), Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), y Unidades para el Manejo Forestal (UMAFOR), como lo señala el estudio realizado por Challenger en 2018.

Tomando como referencia los estudios realizados con el enfoque de socioecosistema, el presente trabajo tiene como objetivo describir y analizar la problemática, los actores, las dinámicas, los recursos y las interacciones actuales del socioecosistema Denjhi, Jilotepec, Estado de México.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en dos etapas, la primer consistió en la recolección de datos por medio de una entrevista directa con productores y habitante del socioecosistema, con preguntas mixtas, abiertas y cerradas enfocadas a conocer la dinámica del socioecosistema.

El tamaño de la muestra utilizada para la aplicación de las entrevistas, se realizó de acuerdo con Hernández Samperi (2016), quien indica que para elegir la muestra se debe de comenzar desde el contexto de la investigación, que casos son de interés y donde los podemos encontrar, por lo que se definió que las entrevistas se realizaran en habitantes del socioecosistema Denjhi, que pueden o no dedicarse a la agricultura.

Una vez definido el cómo se obtuvo la muestra, se procedió a realizar las visitas en dos diferentes visitas al socioecosistema, Denjhi.

Una vez terminadas las entrevistas, el análisis y la interpretación de los resultados de las mismas se realizó a través de la estadística descriptiva y con ayuda del software de Hoja de Cálculo Excel, los resultados se presentaron con graficas realizadas en la misma herramienta de análisis.

En la segunda etapa el trabajo se enfoca en la caracterización del socioecosistema, siguiendo la metodología PARDI, la cual permitirá conocer las relaciones entre actores del socioecosistema y permite identificar problemáticas que se encuentren en él.

La Metodología PARDI (Problemática, Recursos, dinámicas e interacciones), es un proceso de modelación participativa (Fallot, 2013) desarrollado durante talleres y entrevistas (Abigaïl Fallot, 2014) sobre la dinámica de un socioecosistema en específico.

Los puntos clave para la construcción de esta metodología son los siguientes:

- Definición de la Problemática (P) o tema central para la investigación y modelación, corresponde a una preocupación social sobre la gestión de los recursos naturales.

- Identificación de los Actores (A): es una lista de entidades y actores que interactúan en la problemática identificada con anterioridad.

- Identificación de los Recursos (R): Son los bienes o productos utilizados en el socioecosistema y los indicadores claves sobre su buen manejo.

- Caracterización de las Dinámicas (D): Las cuales son los procesos que realizan cambios en la problemática, estos procesos pueden ser dinámicas ecológicas, dinámicas sociales y dinámicas económicas.

- Caracterización de las Interacciones (I): Aquellas interacciones que se dan entre actores y entre actores y recursos.

Resultados y discusión

Análisis de encuestas

El número de encuestas realizadas en el socioecosistema Denjhi fueron 21, las cuales se hicieron frente a frente con el productor, dando personalmente las respuestas, ampliándolas cuando creyeron era necesario.

Los principales resultados de las encuestas realizadas son los siguientes:

Los productores entrevistados el 90% son hombres y solo el 10% mujeres (Figura 1), lo cual nos indica que los hombres son los que siguen teniendo una mayor participación en el trabajo en el campo.

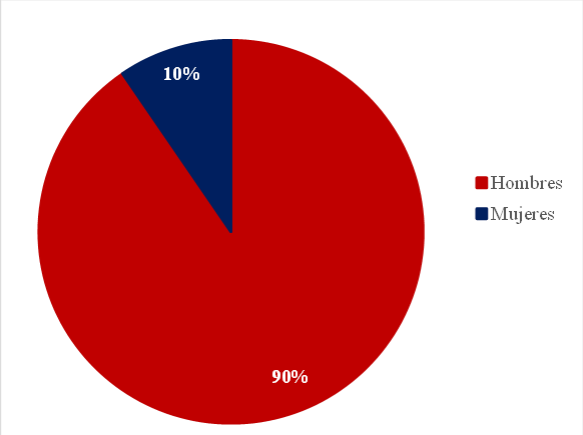


Figura 9. Porcentaje de hombres y mujeres entrevistados
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevistas

Como se muestra en la Figura 2, el rango de edad de los entrevistados se encuentra entre los 30 y 65 años, siendo el mayor número de 51 a 60 años.

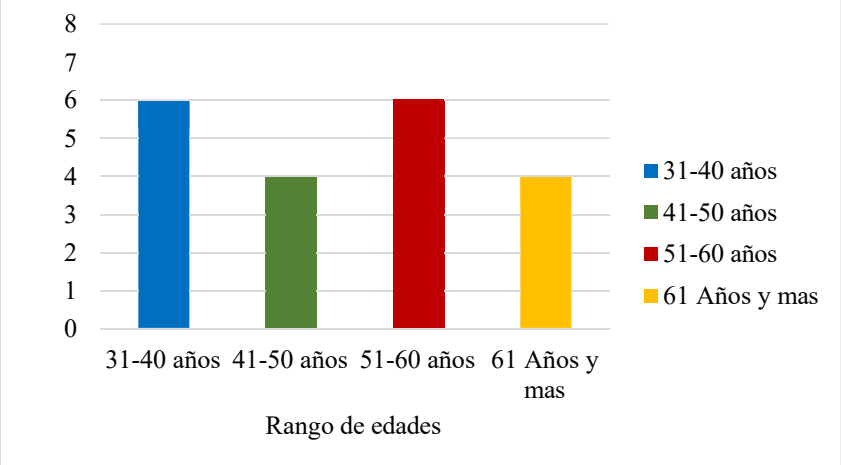


Figura 10. Rango de edades de los entrevistados.
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevistas

La actividad agrícola, de acuerdo a lo que se respondió en las entrevistas, se les fue trasmitidas por los padres desde que eran niños, y trabajaban en las mismas parcelas que ahora ocupan, ya que se les fueron heredadas, por lo que llevan en promedio más de 50 años de uso para la misma actividad (Figura 3).

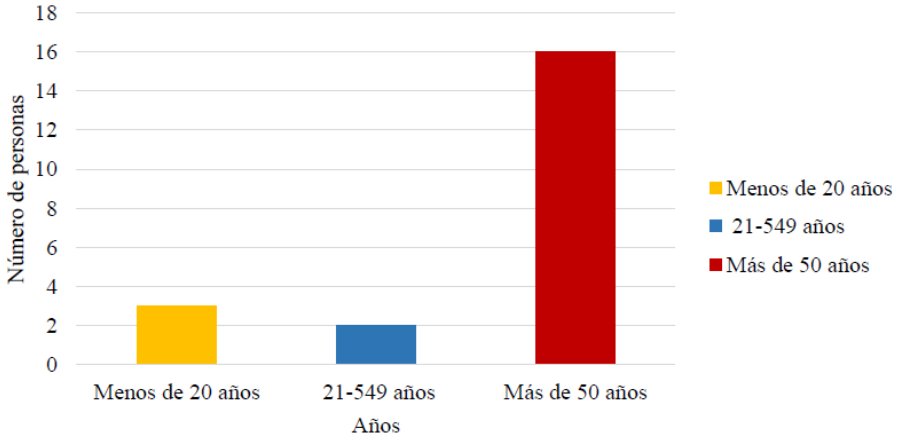


Figura 11. Tiempo de uso de las parcelas
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevistas

En la figura 4, se puede apreciar que el 38% de los entrevistados comentan que la superficie de sus parcelas es menos a una hectárea (ha), los entrevistados no tienen conocimiento de la superficie exacta de la parcela en la que siembran.

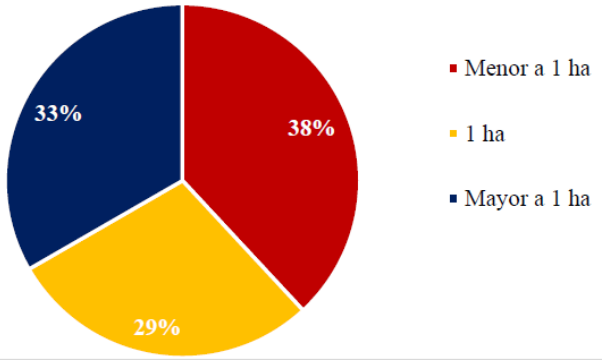


Figura 12. Superficie de las parcelas
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevistas

Lo anterior nos indica que los entrevistados son pequeños productores, que siembran en cantidades para consumo de sus familias (autoconsumo). Mencionan también que quisieran sembrar más, pero las condiciones económicas no se los permite, ya que los insumos para las actividades están subiendo de precio.

Los cultivos que los entrevistados tienen en sus parcelas son principalmente maíz, el frijol y calabaza, pero también tienen frutales como la manzana y el durazno.

El riego que utilizan los productores es el riego por gravedad, utilizan dos riegos por ciclo y en promedio por cada riego tiene un costo de $ 269.50, por lo que en total para el riego de sus cultivos los productores gastan $ 538.00.

En los cultivos que se encuentran en el socioecosistema, de acuerdo a los que comentaron los entrevistados, hasta hace unos años no tenían o no veían una afectación por estas, pero en

los últimos años han detectado que han tenido mayores pérdidas por el gusano cogollero o gallina ciega, por lo que es una de las plagas principales en el cultivo de maíz .

El 76% de los entrevistados mencionaron que como la producción que obtienen es para autoconsumo, la mano de obra que utilizan la realización de las labores culturales en sus parcelas es familiar, principalmente de la pareja e hijos, aunque mencionan que la participación de estos último es poca, debido a que estudian o se van a trabajar a otros lugares y no tienen tiempo o simplemente ya no tienen interés por trabajar en el campo.

El 24% de los entrevistados menciona que la mano de obra que utilizan es por contrato ya que la participación de su familia es nula o muy poca en las labores culturales y tienen que contratar jornales para la realización de estas.

De los productores entrevistados 14 de ellos hacen referencia que han tenido problemas con el agua que utilizan para el riego de sus cultivos y para cubrir las actividades diarias en su hogar. En la figura 5, se puede observar el tipo de problema que los entrevistados mencionaron, el mayor problema es la privatización.

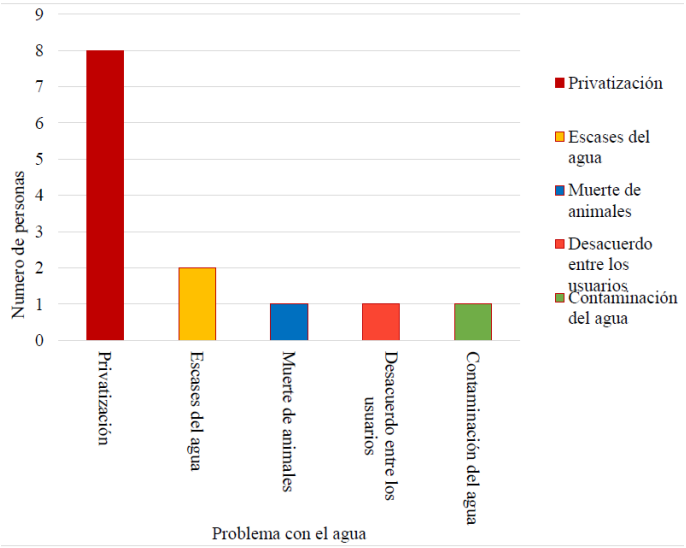


Figura 13. Tipos de problemas con respecto al uso del agua
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevistas

Modelación del sociecosistema Denjhi con la metodología PARDI

El análisis de las encuestas permitió identificar los diferentes actores y recursos que interactúan en el socioecosistema Denjhi y para poder esquematizarlo y visualizar la principal problemática encontrada, se siguió la metodología PARDI.

Paso 1.- Definición de la problemática. : De acuerdo con la metodología la problemática encontrada es los escases y privatización del agua. En las entrevistas realizadas el agua que los productores utilizan para la producción agrícola ya se encuentra contaminada, esto a causa de las empresas que se encuentra en la periferia del municipio ya que desbordan sus residuos en los ríos y presas que abastecen de agua a la región.

Paso 2.- Identificación de los actores: Los actores identificados (Figura 6) en el socioecosistema Denjhi son los siguientes:

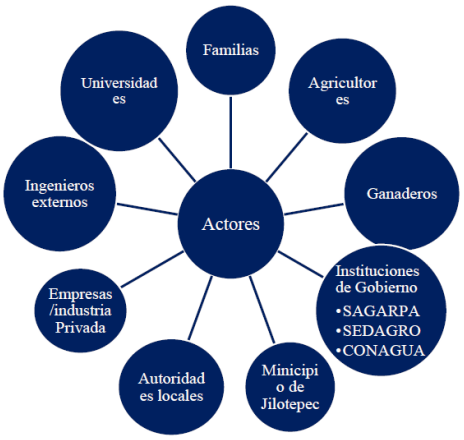


Figura 14. Actores del sociecosistema Denjhi.

Fuente: Elaboración propia

Paso 3.- Identificación de los recursos: Los recursos dentro del socioecosistema Denjhi (Figura 7) van desde el clima, suelo, hasta la fauna silvestre, entre otras, los cuales cada uno de ellos interactúa para modificar o mantener al socioecosistema.

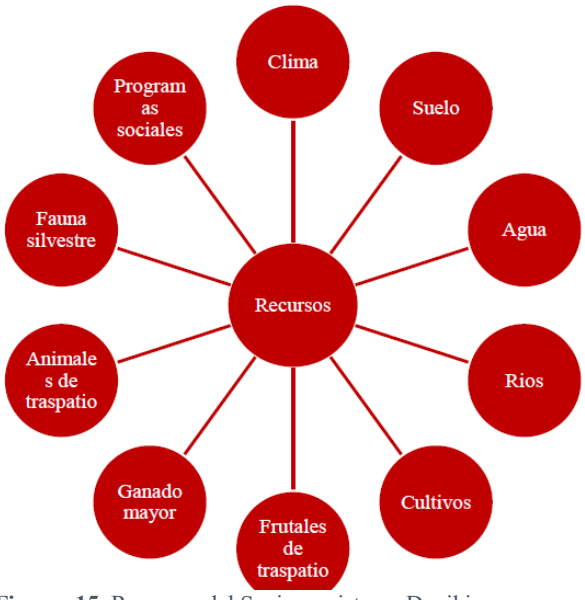


Figura 15. Recursos del Socioecosistema Denjhi.
Fuente: Elaboración propia

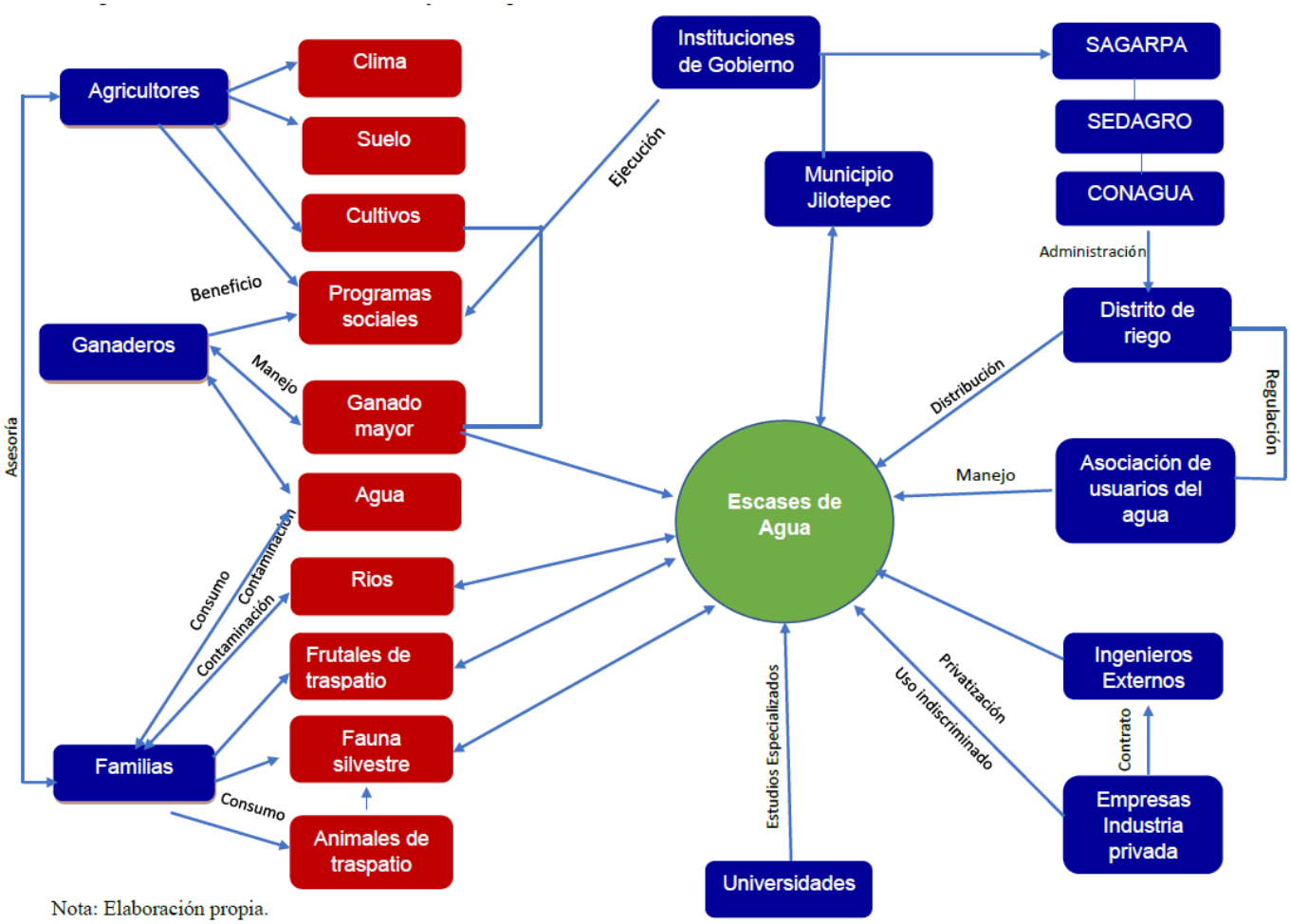
Paso 4.- Caracterización de las Dinámicas: Se identifica cual es el proceso que afectan a la problemática y que tienen interacción con los actores detectados.

Las dinámicas estarán representadas con flechas y anotaciones de la dinámica que señalan entre actores o entre recursos.

Paso 5.- Caracterización de las interacciones: Las interacciones del socioecosistema se identificarán con una flecha y un indicador que explique dichas interacciones.

Una vez identificado todos los pasos se representan en un diagrama (imagen 3) para una mejor comprensión de los mismos.

En la Figura 8, se muestran las dinámicas e interacciones que se identificaron en el socioecosistema Denjhi.



Nota: Elaboración propia.

Figura 16. PARDI del socioecosistema Denjhi, Jilotepec, Estado de México.
Fuente: Elaboración propia

Discusión

Una vez que se realizó la esquematización del socioecosistema Denjhi, de acuerdo con la metodología PARDI, en el trabajo de campo se puede observar lo siguiente:

El aprovechamiento del agua en otras actividades como la producción de peces en estanques, aunque esta actividad se da por iniciativa propia y para consumo familiar, se han ido interesando más, ya que es una actividad que pueden llevar a cabo sin afectar el ecosistema porque no contaminan los cuerpos de agua naturales, sino que se aprovecha el agua de lluvia evitando también, introducir especies exóticas a la región.

Esta actividad nos indica un cambio en la dinámica que existía entre los estanques y los productores, que era la de almacenar agua para los animales de traspatio que tuvieran y el uso para actividades agrícolas a la de desarrollar una nueva actividad dentro del socioecosistema, la acuícola.

Dentro de la región esta actividad no es nueva, la producción acuícola se lleva a cabo en la Presa Danxhó, en la presa de Huapango y bordos, donde se produce carpa (Ciprinus carpio) y tilapia (Oreochromis sp) para autoconsumo y para venta a nivel local (Gobierno municipal de Jilotepec, 2022).

Dichos estanques esta elaborados de manera rustica y no presentan ningún tipo de tecnología (geomembranas y bombas especiales), los mismos productores realizan la limpieza y cambio de agua de la misma. La producción acuícola es poca dentro del socioecosistema ya que no cuentan con la asesoría técnica adecuada para una producción de forma intensiva y mejor aprovechamiento.

La agricultura en el socioecosistema se ha llevado a cabo por trasmisión de conocimiento de los padres a hijos y la maquinaria que utilizan es la misma de la generación anterior, los arados de mancera que aun utilizan para realizar las labores culturales, los productores comentan que no han podido adquirir maquinaria por falta de apoyo de gobierno al campo y porque la producción que obtienen en sus parcelas no es para venta, sino para autoconsumo, por lo que no se obtienen ganancias que permitan hacer el cambio.

También se pudo observar que en los árboles frutales de traspatio de los productores tienen plagas y enfermedades que no son controladas, y por esta razón la producción que obtienen es poca.

En los hogares se puede observar que la fruta se queda tirada debajo del árbol y al hacer mención de lo observado, se comenta que no le dan algún tratamiento a esta fruta, solo que queda ahí. Dos de los productores mencionan que de la fruta que se encuentra en el suelo la utilizan para alimentar a su ganado y la que se recolecta del árbol la hacen en dulce, pero igualmente solo para la familia.

También se pudo observar que existen huertas de frutales, además de árboles frutales de traspatio mencionados anteriormente, principalmente manzana, que es utilizado para la venta a nivel regional, como lo mencionan tres de los entrevistados, quienes tienen esta actividad como una de las fuentes de ingreso económico familiar.

Además de la producción agrícola, el socioecosistema tiene potencial para la producción de plantas silvestres como quelites, para su aprovechamiento como cultivo comercial y consumo familiar.

También dentro del socioecosistema existen plantas medicinales, que son silvestres o que las amas de casa las cultivan para el uso en la familia, se encuentra, por ejemplo, la manzanilla, el epazote, el cedrón, entro otras. El conocimiento del uso de estas plantas al igual que en la agricultura, es trasmitido de generación en generación de las madres a las hijas, quienes son las que esta al cuidado de los hijos y en general de la familia.

Conclusiones

Como se precisó en el presente trabajo, el estudio de una problemática no solo debe verse desde la perspectiva de una disciplina o teoría, sino desde el punto de vista de un conjunto de disciplinas que puedan dar desde su teoría una solución a dicho problema.

Se detectó que dentro del socioecosistema Denjhi uno de los problemas más sobresalientes son los problemas que existen en torno al uso del agua, en el cual los actores principales son los productores quienes utilizan el agua para la producción agrícola y las familias para quienes el agua es vital en sus actividades diarias.

La detección de la problemática del socioecosistema Denjhi, permite tener claridad el tipo de interacciones que se encuentran en el socioecosistema para poder dar con mayor precisión soluciones desde una perspectiva multidisciplinaria.

También se puede concluir que existe una falta de asesoría técnica que permita comercializar lo producido, tales como frutales y hortalizas, y que el socioecosistema tenga un impulso hacia la industrialización y tecnificación, además que impulse tecnologías para la producción de lombricompostas y humus de lombriz para el beneficio de la producción local y para la comercialización.

Así mismo el socioecosistema y sus actores han determinado llevar a cabo la protección de flora y fauna que se encuentra en el mismo, sin embargo, se detectó que existe depredación, caza ilegal y deforestación de especies valiosas tanto vegetales como animales, lo que indica que este es otro de los problemas con los que se enfrenta el socioecosistema en el cual las instituciones gubernamentales (como CONABIO y SEMARNAT) así como las Instituciones de Educación Superior como Universidad Autónoma Chapingo (UACh), tienen un gran compromiso para solventar las demandas del socioecosistema por medio de sus profesionistas poniendo en práctica sus conocimientos para beneficio del socioecosistema.

Dentro del socioecosistema existen las condiciones para la producción de peces en estanques rústicos de geomembrana y que los cuales pueden ser mejorados para llevar a cabo una producción de manera intensiva para el autoconsumo y comercialización, ya que es un alimento que provee proteínas alimenticias y es complemento en la alimentación de los actores que se encuentran en el socioecosistema.

LITERATURA CITADA

Revistas

Abigaïl Fallot, J. F. (2014). Sistemas socio-ecológicos: Un enfoque integral para comprender las interacciones de los seres humanos y la naturaleza. Experiencia de modelación participativa en tres territorios de América Latina. Revista Virtual REDESMA, 7(August 2016).

Álvarez Sánchez, M. E., López Alfaro, R. L., & Torres Carral, G. A. (2018). Participación en un socioecosistema complejo de la Sierra Norte de Puebla, México, con resoluciones sistémicas comunitarias. Tla-Melaua. Revista de Ciencias Sociales, 12(44), 162–163. https://doi.org/10.32399/rtla.12.44.597.

Ávila Foucat, V. S., & Espejel, I. (2020). Resiliencia de socioecosistemas costeros. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, Facultad de Ciencias, DGAPA. https://doi.org/978-607-30-3152-3.

CONACYT. (2021). Programas Nacionales Estratégicos Sistemas Socioecológicos y Sustentabilidad (Pronaces SSyS).

González Cruz, M. G. (2012). El Socioecosistema. ¿Como Vez?, 163, 34–34.

Rendon A., D. X., & Monroy A., K. F. (2017). Análisis de sustentabilidad de socioecosistemas con cultivos de café (Coffea arabica). Estudio de caso en los municipios de Rosas (Cauca) y Florencia (Caquetá). Universidad de Manizalez. Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas.

Salas-Zapata, W. A., Ríos-Osorio, L. A., & Castillo, J. A. del. (2011). Bases conceptuales para una clasificación de los sistemas socioecológicos de la investigación en sostenibilidad. Revista Lasallista de Investigación, 8(2).

Sanz Menéndez, L. (2003). Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes.

Uribe Castro, H. (2014). De ecosistema a socioecosistema diseñado como territorio del capital agroindustrial y del Estado-nación moderno en el valle geográfico del río Cauca, Colombia. Revista Colombiana de Sociología, **37(2).**

Libros

Arias Velázquez, H. F., Robledo y Monterrubio, M. S., & López Rodríguez, R. S. (2021). Producción de ahuautle como alimento prehispánico en el socioecosistema Lago Nabor Carrillo. Comité de Acción para el Saneamiento del Ambiente.

Tesis

Rodriguez Lopez, R. S. (2021). Reproducción EX-SITU de chinches productoras de ahuautle para la conservación de las dinámicas ambientales y económicas del socioecosistema lago Nabor Carrillo, San Cristobal Nexquipayac, Edo. México. Universidad Autonoma Chapingo.

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de Octubre 2025

Análisis económico de la rentabilidad del mezcal en nombre de Dios, Durango, México

Ignacio Orona Castillo[1], Joaquín Osornio Córdova[1*], Tomás Juan Álvaro Cervantes Vázquez[1] , Héctor Manuel Loera Gallegos[2]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED, Domicilio Conocido Ejido Venecia, Dgo.
[2]Facultad de Ciencias Forestales, UJED. Durango, Dgo.
Email: cordova261958@gmail.com

Resumen

Este estudio evaluó la rentabilidad económica de la agroindustria mezcalera en Nombre de Dios, Durango, mediante el análisis financiero de un lote comercial de 10 toneladas de agave cenizo (*Agave durangensis*) procesado en la destiladora SPR de RL "Tradiciones mezcaleras". La metodología comprendió el registro de los costos de producción a lo largo de toda la cadena de valor (materia prima, transporte, mano de obra, leña, cocción, fermentación, destilación y envasado) y el cálculo de indicadores financieros a partir de la venta del producto final. Como resultado, la materia prima procesada rindió 676 litros de mezcal joven (38° Alc. Vol.), fraccionados en 901 botellas de 750 ml. Los costos totales de producción ascendieron a $119,690 MXN, donde el envasado ($36,040 MXN) y la adquisición de agave ($50,000 MXN) representaron los mayores egresos. Al fijar un precio de venta de $300 MXN por botella, los ingresos totales alcanzaron $270,300 MXN, generando un ingreso neto de $150,610 MXN. El indicador Beneficio/Costo (B/C) resultante fue de 2.26, lo que demuestra que por cada peso invertido se recuperan $2.26, representando una tasa de ganancia del 126 %. Se concluye que la producción de mezcal en la región es una actividad altamente viable y rentable que dinamiza la economía rural; no obstante, su sostenibilidad financiera a largo plazo requiere articular este crecimiento comercial con programas institucionales de reforestación para mitigar la presión sobre las poblaciones silvestres de agave.

Palabras clave: Costos de producción, ingresos netos

Abstract

This study evaluated the economic profitability of the mezcal agro-industry in Nombre de Dios, Durango, through a financial analysis of a commercial batch of 10 tons of *Agave durangensis* (agave cenizo) processed at the "Tradiciones Mezcaleras" SPR de RL distillery. The methodology involved directly recording production costs across the entire value chain—including raw materials, transport, labor, firewood, operations, and bottling—and calculating financial indicators based on the sale of the final product. The processed raw material yielded 676 liters of *joven* (young) mezcal (38% ABV), bottled in 901 units of 750 ml. Total production costs amounted to MXN $119,690, with bottling (MXN $36,040) and agave acquisition (MXN $50,000) representing the largest expenses. With a set selling price of MXN $300 per bottle, total revenue reached MXN

$270,300, generating a net income of MXN $150,610. The resulting Benefit-Cost (B/C) ratio was 2.26, indicating a return of MXN $2.26 for every peso invested—a profit rate of 126%. The study concludes that mezcal production in the region is a highly viable and profitable activity that stimulates the rural economy; however, ensuring long-term financial sustainability requires aligning this commercial growth with institutional reforestation programs to mitigate pressure on wild agave populations.

Keywords: Production costs, net income

Introducción

La Denominación de Origen del Mezcal (DOM) es un distintivo utilizado en México para el reconocimiento de un producto originario de una región específica, cuya calidad y características se deben únicamente al medio en el que se desarrollan. Al ser un tipo de indicación geográfica con un vínculo estrecho con el lugar de origen, las Denominaciones de Origen (DO) han generado un interés creciente, debido a que favorecen el desarrollo y crecimiento económico, sobre todo en las localidades marginadas que desarrollan una actividad en específico, (COMERCAM,2023).

De acuerdo a esta declaración solo ciertos estados del país pueden producir esta bebida; a la fecha, once estados de la República Mexicana cuentan con territorios protegidos a través de esta DO: Oaxaca, Guerrero, Michoacán, San Luis Potosí, Durango, Puebla, Tamaulipas, Zacatecas, Aguascalientes, Estado de México y Morelos, estos tres últimos estados recientemente incluidos en agosto de 2018 (DOF, 2018a, 2018b, 2018c).

De acuerdo al Consejo Mexicano para la Regulación de la Calidad del Mezcal (COMERCAM, 2024), la producción de mezcal en México ha tenido un auge importante; la producción nacional en el período 2011-2023 pasó de 980 mil litros a 12,239 millones de litros. El estado de Oaxaca concentra aproximadamente el 90.51% de la producción nacional de mezcal, superando el 83.5% reportado en 2016, lo que evidencia el crecimiento y consolidación de esta entidad como líder en la producción mezcalera en México.

En el estado de Durango, la cadena productiva del mezcal, se encuentra en un bajo grado de desarrollo. Sin embargo, en algunas regiones, la elaboración de mezcal representa una fuente de ingresos económicos muy importante y en ocasiones la única, (Barraza *et al*, 2014).

El aprovechamiento del maguey cenizo (Agave durangensis) dentro del Ejido Nicolás Romero y Nombre de Dios, Durango data desde la fecha de dotación de tierras en el año de 1970; aunque cabe aclarar que esto sólo se daba de manera doméstica, no existían vinatas que consumieran cantidades considerables de materia prima para una explotación comercial (Loera et al., 2018).
Es hasta finales de la década de los setenta, cuando se establecen algunas plantas productoras de mezcal en la región, las cuales consumían y acaparaban la producción de maguey cenizo, básicamente para la producción de bebidas como es el mezcal, (García, 1998).

A partir de 1970 la actividad mezcalera en la región de Nombre de Dios, Durango ha evolucionado hacia un esquema de aprovechamiento intensivo del maguey cenizo, lo cual se ve reflejado en la Figura 1. El incremento en la demanda de productos derivados del agave ha provocado una mayor presión sobre las poblaciones naturales de esta especie, situación que ha sido documentada por (Casas *et al.,* 2014).

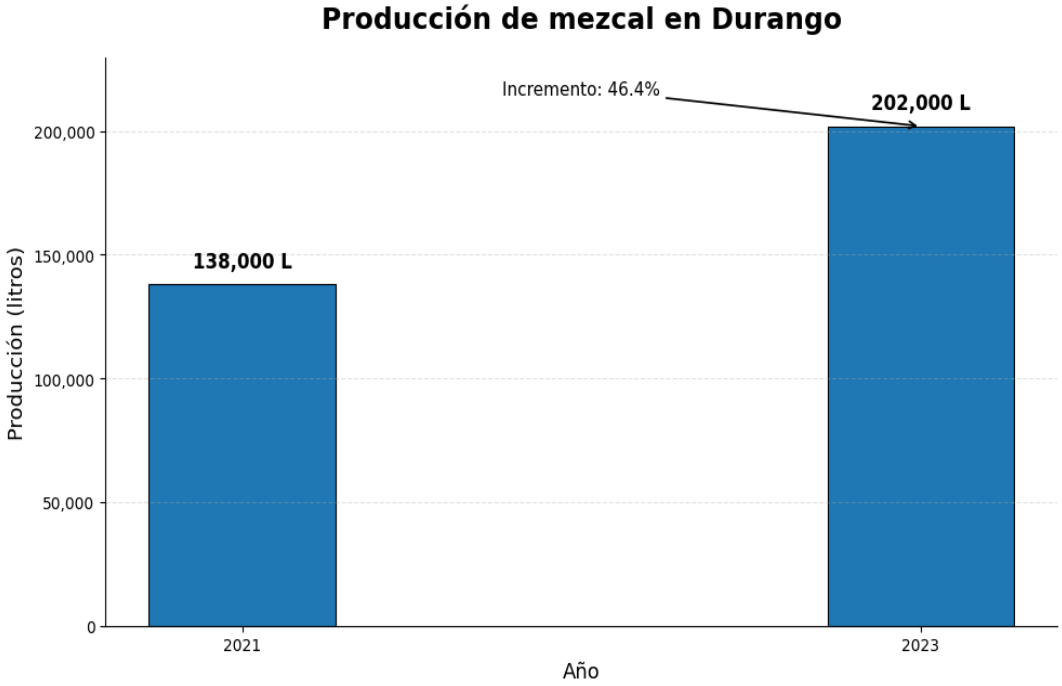


Figura 1. Producción de mezcal en Durango

Para impulsar la producción de mezcal, SAGARPA ha destinado recursos para equipar las plantas procesadoras de los municipios de Durango, Mezquital y Nombre de Dios; así como para el equipamiento de vinatas artesanales que fueron totalmente equipadas y que hasta la fecha, están produciendo mezcal de buena calidad.

Aunado a esto, la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) ha ejecutado proyectos dirigidos a la producción de plántula de agave para replantar y promover la sostenibilidad del Agave en la región, y también la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente ha participado con el Programa Reforestando Durango, con la donación de plántula de agave para la producción de mezcal.

Ante el panorama descrito, el objetivo de este estudio se orientó a determinar la rentabilidad de la producción de mezcal en una de las plantas destiladoras de mezcal ubicada en Nombre de Dios Durango, denominada SPR de RL "Tradiciones mezcaleras", que inicio sus operaciones desde principios de los años 1970, impulsada por programas de subsidio en apoyo a la producción de mezcal por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) para proyectos productivos en el sector rural.

Con base a los antecedentes descritos el propósito del presente escrito fue realizar un análisis económico de la producción del mezcal industrial desde la producción de materia prima, su jima, transportación, cocción, fermentación y destilación hasta el embotellado del mismo y determinar si han sido benéficos los recursos destinados al fortalecimiento del mezcal en Durango.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en una de las plantas productoras de mezcal del municipio de Nombre de Dios, Durango, donde se estableció contacto a través de investigadores de la Facultad de Ciencias Forestales por parte de investigadores de la Facultad de Agricultura y Zootecnia y en conjunto se realizó un proyecto de Trazabilidad del Mezcal para determinar la autenticidad del producto.

Dentro de la información recabada en campo en cada etapa del proceso se aprovecho para elaborar un registro de costos de producción a lo largo de toda la cadena, hasta llegar a la obtención del producto final, donde se determinó para un lote de diez toneladas de mezcal crudo, la producción total en litros de mezcal, cuya venta generó un total de ingresos que por diferencia entre estos y los costos totales, se determinó el ingreso neto de dicha producción y el indicador de rentabilidad obtenido fue la relación beneficio costo, que indica por cada peso invertido cuantos pesos se recuperan. Enseguida se definen y describen los cálculos realizados

Costos de producción

- Costos fijos: Gastos que no cambian si produces más o menos (renta, sueldos fijos).
- Costos variables: Gastos que suben o bajan según la cantidad que produces (materia prima, luz por uso).
- Fórmula: Costos Totales = Costos Fijos + Costos Variables.

Ingresos totales

- Dinero total que entra por vender tus productos o servicios.
- Fórmula: Ingresos Totales = Cantidad vendida × Precio de venta.

Ingresos netos (Beneficio neto o utilidad)

- Ganancia real que te queda después de pagar todos los gastos.
- Fórmula: Ingresos Netos = Ingresos Totales - Costos Totales.

Relación beneficio-costo (B/C)

- Mide cuánto ganas por cada moneda que gastas.
- Fórmula: Relación B/C = Ingresos Totales / Costos Totales.
- Resultado: Si es mayor a 1, el proyecto es rentable. Si es menor a 1, pierdes dinero.

Resultados y discusión

La destiladora bajo estudio produce su propia materia prima, es decir, *Agave duranguensis*. Sin embargo, en este estudio para definir el costo del kilogramo de piña de mezcal cruda y madura lista para cocción y producción de mezcal se investigó su precio en la región y fue de cinco pesos el kilo.

El costo de transportación de la piña cruda utilizada en la cocción fue de seis mil pesos resultado de dos viajes de cinco toneladas cada uno a razón de tres mil pesos el viaje. La cantidad de leña utilizada para llevar el horno revestido con piedra volcánica a una temperatura de entre 500 y 600 grados centígrados donde se cocieron las diez toneladas de mezcal fue de una tonelada y media. Por tanto, el costo total de este combustible ascendió a 2,250 pesos, ya que el kilo de leña fue de un peso.

La mano de obra requerida para el acomodo, tapado y destapado del horno de cocción fue de seis jornales a razón de 300 pesos el jornal, por lo que el costo total fue de 1,800 pesos. El tiempo de cocción del mezcal es de 72 horas.

Una vez cocido el mezcal, se despedaza en trozos que permitan su molienda, extracción de jugo y vaciado del jugo en alambiques de acero inoxidable grado alimenticio para su fermentación durante un período de siete días. La mano de obra utilizada en estas actividades es de diez jornales, a razón de 300 pesos el jornal, suma un total de 3,000 pesos.

Los gastos de operación de maquinaria en molienda, extracción de jugo y fermentación estimados ascienden a 1,000 pesos.

Una vez concluido el fermentado del mezcal se pasa a destilación; cabe mencionar que se destila dos veces, por lo que se utilizan dos jornales diarios por un período de doce días que tarda para destilar el lote completo de diez toneladas se utilizan 24 jornales a razón 300 pesos, da un costo total de 7,200 pesos.

La leña utilizada para la destilación del mezcal por los doce días asciende a 1,200 kilos, a razón de un peso por kilo suma un total de 1200 pesos en combustible.

El estandarizado, embotellado y etiquetado del mezcal para venta, constituyen las actividades últimas comprendidas en este proceso de estimación de rentabilidad del mezcal. La obtención en litros totales que representa un lote inicial de diez toneladas de mezcal crudo se traduce en 676 litros, mismos que son envasados en botellas de vidrio con capacidad de 750 ml, traduciéndose en un total de 901 botellas de mezcal joven, también llamado blanco o cristalino de 38 grados de alcohol.

El costo total de una botella de cristal con tapón y etiqueta es de 40 pesos que multiplicados por 901 botellas arroja un costo de 36,040 pesos.

La mano de obra utilizada en el envasado y etiquetado del mezcal es de dos jornales por dos días a razón de un pago de 300 pesos el jornal, el costo de esta actividad asciende a 1200 pesos.

Los costos totales de producción que resultan del procesamiento de un lote de diez toneladas de mezcal crudo ascienden a 119,690 pesos.

Determinados los costos totales, los ingresos totales se obtienen de multiplicar el total de botellas de mezcal de 750 ml (901) por el precio de venta de cada una (300 pesos); es decir, un total de 270,300 pesos.

Por tanto, los ingresos netos totales obtenidos son de 150,610 pesos, que resultan de restar a los ingresos totales los costos de producción totales.
La relación Beneficio Costo estimada en la producción de mezcal para esta zona es de 2.26, lo que significa que por cada peso invertido se recuperan 2.26 pesos situación que indica que la producción de mezcal es una actividad rentable para el productor, y por lo tanto la tasa de ganancia obtenida es del 126 por ciento.

Conclusiones

La producción de mezcal en Nombre de Dios, Durango, constituye una actividad económicamente rentable bajo las condiciones analizadas en la planta SPR de RL "Tradiciones Mezcaleras". Para un lote de 10 toneladas de mezcal crudo, se determinaron costos totales de producción de $119,690, mientras que los ingresos obtenidos por la venta del producto alcanzaron $270,300. Esta diferencia generó un ingreso neto de $150,610, lo que demuestra que los ingresos obtenidos superan de manera considerable los costos involucrados en el proceso productivo.

El indicador beneficio-costo confirma la viabilidad económica de la producción de mezcal. La relación beneficio-costo obtenida fue de 2.26, lo que significa que por cada peso invertido en el proceso productivo se recuperan $2.26. De acuerdo con el criterio utilizado en el estudio, al ser este indicador superior a uno, la actividad puede considerarse rentable. Asimismo, se obtuvo una tasa de ganancia del 126 %, resultado que confirma la conveniencia económica del proceso analizado.

El proceso de transformación del agave en mezcal incorpora diversos componentes que determinan el costo final de producción. Entre ellos destacan la materia prima, el transporte, el consumo de leña, la mano de obra, la molienda, la fermentación, la destilación y, particularmente, las actividades de estandarización, embotellado y etiquetado. En el caso analizado, el procesamiento de las 10 toneladas de materia prima permitió obtener 676 litros de mezcal, equivalentes a 901 botellas de 750 ml.

El embotellado y la presentación comercial representan un componente importante dentro de la estructura de costos. El costo de las botellas de vidrio, tapón y etiqueta ascendió a $36,040 para las 901 unidades obtenidas, cantidad que representa una parte significativa de los costos totales de producción. Esto evidencia que la rentabilidad del mezcal no depende exclusivamente de las actividades agrícolas y de transformación, sino también de las condiciones bajo las cuales se presenta y comercializa el producto terminado.

La producción de mezcal representa una alternativa económica relevante para las comunidades productoras de Nombre de Dios, Durango, por ello, el fortalecimiento de esta actividad puede

contribuir al desarrollo económico de las zonas rurales vinculadas con la producción de agave y mezcal.

La rentabilidad económica debe acompañarse de estrategias orientadas a la disponibilidad y sostenibilidad de la materia prima. El incremento de la demanda de productos derivados del agave ha generado una mayor presión sobre las poblaciones naturales de Agave durangensis. Ante esta situación, en la región se han desarrollado acciones de producción y replantación de agave mediante programas institucionales, lo que evidencia la necesidad de vincular el crecimiento económico de la actividad mezcalera con el mantenimiento de la disponibilidad futura del recurso. Finalmente, el análisis económico realizado demuestra que la producción de mezcal en la planta estudiada presenta condiciones favorables de rentabilidad, ya que el ingreso neto de $150,610 y la relación beneficio-costo de 2.26 evidencian que los ingresos generados permiten recuperar la inversión y obtener una ganancia adicional. Por lo tanto, bajo las condiciones productivas y comerciales analizadas, la elaboración de mezcal constituye una actividad económicamente viable en Nombre de Dios, Durango.

Literatura citada

Barraza S, S., Domínguez C, P.A., Montiel A. E., Návar Ch. J. y Díaz V. M.A. 2014. La producción de mezcal en el municipio de Durango. Revista Ximhai, Julio - Diciembre, 2014/Vol. 10, Número 6 Edición Especial Universidad Autónoma Indígena de México. Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa.

Casas, A., Parra, F., & Blancas, J. (2014). Evolution of sustainable management of plant resources in Mexico. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 10(1), 1–20.

Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A. C. (2023). *Informe estadístico 2023*. Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal. https://comercam-dom.org.mx/wp-content/uploads/2023/05/INFORME-2023_PUBLICO.pdf

Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A. C. (2024). Informe estadístico 2024. https://comercam-dom.org.mx

DOF. 2018a. Resolución por la que se modifica la declaración general de protección de la denominación de origen mezcal. Aguascalientes. http://dof.gob.mx/nota-detalle.php?codigo=5534192&fecha=08/08/2018.

DOF. 2018b. Resolución por la que se modifica la declaración general de protección de la denominación de origen mezcal: Estado de México. http://www.dof.gob.mx/nota-detalle.php?codigo=5534193&fecha=08/08/2018.

DOF. 2018c. Resolución por la que se modifica la declaración general de protección de la denominación de origen mezcal. Morelos. https://www.dof.gob.mx/nota-detalle.php?codigo=5534294&fecha=09/08/2018.

García Mendoza, A. 1998. Con sabor a maguey. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., 114 pp.

Loera-Gallegos, Héctor Manuel; Corral-Rivas, José Javier; Montiel-Antuna, Eusebio; Solís-Moreno, Raúl; Chávez-Simental, Jorge Armando, y González-Cervantes, Guillermo. (2018). Calidad de sitio para Agave durangensis Gentry en la Sierra de Registrillo,

Durango. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 9(6), 1171-1180. https://doi.org/10.29312/remexca.v9i6.1582

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de Octubre 2025

Evaluación económica de la producción de fresa en macrotúnel en el estado Guanajuato, México

J. Martín González Elías[32*], Pérez Zavala, Ma. de Lourdes[3]. Orsohe Ramírez Abarca[33], Esther Figueroa Hernández[4],

RESUMEN

El cultivo de la fresa en México comenzó a consolidarse a mediados del siglo XX en el estado de Guanajuato, es decir, a partir de 1950 adquirió una mayor importancia. Pero sus registros oficiales de superficie cosechada de fresa en macrotúnel se iniciaron hasta el 2014. La superficie cosechada de fresa en agricultura protegida para el año 2025 representó el 51.7% del total nacional y dentro de esta la producción en macrotúnel represento el 47.6%. Para el periodo 2021 al 2025 tuvo crecimiento de 14.9% de acuerdo con su tasa media de crecimiento anual (TMCA). En esta investigación se tienen como objetivo evaluar la rentabilidad económica de la producción de fresa en macrotúnel en el Estado de Guanajuato. La metodología empleada ~~utilizada~~ se fundamenta en el calculó de los indicadores de evaluación económica de proyectos de inversión como el Valor Actual Neto (VAN); Relación Beneficio Costo (B/C); Tasa Interna de Retorno (TIR) con una tasa de actualización del 16.41%. Donde el VAN obtenido fue de 2,797,055 pesos, la B/C de 1.19pesos y la TIR de 66.13% lo que indica el resultado de cada uno de ellos, que la producción o el negocio es rentable. Por lo tanto, el cultivo de la fresa en macrotúnel es costoso por su inversión, pero rentable para los agricultores del estado de Guanajuato, como lo muestran los indicadores obtenidos. El análisis de sensibilidad muestra mayor sensibilidad a la disminución del ingreso, que, a los incrementos de los costos, siendo una oportunidad de negocio.

Palabras clave: fresa, rentabilidad, indicadores económicos, macrotúnel.

ABSTRACT

Strawberry cultivation in Mexico began to gain a foothold in the state of Guanajuato during the mid-20th century; specifically, it became increasingly important from 1950 onwards. However, official records regarding the harvested area of strawberries grown in high tunnels did not begin until 2014. By 2025, the harvested area of strawberries under protected agriculture accounted for 51.7% of the national total, with high-tunnel production representing 47.6% of that figure. Between 2021 and 2025, the sector experienced 14.9% growth, based on the Compound Annual Growth Rate (CAGR). This study aims to evaluate the economic profitability of high-tunnel strawberry production in the state of Guanajuato. The methodology is based on calculating economic evaluation indicators for investment projects, such as Net Present Value (NPV), Benefit-Cost Ratio (B/C), and Internal Rate of Return (IRR), using a discount rate of 16.41%. The results showed an NPV of 2,797,055 pesos, a B/C ratio of 1.19, and an IRR of 66.13%, all indicating that the production operation—or business—is profitable. Therefore, while high-tunnel strawberry

32* [3]Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Vida. Km 9 carretera Irapuato, Silao, Ex Hda. El Copal, Irapuato, Gto., 36500, México. Email: mgonzaleze@ugto.mx y mlperez@ugto.mx
33, 4 Universidad Autónoma del Estado de México. Profesor de Tiempo Completo. Centro Universitario de Texcoco. Avenida Jardín Zumpango S/N, Fraccionamiento el Tejocote. Texcoco, Estado de México. Email: orsohe@yahoo.com y esfigue_3@yahoo.com.mx.

cultivation requires significant initial investment, it is profitable for farmers in Guanajuato, as evidenced by the calculated indicators; furthermore, sensitivity analysis reveals that the operation is more sensitive to revenue decreases than to cost increases, highlighting its potential as a business opportunity.

Keywords: strawberry, profitability, economic indicators, high tunne

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de la economía mexicana. El cultivo de la fresa en México comenzó a consolidarse a mediados del siglo XX en el estado de Guanajuato, es decir, a partir de 1950 adquirió una mayor importancia, debido a las exportaciones hacia Estado Unidos de Norteamérica.

La fresa, conocida como la reina de las bayas, es apreciada por su color rojo brillante, textura jugosa y sabor refrescante, en el 2025 tuvo un consumo anual per cápita de 2.9 kg. Del 2018 al 2023 se incrementó en 35.0% su producción. México fue el quinto productor mundial durante 2023 y 2024 aportando el 5.9% de la producción total. *(*Este cultivo generó en el país el 1.14% del PIB agrícola en 2016 y el 2.4% en el 2024, además de ser un importante producto de exportación (*Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2025).*

La tecnología de la agricultura protegida la integra la producción en invernadero, maya sombra o casa sombra, macrotúnel, microtúnel, techo sombra y pabellón que para México son una alternativa de alta productividad *(SIAP, 2024)* y tiene sus inicios en los 90s con invernaderos de cristal importados de Holanda (Castellanos y Camacho, 2016).

Se iniciaron los registros oficiales de superficie cosechada en macrotúnel o maya sombra hasta el año 2014. Sin embargo, de acuerdo con los datos con que cuenta el Consejo Nacional de la Fresa A.C. en el estado de Michoacán se cuenta con un total de 4,325 ha cultivadas con fresa, de las cuales 3,100 hectáreas se encuentran bajo la tecnología de macrotúnel, en las cuales el rendimiento supera las 70.0 t. /ha. (González, 2015)

En la república mexicana la superficie cosechada de fresa en agricultura protegida para el año 2025 representó el 51.7% y bajo la tecnología de macrotúnel el 47.6% a nivel nacional (SIACON, 2026). El Cuadro l, muestra el promedió de la superficie cosechada en macrotúnel en México para el periodo 2021 al 2025 donde se tuvo crecimiento de 14.9% de acuerdo con su tasa media de crecimiento anual (TMCA), siendo Michoacán el principal productor con una superficie en promedio por año de 3,764.3 ha y un ritmo de crecimiento del 19.5% de acuerdo con su TMCA y Guanajuato ocupo el segundo lugar con 1,196.6 ha y una TMCA de 1.5%.

Cuadro l. Superficie cosechada de fresa en macrotúnel en México para el periodo 2021 al 2025 en ha.

Estado	2021	2022	2023	2024	2025	Promedio	%	TMCA
Aguascalientes	59.0	51.5	62.3	62.3	62.3	59.5	1.1	1.1
Guanajuato	1,136.4	1,139.2	1,225.7	1,259.5	1,222.0	1,196.6	22.5	1.5
Jalisco	117.0	280.0	328.0	328.0	330.0	276.6	5.2	23.0
México		15.0	15.0	20.0	30.0	20.0	0.4	14.9
Michoacán	2,236.0	2,686.5	2,789.0	5,653.0	5,456.9	3,764.3	70.8	19.5
Zacatecas	4.1	4.3	1.5	3.6	3.9	3.5	0.1	- 1.0
Total	3,552.5	4,176.5	4,421.5	7,326.4	7,105.1	5,316.4	100.0	14.9

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON, 2026.

Guanajuato con una superficie cosechada en promedio de 1,193.6 ha de fresa en macrotúnel distribuidas en 12 municipios, siendo el municipio de Irapuato el que encabeza con mayor superficie cosechada en promedio por año con 540 ha y representa el 43.3% del total estatal con un ritmo de crecimiento del 1.6% de acuerdo con su TMCA. Seguido del municipio de Tarandacuao que se ubica en la frontera con el estado de Michoacán. También está ubicado dentro de la región hidrológica Lerma-Chapala, a unos 154 kilómetros de la ciudad de Irapuato, con 414 ha cosechadas que representan el 34.7% del Estado, un ritmo de crecimiento de 1.2% anual. En tercer lugar, se ubica el municipio de Jaral del Progreso con 74.9 ha en promedio y un ritmo de crecimiento del 0.5%, como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Superficie cosechada de fresa en macrotúnel en Guanajuato para el periodo 2021 al 2025 en ha.

Municipio	2021	2022	2023	2024	2025	Promedio	%	TMCA
Manuel Doblado	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	5.0	-
Coroneo			6.0	8.0	8.0	7.3	0.6	5.9
Cortazar	13.0	13.0	15.0	16.0	16.0	14.6	1.2	4.2
Irapuato	517.0	520.0	545.0	560.0	560.0	540.4	45.3	1.6
Jaral del Progreso	74.2	74.2	74.2	76.0	76.0	74.9	6.3	0.5
León			42.5	42.5	5.0	30.0	2.5	-34.8
Purísima del Rincón	22.0	22.0	22.0	20.0	20.0	21.2	1.8	-1.9
San Francisco del Rincón	15.0	16.0	26.0	28.0	28.0	22.6	1.9	13.3
San José Iturbide	7.0	7.0	8.0	7.0	7.0	7.2	0.6	-
Santiago Maravatío	5.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.6	0.6	7.0
Tarandacuao	400.0	410.0	410.0	425.0	425.0	414.0	34.7	1.2
Valle de Santiago	8.2	10.0	10.0	10.0	10.0	9.6	0.8	4.0
Total	1,121.4	1,139.2	1,225.7	1,259.5	1,222.0	1,193.6	100.0	1.7

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON, 2026.

Las 5,316.4 h cosechadas de fresa en promedio por año en México en seis estados generan un valor de $5,678,260 miles de pesos en promedio por año del 2021 al 2025 y este tuvo un ritmo de crecimiento anual de 17.8% de acuerdo con su TMCA. Siendo Michoacán el que encabeza el primer lugar con un valor de 4,325,739 miles de pesos que representa el 76.9% del total nacional y tuvo un crecimiento anual de 22.4% superior al promedio nacional con 4.6% esto explica que tiene el primer lugar. Seguido de Guanajuato con $981,352 miles de pesos y representa el 17% del total nacional a un ritmo de crecimiento de 3.2% como lo señala la TMCA, Jalisco ocupa el tercer lugar con 5.3% del valor total y tuvo crecimiento anual de 10.4%, como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Valor de la producción de fresa en macrotúnel a nivel nacional del 2021-2025 (miles de pesos).

Estado	2021	2022	2023	2024	2025	Promedio	%	TMCA
Aguascalientes	55,181	47,779	52,932	48,723	57,245	52,372	0.9	0.7
Guanajuato	887,091	902,909	983,418	1,093,619	1,039,722	981,352	17.3	3.2
Jalisco	136,574	330,526	384,835	426,797	224,373	300,621	5.3	10.4
México		18,931	17,407	25,139	19,617	20,274	0.4	0.7
Michoacán	2,312,904	3,082,102	3,119,555	6,771,747	6,342,389	4,325,739	76.2	22.4
Zacatecas	2,376	2,208	798	2,117	2,285	1,957	0.03	-0.8
Total	3,394,126	4,384,455	4,558,945	8,368,142	7,685,631	5,678,260	100.0	17.8

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON, 2026

La producción estatal de fresa en Guanajuato generó un valor de $981,352 miles de pesos en promedio para el periodo de análisis, distribuido en 12 municipios, destacando Irapuato en primer lugar con $435,537 miles de pesos que representa el 44.4% del total estatal y tuvo un ritmo de crecimiento del 4.8%, seguido de Tarandacuao con $315,879 miles de pesos y con crecimiento descendente de 0.2% de acuerdo a su TMCA. En tercer lugar, lo obtuvo Manuel Doblado con $71,304 miles de pesos y su crecimiento fue de 0.4%, como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Valor de la producción de fresa en macrotúnel en los Municipios de Guanajuato 2021-2025 (miles de pesos)

Municipio	2021	2022	2023	2024	2025	Promedio	%	TMCA
Coroneo			1,839	2,479	8,875	4,398	0.4	37.0
Cortazar	9,053	9,759	13,201	14,603	7,888	10,901	1.1	-2.7
Irapuato	368,432	399,195	457,530	486,152	466,377	435,537	44.4	4.8
Jaral del Progreso	41,718	52,980	56,477	61,449	64,954	55,515	5.7	9.3

León			47,817	54,630	6,543	36,330	3.7	-32.8
Manuel Doblado	64,335	77,226	73,471	75,779	65,709	71,304	7.3	0.4
Purísima del Rincón	22,262	28,229	30,234	21,604	17,612	23,988	2.4	-4.6
San Francisco del Rincón	15,305	21,177	28,354	31,559	33,369	25,953	2.6	16.9
San José Iturbide	4,165	5,377	6,344	6,223	6,215	5,665	0.6	8.3
Santiago Maravatío	3,715	5,433	4,828	4,697	5,204	4,775	0.5	7.0
Tarandacuao	352,444	296,508	255,543	326,050	348,852	315,879	32.2	-0.2
Valle de Santiago	5,663	7,024	7,782	8,395	8,123	7,397	0.8	7.5
Total	887,091	902,909	983,418	1,093,619	1,039,722	981,352	100.0	3.2

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON, 2026

Para la realización del presente trabajo, se planteó el siguiente objetivo: Evaluar la rentabilidad económica de la producción de fresa en macrotúnel en el Estado de Guanajuato. Mediante un análisis de rentabilidad, que consiste en calcular los indicadores económicos (sin considerar endeudamiento con terceros) que se utilizan en la evaluación de proyectos de inversión, considerando los ingresos y egresos, así como su proyección durante un periodo de tiempo de 10 años, que es el periodo de análisis del proyecto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se fundamenta adoptando la metodología empleada en el calculó de los indicadores de evaluación económica de proyectos de inversión, así como en la revisión de las bases de datos de variables económicas del cultivo de fresa en macrotunel con acolchado y sistema de riego por goteo, como la superficie cosechada, valor de la producción (Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2026). Y la base de datos Agrocostos de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) en agricultura protegida para el ciclo primavera verano 2025 / 2026. Bajo la Tecnología Bombeo-Mejorada-Fertilizado (BMF). Para los productores del Estado de Guanajuato. Con 30,471 km² (3,047,106 ha), ocupa el vigésimo segundo lugar entre las entidades del país en cuanto a extensión territorial del país (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [NEGI],-2020).

El cálculo de la rentabilidad del sistema de producción es a través de los indicadores de evaluación económica de proyectos de inversión (Sapag, 2011). Los indicadores de rentabilidad económica consideran el valor del dinero en el tiempo e incluyen: Valor Actual Neto (VAN), Relación Beneficio-Costo (B/C), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K) (Gitttinger, 1983).

Indicadores de evaluación económica

Estos indicadores son utilizados en la evaluación de proyectos, pues son conceptos valorizados que expresan el rendimiento económico de la inversión y basándose en estos valores podemos tomar la decisión de aceptar o rechazar un proyecto (Muñante, 2004). Con base en esto, se puede tomar la decisión de aceptar, rechazar la realización de un proceso o evaluar la rentabilidad del proyecto. Además, esta evaluación permite comparar y seleccionar entre diferentes alternativas. Los indicadores son aquellos que consideran el valor del dinero en el tiempo; por ejemplo: Valor Actual Neto (VAN); Relación Beneficio-Costo (B/C); Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

La determinación de cada uno de los indicadores mencionados es:

Valor Actual Neto (VAN). También llamado Valor Presente Neto (VPN), se determina por la diferencia entre el valor actualizado de la corriente de beneficios menos el valor actualizado de la corriente de costos, a una tasa de actualización previamente determinada. Sin embargo, también se puede determinar por el valor que da la sumatoria del flujo de fondos actualizados o los beneficios netos actualizados que incrementan a la tasa de actualización previamente determinada. Matemáticamente se escribe en la ecuación número 1 (Muñante, 2004).

$$\boldsymbol{VAN} = \sum_{t=1}^{T}(Bt - Ct)\,(1+r)^{-t} \qquad (1)$$

Dónde: Bt = Beneficios en cada periodo del proyecto; r = Tasa de actualización entre cien (I/100); t = Cada periodo del proyecto (año 1,2,…,T); T = Número de vida útil del proyecto o periodo de análisis; Ct = Costos en cada periodo del proyecto y $(1+r)^{-t}$ = Factor de actualización o descuento.

Relación Beneficio-Costo (B/C). Es el cociente que resulta de dividir el valor actualizado de la corriente de beneficios entre el valor actualizado de la corriente de costos, a una tasa de actualización o de descuento, previamente determinada. Su expresión matemática en la ecuación número 2.

$$\boldsymbol{R/C} = \sum_{t=1}^{T} Bt(1+r)^{-t} \,/\, \sum_{t=1}^{T} Ct(1+r)^{-t} \qquad (2)$$

De acuerdo con el criterio formal de elección de los proyectos de inversión a través de este indicador, se admitirán los proyectos o se catalogarán como rentables si su B/C sea igual o mayor que uno, (B/C=>1).

Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K). Es el cociente que resulta de dividir la sumatoria del valor actual del flujo de fondos o beneficios incrementales netos en los años después de que esta corriente se ha vuelto positiva, entre la sumatoria del valor actual de la corriente del flujo de fondos en aquellos primeros años del proyecto, en que esa corriente es negativa a una tasa de actualización previamente determinada. En términos matemáticos se expresa en la ecuación número 3.

$$\boldsymbol{N/K} = \sum_{t=1}^{T} Nt(1+r)^{-t} \,/\, \sum_{t=1}^{T} Kt(1+r)^{-t} \qquad (3)$$

Dónde: Nt = Corriente del flujo de fondos en cada periodo, después de que este se ha vuelto;
Kt = Corriente del flujo de fondos en los periodos iniciales del proyecto cuando éste es negativo.

El criterio formal de selección a través de este indicador es aceptar todos los proyectos cuyas N/K sea igual o mayor que uno, a la tasa de actualización seleccionada.

Tasa Interna de Retorno (TIR). Es la tasa de actualización que hace que el valor actualizado de la corriente de beneficios totales se iguale al valor actualizado de la corriente de costos totales. Su expresión matemática es la ecuación número 4.

$$\boldsymbol{TIR} = \sum_{t=1}^{T} Bt(1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^{T} Ct(1+r)^{-t} = 0 \qquad (4)$$

La TIR se calcula, en la forma tradicional, por tanteo e interpolación de acuerdo con Muñante (2004). Este cálculo se hace buscando la tasa de actualización que trate de igualar a cero el flujo actualizado de fondos, hasta encontrar los dos flujos de fondos actualizados que más se acerquen a cero, debiendo ser uno positivo y el otro negativo. Sin embargo, la diferencia entre las tasas debiera ser de cinco puntos porcentuales como máximo, con el objeto de que el resultado tenga un mínimo de error. Una vez obtenidas estas tasas se realiza la interpolación aplicando la ecuación número 5.

$$\boldsymbol{TIR} = I_1 + (I_2 - I_1)[(FFA_1)/(FFA_1 - FFA_2)] \qquad (5)$$

Dónde: $\mathbf{I_1}$ = Tasa menor de actualización; $\mathbf{I_2}$ = Tasa mayor de actualización; $\mathbf{FFA_1}$ = Flujo de fondos actualizados a la tasa menor y $\mathbf{FFA_2}$ = Flujo de fondos actualizados a la tasa mayor.

Punto de equilibrio. El concepto de equilibrio es entendido como aquel punto en el cual los ingresos por ventas igualan a los costos de producción, lo cual quiere decir, que no habrá pérdidas ni ganancias. A partir de esta condición es posible obtener el nivel de producción que se necesita para la operación del agronegocio y de ahí obtener el punto de equilibrio.

Por lo que, el punto de equilibrio se concreta como el punto donde se cruzan las líneas de ingresos y costos totales. La fórmula para su cálculo es la ecuación número 5. Que está determinado en unidades monetarias (Baca, 2010).

$$\boldsymbol{PE.VV} = \frac{CF}{1-(CV/IT)} \qquad (6)$$

Y para obtenerlo en unidades de medida se utiliza la ecuación número 7.

$$\boldsymbol{PE.VP} = \frac{PE.VV}{(IT/UV)} \qquad (7)$$

En donde: PE. VV= punto de equilibrio en el valor de ventas, PE. VP= punto de equilibrio en el volumen de producción, CF = Costos fijos, CV = Costos variables, IT = Ingreso total, UV=

unidades vendidas

La Programación en **Stadistical Analysis System (SAS)** se utilizó para la evaluación económica de este proyecto de la siguiente manera de acuerdo con Vázquez, et al. 2006:

DATA FRESA; ARRAY FA(I) FA1-FA00; INPUT T BEN COST; FC=BEN-COST; DO I=1 TO 300;
R=I/100; M=1; TD=0.1641; P=1; FA=(1/(1+((R/M))**(M*T)))*FC; FCA=FC/((1+TD)**T); B=0; IF FCA>0 THEN B=FCA; IN=0; IF FCA<0 THEN IN=FCA*(-1); BA=BEN/((1+(TD/P))**(P*T)); CA=COST/((1+(TD/P))**(P*T)); END; OUTPUT; CARDS;
……Espacio para datos…….;
PROC PRINT; VAR T BEN COST FC BA CA FCA; PROC MEANS N SUM; VAR BEN COST BA CA FC FCA;
PROC MEANS N SUM; VAR BA CA FA1-FA300 B IN; OUTPUT OUT=NEW SUM=BA CA FA1-FA300 B IN; DATA B; SET NEW; RBC=BA/CA; VAN=BA-CA; NK=B/IN; PROC PRINT; VAR VAN RBC NK; RUN;

Evaluación económica. La evaluación económica de proyectos tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión en un proyecto antes de la implementación de este. Los indicadores de evaluación económica se obtuvieron mediante el paquete estadístico SAS. Ya que se puede programar de acuerdo con las necesidades o requerimientos de la investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información obtenida y proyectada de los egresos e ingresos totales del proyecto a 10 años se muestra en el cuadro 5, permitió obtener los cálculos de los indicadores de rentabilidad utilizando una tasa de actualización de 16.41%[34], en el momento de la evaluación del proyecto, que es lo que les estaría cobrando una Institución Bancaria o intermediario financiero al conseguir financiamiento para la implementación.

Cuadro 5. Egresos e Ingresos totales proyectados a 10 años del proyecto (miles de pesos).

Años	Egresos	Ingresos	Flujo de Fondos del proyecto	Factor de actualización (16.41%)
1	4,168,070	2,444,085	-1,723,985	0.85903
2	2,567,754	4,047,976	1,480,222	0.73794
3	3,447,390	4,047,976	600,586	0.63391
4	2,567,754	4,047,976	1,480,222	0.54455
5	3,447,390	4,047,976	600,586	0.46779
6	2,567,754	4,047,976	1,480,222	0.40184

[34] 7.27% Tasa de CETES (17/03/2025) más 9.14 puntos de intermediación de la institución financiera, al momento de aprobación del crédito.

7	3,447,390	4,047,976	600,586	0.34520
8	2,567,754	4,047,976	1,480,222	0.29654
9	3,447,390	4,047,976	600,586	0.25473
10	2,567,754	4,047,976	1,480,222	0.21883

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida 2025.

Los flujos de ingresos y egresos actualizados que permiten obtener los indicadores de evaluación económica del proyecto de inversión se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Flujo de Egresos e Ingresos totales actualizados del proyecto a 10 años del proyecto (miles de pesos).

Años	Egresos	Ingresos	Flujo de Fondos del proyecto	Factor de actualización (16.41%)
1	3,580,508	2,099,549	-1,480,959	0.85903
2	1,894,841	2,987,152	1,092,311	0.73794
3	2,185,343	2,566,062	380,719	0.63391
4	1,398,274	2,204,331	806,057	0.54455
5	1,612,646	1,893,592	280,947	0.46779
6	1,031,838	1,626,658	594,820	0.40184
7	1,190,031	1,397,352	207,321	0.34520
8	761,432	1,200,371	438,939	0.29654
9	878,168	1,031,158	152,990	0.25473
10	561,889	885,799	323,910	0.21883

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida 2025.

Una vez calculados los flujos de utilidad anual que se usan para el cálculo de los indicadores de la evaluación económica obtenidos en el presente proyecto de investigación se muestran a continuación en el cuadro 7.

El valor actual Neto (VAN) obtenido durante la vida útil del proyecto (10 años) a una tasa de actualización del 16.41%, el proyecto permitirá generar utilidades netas hasta de $2,797,055 miles de pesos. De acuerdo con el criterio formal de selección y evaluación a través de este indicador, el proyecto se dictaminó como viable o rentable.

Cuadro 7. Indicadores rentabilidad, 2025.

Indicadores de Evaluación	Valores Obtenidos
VAN	$2,797,055
B/C	1.19
TIR	66.13%
N/K	2.89

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida 2025.

La Relación Beneficio Costo (B/C) que alcanzo el proyecto fue de 1.19 pesos, la cual se nos indica que durante la vida útil del proyecto por cada peso invertido se obtendrá un beneficio neto de 0.19 pesos; es decir, por cada peso invertido a una tasa de actualización de 16.41%, se obtendrá una ganancia de 0.19 pesos. Como la relación es mayor que uno, cumple con el criterio formal de selección y evaluación, indicando que el proyecto es viable y rentable.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) fue 66.13%. Esto significa que obtendrá durante la vida útil del proyecto una rentabilidad promedio de 66.13% o también se le interpreta como la capacidad máxima que puede soportar un proyecto en donde los beneficios actualizados son iguales a los costos actualizados. También este indicador indica cual es la tasa de interés máxima que el proyecto puede soportar para ser viable, por ser la TIR mayor que la tasa de actualización seleccionada, se concluye que se debe continuar con el proyecto.

Finalmente, la **Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K)** que se obtuvo en el proyecto fue de 2.89 pesos, que es aceptado por ser mayor a uno. Este indicador señala que, por cada peso invertido inicialmente, se obtendrán beneficios netos totales de 2.89 pesos o que la inversión inicial actualizada podrá incrementarse hasta en 189%, a fin de que se igualen los beneficios netos totales actualizados. El resultado de este indicador cumple con el criterio formal de selección y evaluación que debe ser mayor que uno.

Con respecto al cálculo del punto de equilibrio del Agronegocio se utilizaron los datos del cuadro 8, que muestra los costos totales de operación durante el primer año de operación, así como el número de kilogramos producidas y vendidos, también durante el primer año de funcionamiento

Cuadro 8. Costos de operación del Agronegocio Producción de Fresa en macrotúnel 2025.

Costos	Pesos ($)
Fijos	2,265,014
Variables	1,903,056
Ingreso Totales	2,444,085
Unidades vendidas (toneladas)	75

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida 2025.

El punto de equilibrio se calculó de la siguiente manera:

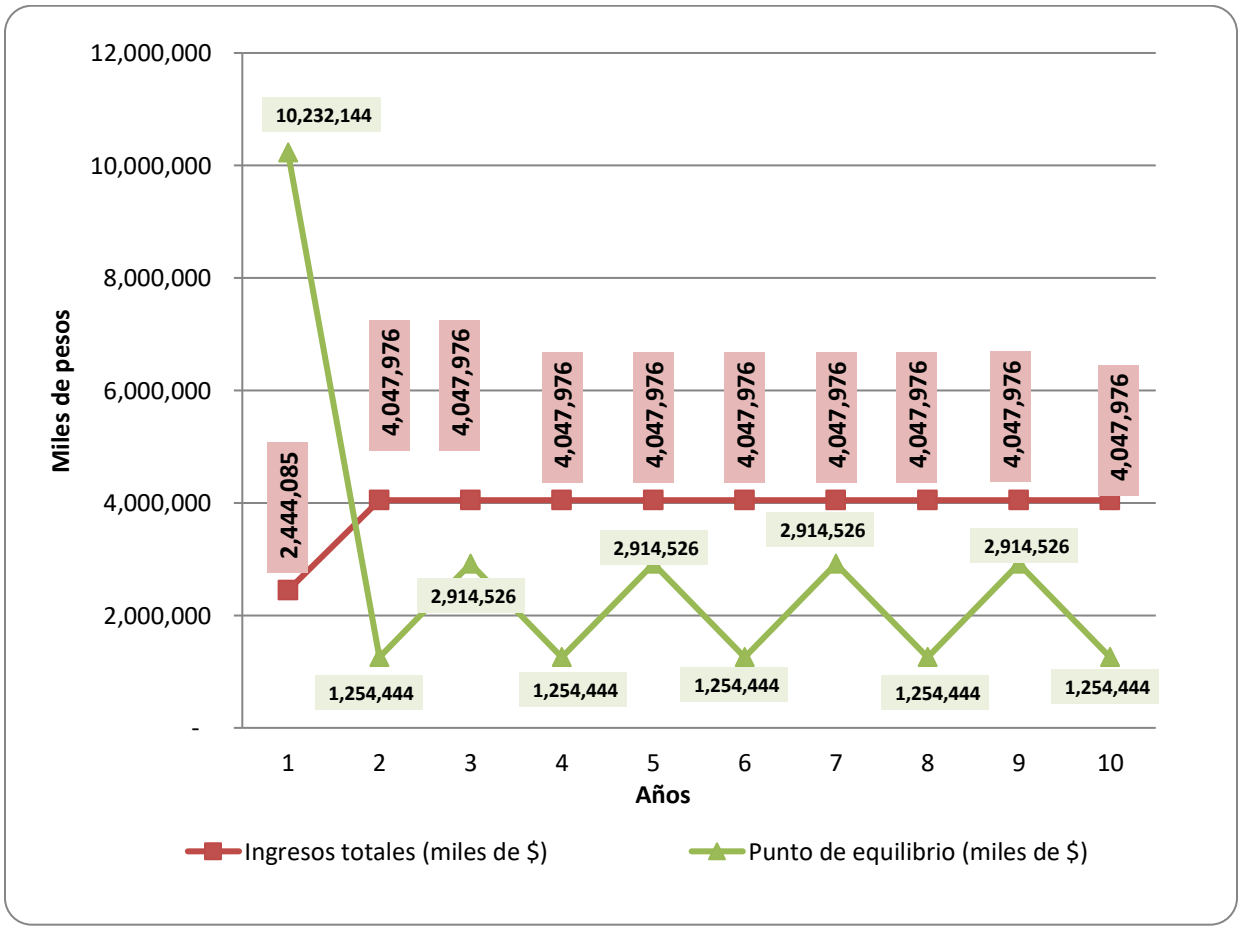
$PE.VV = 10{,}232{,}144$ miles de pesos
y
$PE.VP = 314$ toneladas

En el Agronegocio producción de fresa en macrotúnel se requiere obtener un ingreso mínimo por venta de la producción de $ 10.2 millones de miles de pesos, para que estos ingresos puedan cubrir los costos totales es decir, para que la empresa esté en una condición de equilibrio, pero este cálculo

del punto de equilibrio solamente fue para el primer año e indica que se requiere obtener 418.37% más de ingreso para poder estar en condiciones de equilibrio, lo que equivale a generar $7.8 millones de miles de pesos, es decir, que equivalen a producir 239 toneladas más de producto por la empresa.

En la gráfica 1, se muestran los ingresos totales que deben generase como punto de equilibrio en cada uno de los años de la proyección del agronegocio. Es decir, el ingreso mínimo que se debe tener durante los 10 años de proyección del proyecto para el agronegocio mediante la producción genere el valor para que la empresa al menos esté en condiciones de equilibrio.

Gráfica 1. Ingresos totales y punto de equilibrio en miles de pesos por la producción en fresa en macrotúnel.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida 2025.

Como claramente se observa en el primer año el punto de equilibrio fue de 10.2 millones de miles de pesos y los ingresos totales fueron de 2.4 millones de miles de pesos. Esto revela que los gastos superaron a los ingresos, que es lógico debido a la inversión inicial; es decir, por la adquisición de los activos fijos del como el establecimiento del macrotúnel.

A consecuencia de esto el punto de equilibrio es mayor en 418.6% que los ingresos totales que se obtienen durante el primer año. Pero a partir del segundo año el 30.9% de los ingresos obtenidos por la producción se está en equilibrio lo que quiere decir que, a partir de este año, se empieza a generar un 69.1% de ganancia. Y así sucesivamente para el tercer año la ganancia es mayor que el punto de equilibrio.

Al realizar el análisis de sensibilidad en el proyecto se puede esperar que, durante un periodo de tiempo de análisis a mediano o largo plazo, que en este caso sea 10 años. El proyecto pueda mostrar su rentabilidad o no ser rentable debido al aumento de los costos totales y/o disminuciones en los ingresos totales en el Agronegocio, como se muestra en el cuadro 9.

Al efectuar este análisis de sensibilidad a través de los costos, que consistió en hacer incrementos del 10 y del 20% a los costos totales de producción manteniendo constante los ingresos totales, obteniendo los indicadores de rentabilidad en cada uno de los casos como se muestran en el cuadro 9, sigue siendo el agronegocio rentable. Pero cuando hay un incremento del 20% en los costos totales el Agronegocio no es capaz de soportar ese aumento y solo soporta un incremento del 15.5% para que todavía muestre viabilidad.

Cuadro 9. Indicadores de rentabilidad con incrementos del 10 y 20% de los costos totales manteniendo constantes los ingresos totales.

INDICADORES DE EVALUACIÓN	VALORES OBTENIDOS
Incrementó del 10% de los costos totales	
VAN	$1,007,852
B/C	1.07
TIR	33.3%
N/K	1.6
Incrementó del 20% de los costos totales	
VAN	-$781,351
B/C	0.95
TIR	2.67%
N/K	0.59

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida 2025.

Al efectuar en análisis sensibilidad a través de los ingresos, que se realizó mediante la proyección de una disminución del 10 y del 20% en los ingresos totales manteniendo constantes a los costos totales. Solo en el primer escenario los indicadores de rentabilidad obtenidos siguen mostrando rentabilidad y viabilidad del agronegocio a pesar de un decremento significativo del 20% dejaron de serlo y solo soportaron hasta el 15.5%.

CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos de los indicadores de evaluación económica VAN, B/C y TIR, muestran que es rentable el Agronegocio para la producción de fresa en macrotúnel debido a que se superaron sus valores críticos durante la vida útil del proyecto y a una tasa de actualización del 16.41%.

2. A partir del segundo año de inversión se empieza a obtener ganancia y del cuarto se recupera la inversión.

3. El análisis de sensibilidad muestra que los indicadores de rentabilidad son más sensibles por el lado de los ingresos totales al simular una disminución de estos en las mismas magnitudes que los incrementos en los costos totales, es decir, los indicadores obtenidos muestran menor rentabilidad y existe un mayor riesgo en sus utilidades en la medida que los ingresos tiendan a disminuir por bajas en los precios de mercado y por la disminución de la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS CONSULTADAS

1. Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de proyectos* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

2. Castellanos, J. Z., y Camacho, F. F. (2016). Veinticinco Años de Horticultura Protegida en México [Trabajo presentado]. XXI Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Quito, Ecuador. https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/veinticinco-anios-de-horticultura-protegida-en-mexico

3. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). (2025). Base de datos Agrocostos: Producción de fresa en macrotúnel bajo tecnología BMF, ciclo primavera-verano 2025/2026. Banco de México. Recuperado de https://www.fira.gob.mx

4. González Elías, J. M., Rucoba García, A., López Rocha, E., Ramírez Abarca, O., Ortiz Rosales, M. Á., & Pérez Zavala, M. de L. (2015). Evaluación financiera de la producción bajo condiciones de invernadero: Análisis del agronegocio "SPR de RL El Sureño Invernaderos". *Revista Mexicana de Agronegocios, 37*, 59–70. https://doi.org/10.22004/ag.econ.226149

5. Muñante Pérez, D. M. (2004). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*. División de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad Autónoma Chapingo. https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2019/09/MEMORIA-MESA-2-economia-tec-soc-hum-parte-1.pdf

6. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2025). *Panorama agroalimentario 2025: Fortaleciendo la estadística agroalimentaria desde la raíz*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://nube.agricultura.gob.mx/panorama_dgsiap/2025.pdf

7. 7.Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2024). *Panorama agroalimentario 2018-2024: La ruta de la transformación agroalimentaria*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://www.gob.mx/agricultura

8. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), 2026. Del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesquera https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

9. Spag Chain, Nassir. 2011. Proyectos de Inversión. Formulación y evaluación. Chile 2da. Edición, editorial Pearson Educación. 544 p.

10. Vázquez, P.M., Pérez, S.F., Gallardo, R.F., Hernández, F.E. 2006. Evaluación de Proyectos de Inversión Establecimiento y Administración de un Agronegocio. Universidad Autónoma Chapingo.

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de Octubre 2025

Estrategias Sostenibles para una Producción Pecuaria responsable

D.S.P M.V. Z José Juan Diaz Ortiz
1.Universidad para el Bienestar Benito Juárez García plantel Pajacuarán Michoacán
dioj2202@yahoo.com.mx
Diana Dafne Hernández García
Universidad para el Bienestar Benito Juárez García EMVZ plantel Pajacuarán Michoacán
diana03hernandes@gmail.com
Guadalupe Castro Pérez
Universidad para el Bienestar Benito Juárez García EMVZ plantel Pajacuarán Michoacán
guadalupecastropg04@gmail.com
Guadalupe Marisol González García
Universidad para el Bienestar Benito Juárez García EMVZ plantel Pajacuarán Michoacán
marigonzalezgarcia5@gmail.com
Correo de contacto: dioj2202@yahoo.com.mx

RESUMEN

La producción pecuaria es una actividad esencial para la seguridad alimentaria y la economía de muchos países. Sin embargo, enfrenta crecientes desafíos relacionados con el bienestar animal y su impacto ambiental, especialmente por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad. Este trabajo tiene como objetivo identificar estrategias sostenibles que permitan optimizar la producción pecuaria, promoviendo el bienestar animal y reduciendo los efectos negativos sobre el medio ambiente.

Entre las alternativas analizadas, los sistemas silvopastoriles destacan como una opción viable al integrar árboles, pastos y animales en una sola unidad productiva. Estos sistemas promueven la biodiversidad, mejoran la fertilidad del suelo, proporcionan sombra y forraje adicional al ganado, y contribuyen a la captura de carbono.

Se analiza su viabilidad en la ganadería mexicana considerando aspectos socioeconómicos y ecológicos, así como su cumplimiento de los principios del bienestar animal, como acceso a sombra, agua limpia, alimentación adecuada y reducción del estrés térmico. Además, se evalúa su potencial para reducir las emisiones de GEI y disminuir el uso de prácticas agroindustriales intensivas. Este enfoque busca contribuir al desarrollo de una ganadería más sostenible y responsable.

Palabras clave: Bienestar animal, Sistemas silvopastoriles, sostenibilidad

Abstract

Livestock production is an essential activity for food security and the economy of many countries. However, it faces growing challenges related to animal welfare and environmental impact, particularly due to greenhouse gas (GHG) emissions, soil degradation, and biodiversity loss. This study aims to identify sustainable strategies that can optimize livestock production while promoting animal welfare and reducing negative environmental effects.

Among the alternatives analyzed, silvopastoral systems stand out as a viable option by integrating trees, pastures, and animals into a single productive unit. These systems promote biodiversity, improve soil fertility, provide shade and additional forage for livestock, and contribute to carbon sequestration.

The feasibility of implementing these systems in Mexican livestock farming is analyzed, considering socioeconomic and ecological aspects, as well as compliance with animal welfare

principles, such as access to shade, clean water, adequate nutrition, and reduced heat stress. In addition, their potential to reduce GHG emissions and lessen the need for intensive agro-industrial practices is evaluated. This approach seeks to contribute to the development of a more sustainable and responsible livestock sector.

Keywords:
Animal welfare, Silvopastoral systems

INTRODUCCIÓN

La producción pecuaria y la agricultura representan actividades esenciales para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico a nivel mundial. No obstante, la producción animal ha generado impactos ambientales significativos, entre los que destacan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el consumo intensivo de agua, la contaminación y degradación del suelo, así como la pérdida de biodiversidad. Estos efectos negativos también han contribuido a fenómenos sociales como la migración de poblaciones rurales, motivada por el deterioro de las condiciones de vida en entornos agropecuarios.

En este contexto, resulta fundamental identificar e implementar estrategias sostenibles que reduzcan el impacto ambiental de la producción pecuaria sin afectar su productividad ni rentabilidad. Una de las alternativas que ha cobrado relevancia en los últimos años es el sistema silvopastoril, el cual combina especies leñosas perennes (árboles y arbustos) con forrajeras herbáceas y animales, integrados bajo un esquema de manejo holístico. Esta práctica favorece la biodiversidad, mejora la fertilidad del suelo, proporciona recursos adicionales al ganado y contribuye a la mitigación del cambio climático mediante la captura de carbono.

La presente investigación tiene como objetivo analizar y sustentar el sistema silvopastoril como una estrategia viable para una producción pecuaria más sostenible y responsable, que promueva el bienestar animal y reduzca los efectos adversos sobre el medio ambiente.

DESARROLLO

Teoría Basada en la Sostenibilidad de la Producción Pecuaria

Teoría del Pastoreo Racional de Voisin (PRV) El sistema de **Pastoreo Racional Voisin (PRV)** fue desarrollado por el científico francés André Voisin, quien propuso un modelo de manejo intensivo y planificado del pasto. Esta tecnología consiste en dividir las fincas en varios potreros (generalmente cuatro o más), separados por cercas, y rotar el ganado por cada uno de ellos. El objetivo es permitir que los pastos se recuperen naturalmente en los periodos de descanso, evitando el sobrepastoreo y promoviendo la regeneración vegetal (Rúa Franco, 2009). Este enfoque es ecológica y económicamente sostenible, ya que minimiza el uso de productos químicos, reduce los costos de producción y mejora la fertilidad del suelo de manera natural.

Importancia de la Sostenibilidad en la Producción Pecuaria

La producción animal representa un pilar fundamental para la humanidad, ya que proporciona alimentos, insumos de origen animal, empleo y desarrollo económico (Cuéllar Sáenz, 2022). La ganadería sostenible se basa en la implementación de buenas prácticas pecuarias que permiten incrementar la productividad sin afectar negativamente los ecosistemas. Este enfoque considera el uso eficiente de los recursos naturales, el bienestar animal y la conservación ambiental como principios clave (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023).

Impacto Económico

La producción pecuaria es un eslabón crucial en la cadena alimentaria global, al contribuir significativamente al crecimiento económico y a la seguridad alimentaria, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. En muchas naciones, estos sistemas productivos impulsan la economía a través de las exportaciones e importaciones de productos animales, y forman parte integral de su cultura y desarrollo rural (Cuéllar Sáenz, 2022). Además, representan una oportunidad para generar empleo, aumentar la riqueza y mejorar las condiciones de vida de la población rural.

Impacto Ambiental

La producción pecuaria, especialmente bajo sistemas intensivos, tiene un impacto ambiental considerable que afecta múltiples componentes del entorno, como el aire, el suelo, el agua y la biodiversidad. Uno de los principales efectos negativos es la emisión de **gases de efecto invernadero (GEI)**, principalmente metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y dióxido de carbono (CO_2), que contribuyen significativamente al cambio climático. Según datos de la FAO, el sector ganadero es responsable de aproximadamente el **14.5 % de las emisiones antropogénicas globales de GEI**, siendo el metano producto de la fermentación entérica de los rumiantes el mayor contribuyente (FAO, 2013).

En cuanto al **suelo**, las prácticas de sobrepastoreo, la compactación y el uso excesivo de agroquímicos degradan su estructura y fertilidad, lo que reduce la capacidad productiva a largo plazo. Asimismo, la conversión de tierras forestales en áreas de pastoreo ha sido una de las principales causas de **deforestación**, especialmente en regiones tropicales como América Latina y África subsahariana (Steinfeld et al., 2006).

El **agua** también se ve gravemente afectada, tanto por el consumo excesivo en las cadenas productivas como por la contaminación por desechos orgánicos, antibióticos y nutrientes como nitrógeno y fósforo. Estos contaminantes pueden generar **eutrofización** de cuerpos de agua y afectar la salud humana y ecosistemas acuáticos (Gerber et al., 2013).

La **biodiversidad** se ve amenazada por la pérdida de hábitats naturales, la introducción de especies exóticas, la competencia por recursos y la presión sobre ecosistemas frágiles. La fragmentación de los hábitats naturales y la pérdida de servicios ecosistémicos comprometen el equilibrio ambiental y reducen la resiliencia ecológica (FAO, 2021).

Por ello, es fundamental adoptar modelos de producción más sostenibles, como los sistemas silvopastoriles, que no solo reducen el impacto ambiental, sino que también promueven la regeneración de los ecosistemas.

ALTERNATIVAS SOSTENIBLES EXISTENTES

Existen diversas alternativas sostenibles en los sistemas de pastoreo que buscan optimizar la producción ganadera mientras se protege el medio ambiente, se mejora la salud del suelo y se promueve el bienestar animal. Estas prácticas ofrecen soluciones integrales para enfrentar los desafíos ambientales y productivos que aquejan al sector pecuario.

Técnicas de mejoramiento ambiental

La ganadería sostenible está compuesta por un conjunto de sistemas orientados a mejorar la productividad sin comprometer los ecosistemas. Esto se logra mediante el uso

racional de los recursos naturales y la implementación de buenas prácticas agropecuarias. Entre las técnicas más relevantes se incluyen:

- Manejo sostenible de pastizales
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
- Gestión eficiente del agua
- Conservación de la biodiversidad
- Incorporación de energías renovables en unidades de producción
- Fomento del bienestar animal y reducción del estrés

Estas estrategias están respaldadas por organismos internacionales como la FAO (2017, 2020) y el IPCC (2019), quienes promueven su aplicación en diferentes contextos productivos.

Sistema silvopastoril

El sistema silvopastoril intensivo se presenta como una de las principales alternativas de ganadería sostenible. Este modelo permite conservar la fertilidad del suelo, evitar la erosión, incrementar la producción forrajera y reducir las emisiones de metano producidas por el ganado. Su implementación es especialmente efectiva en regiones tropicales, aunque también puede adaptarse a otras zonas ganaderas de México.

A diferencia de la ganadería extensiva convencional, que tiende a degradar el suelo y disminuir la biodiversidad microbiana, los sistemas silvopastoriles integran especies forrajeras con árboles y arbustos, generando una mayor biomasa comestible y aumentando la rentabilidad del sistema. Este enfoque no solo abarata los costos de alimentación —al reducir la dependencia de insumos externos como el heno—, sino que también contribuye a frenar el avance de la frontera agrícola-ganadera, una de las causas de la pérdida del 90% de las selvas en América (UNAM, 15 marzo 2021).

Sistema de pastoreo responsable

El pastoreo racional o responsable implica una planificación cuidadosa del uso del pastizal, basada en principios ecológicos y fisiológicos. Esta técnica busca maximizar el aprovechamiento forrajero sin comprometer la regeneración del ecosistema. De acuerdo con Fernández Ridano (2007), muchos productores enfrentan la escasez forrajera no sólo por factores externos como el clima o los precios de mercado, sino también por la falta de conocimientos en manejo adecuado de los recursos.

Principios del pastoreo responsable:

- **Rotación planificada**: dividir el terreno en potreros y alternar el pastoreo para permitir la recuperación de las plantas.
- **Carga animal adecuada**: ajustar el número de animales a la capacidad de carga del suelo, considerando factores como el clima, tipo de forraje y disponibilidad de agua.
- **Conservación del suelo**: evitar la compactación y erosión mediante el diseño estratégico del pastoreo y promover la infiltración del agua.
- **Fomento de la biodiversidad**: integrar especies vegetales (silvopastoril) que mejoren el microclima y eviten el uso excesivo de insumos químicos.
- **Bienestar animal**: garantizar acceso continuo a agua limpia, sombra y alimento de calidad, reduciendo así el estrés.

- **Adaptación al cambio climático**: utilizar especies resistentes a condiciones climáticas extremas e incorporar prácticas de captura de carbono (ganadería regenerativa).

Estas directrices están respaldadas por instituciones como la FAO (2020), el IPCC (2019) y el Savory Institute (2016), quienes han documentado los beneficios de este tipo de manejo.

Ganadería sostenible

La ganadería sostenible es un enfoque que promueve sistemas productivos eficientes, resilientes y respetuosos con el ambiente. Entre sus ventajas destacan:

- Mejora del bienestar animal mediante entornos naturales y confortables.
- Producción de forrajes de alta calidad mediante la siembra de leguminosas y otras especies nutritivas.
- Regulación climática local, mejora de la calidad del aire y del agua.
- Prevención de la erosión, sequías e inundaciones.
- Conservación de hábitats para la fauna silvestre.

Las prácticas clave para lograr una ganadería sostenible incluyen la **planificación del pastoreo**, la **regulación de la carga animal** y la **diversificación forrajera**. Estas medidas permiten mejorar la cobertura vegetal, aumentar la infiltración de agua, disminuir la erosión y reducir los costos en suplementación de pasturas (FAO, 2023).

Viabilidad de las alternativas sostenibles en los sistemas de producción pecuaria en México

En México, el impacto ambiental ha afectado directamente la rentabilidad de la producción pecuaria, lo que ha motivado a muchos productores a adoptar enfoques más sostenibles. Entre las prácticas más frecuentes destacan la disminución en el uso de agroquímicos, la restauración ecológica de pastizales y la mejora de sistemas de pastoreo.

Las alternativas sostenibles más viables son aquellas que cumplen con criterios como: reducción de la contaminación, uso eficiente de recursos, bienestar animal y viabilidad económica y social. Por ejemplo, los sistemas silvopastoriles ofrecen beneficios múltiples al mejorar la fertilidad del suelo, conservar el agua, capturar carbono y promover la biodiversidad.

Aunque este sistema requiere una **inversión inicial** considerable, los beneficios **a mediano y largo plazo** incluyen una mayor resiliencia frente al cambio climático, diversificación de ingresos y reducción de costos de producción. Además, favorece la generación de empleo en zonas rurales, mejora la calidad de vida y rescata prácticas tradicionales como la etnoveterinaria.

El **pastoreo responsable** también muestra gran viabilidad al contrarrestar problemas como la degradación del suelo, pérdida de biodiversidad y baja productividad. Aporta beneficios ambientales significativos como la mejora en la infiltración de agua, reducción de gases contaminantes y mayor eficiencia productiva. Aunque requiere capacitación técnica y ajustes en la infraestructura, sus resultados son positivos en términos de sostenibilidad, salud animal y reducción de enfermedades, al ofrecer entornos más naturales y equilibrados

CONCLUSIÓN

A partir del análisis realizado, se concluye que existen alternativas sostenibles viables para la producción pecuaria que permiten mejorar tanto el bienestar animal como reducir el impacto ambiental. Entre estas alternativas, los sistemas silvopastoriles destacan como una estrategia integral que responde de manera efectiva a los retos actuales del sector ganadero. Se determinó que los sistemas silvopastoriles son una opción viable para el desarrollo de la ganadería en México, ya que se adaptan a diversas condiciones agroecológicas del país. Estos sistemas combinan la producción animal con el manejo de árboles y pastizales, lo que genera beneficios económicos y ecológicos. Además, pueden integrarse de manera gradual en unidades productivas tradicionales, facilitando su implementación. Los sistemas silvopastoriles contribuyen al cumplimiento de los principios del bienestar animal. Ofrecen sombra natural, protegen al ganado del estrés térmico, mejoran la disponibilidad de alimento y promueven un entorno más natural y saludable para los animales. Estos factores reducen la incidencia de enfermedades y favorecen una mejor calidad de vida. En cuanto a la reducción de gases de efecto invernadero, se concluye que estos sistemas contribuyen significativamente a la mitigación del cambio climático. La presencia de árboles permite la captura de carbono, mientras que la mejora en el manejo de los pastos y la reducción del uso de insumos externos disminuyen las emisiones asociadas a la producción intensiva.

Citas bibliográficas

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2021). *Agroecology: Science and politics*. Practical Action Publishing.

Díaz, S., Settele, J., Brondizio, E. S., et al. (2019). *The global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2013). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2018). *Ganadería mundial: Un panorama*. FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture: Systems at breaking point*. FAO.

Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., et al. (2013). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Ibrahim, M., Villanueva, C., Casasola, F., & Rueda, J. (2006). Agroforestería pecuaria en América Central: Un enfoque integrado para el manejo sostenible de los recursos naturales. *Agroforestería en las Américas*.

Ku-Vera, J. C., Castelán-Ortega, O. A., & Arango, J. (2020). Strategies for mitigating methane emissions in livestock systems in Latin America. *Tropical Animal Health and Production*.

Montagnini, F., & Nair, P. K. R. (2004). Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*.

Mora-Delgado, J., & Rangel-Ledezma, C. A. (2020). Ganadería sustentable y bienestar animal: Una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 11*(1), 123–137.

Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., & Solorio, B. (2011). Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*.

Navas-Cortés, J. A., & Requena, N. (2019). Silvopastoral systems and animal welfare: A promising synergy. *Revista Científica*.

Pezo, D., & Ibrahim, M. (1999). *Sistemas silvopastoriles* (2.ª ed.). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). *Ganadería sostenible*.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (s. f.). *Ganadería sostenible*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/agricultura/articulos/ganaderia-sostenible

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow: Environmental issues and options*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) – Gaceta UNAM. (2021, 15 de marzo). *El sistema silvopastoril intensivo: Alternativa de ganadería sostenible*.

Veterinaria Digital. (2022, 15 de diciembre). *La importancia de la sostenibilidad en la producción animal*.

Voisin, A. (1959). *Grass productivity*. Island Press.

Voisin, A. (s. f.). Humanismo y ciencia: André M. Voisin. *Mi SciELO*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-92762022000100011

Zalapa, A. R. (2014). *La ganadería ante un nuevo paradigma de desarrollo: El sustentable*. http://www.produccion-animal.com.ar

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de Octubre 2025

Análisis socioeconómico del patrimonio biocultural en Parras de la Fuente: vitivinicultura, gestión hídrica y el rol de las instituciones

Araceli Esmeralda Villarreal Flores[35], Sergio Colín Castillo[1], Jhonny Naím Manríquez García[1]

Resumen

El Valle de Parras, Coahuila, es la región vitivinícola más antigua de América y un caso emblemático de patrimonio biocultural, en el que la vid, el agua y la identidad cultural se han entrelazado desde el siglo XVI. Sin embargo, la sobreexplotación de los acuíferos, la débil gobernanza del agua y la ausencia de instituciones inclusivas amenazan la sostenibilidad de la vitivinicultura local. Este estudio busca analizar los aspectos económicos y el potencial del manejo comunitario del patrimonio biocultural en la producción de vino en Parras de la Fuente. Se evaluará cómo se gestionan los recursos naturales y el rol de las instituciones como una opción para un desarrollo sostenible. Se propone que hay condiciones económicas y sociales importantes para fomentar un desarrollo sostenible que se basa en la gestión comunitaria del patrimonio biocultural. Sin embargo, todavía hay obstáculos en la gestión del agua y el fortalecimiento de las instituciones. Metodológicamente, el estudio combina un enfoque cualitativo (entrevistas a productores, autoridades y comunidades), uno cuantitativo (encuestas y análisis de datos secundarios de INEGI, SIAP y FAO) y uno mixto que integra ambas perspectivas. Se completó una revisión sistemática de la literatura (metodología SALSA) que encontró 23 estudios significativos sobre el aspecto económico del patrimonio biocultural. También se creó una base de datos histórica (1961-2024) sobre la producción y el comercio de uva y vino en México. Esta base de datos es necesaria para calcular un sistema de demanda casi ideal (AIDS) que se diferencia según el origen. Los resultados preliminares sugieren que existen condiciones favorables para el desarrollo sostenible de Parras, siempre que se fortalezca la gestión hídrica y la gobernanza institucional inclusiva.

Palabras clave: patrimonio biocultural, vitivinicultura, gestión del agua, instituciones inclusivas, desarrollo sostenible.

Abstract

The Parras Valley, Coahuila, is the oldest wine-producing region in America and an emblematic case of biocultural heritage, where grapevines, water, and cultural identity have been intertwined since the 16th century. However, aquifer overexploitation, weak water governance, and the absence of inclusive institutions threaten the sustainability of local viticulture. This research aims to analyze the economic aspects and the potential of community-based management of biocultural heritage in the wine industry of Parras de la Fuente, assessing natural resource management and

[35] Centro de Investigaciones Socioeconómicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Magisterio SN-S, Sin Nombre de Col 9, 25280. Email: araceli-villarreal@uadec.edu.mx; sergio.colin@uadec.edu.mx; naim_manriquez@uadec.edu.mx

the role of institutions as an alternative for sustainable development. The hypothesis suggests that there are basic economic and social conditions needed for sustainable development through community management of biocultural heritage. However, challenges with water management and improving institutions are still present.Methodologically, the study combines a qualitative approach (in-depth interviews with producers, authorities, and communities), a quantitative approach (structured surveys and secondary data from INEGI, SIAP, and FAO), and a mixed approach integrating both perspectives. Progress to date includes a completed systematic literature review (SALSA methodology) that identified 23 key studies on the economic dimension of biocultural heritage. Additionally, the construction of a historical database (1961-2024) on grape and wine production and trade in Mexico will support the estimation of a source-differentiated Almost Ideal Demand System (AIDS).Preliminary findings suggest favorable conditions exist for sustainable development in Parras, provided that water management and inclusive institutional governance are strengthened.

Keywords: biocultural heritage, viticulture, water management, inclusive institutions, sustainable development.

Introducción

El Valle de Parras, en Coahuila, es la región vitivinícola más antigua de América, reconocida desde la colonización europea por sus condiciones adecuadas para el cultivo de la vid (Novo et al., 2018). La Hacienda de San Lorenzo, hoy Casa Madero, fue la primera bodega creada con fines comerciales en el siglo XVI, marcando el inicio de la vitivinicultura en México (Méndez y González, 2021). Durante los siglos XIX y XX, la vitivinicultura de la región se enriqueció con la influencia de migrantes europeos y con la consolidación de la producción de vino por la familia Madero (Mora et al., 2017).

El terruño, o terroir, es un sistema complejo que integra las condiciones de suelo, clima, relieve, geología, viticultura y actividad humana de un viñedo, dando lugar a productos con características distintivas (Cereceda et al., 2019). Este concepto se relaciona estrechamente con el patrimonio biocultural, ya que articula factores naturales y culturales que influyen en la producción agrícola. En Parras de la Fuente, el clima semiárido y los suelos calcáreos, combinados con una fuerte identidad cultural, conforman un patrimonio biocultural que define el carácter económico, social y ecológico de la región (Ozuna et al., 2022).

El patrimonio biocultural de Parras tiene sus raíces en la estrecha relación entre la vid y el agua. Desde la fundación de Parras en 1598, sistemas de riego tradicionales como las galerías filtrantes, acequias y estanques permitieron tanto la expansión vitivinícola como la configuración del paisaje urbano de la región, articulando una memoria colectiva que persiste hasta hoy. No obstante, la creciente sobreexplotación de los acuíferos, la débil regulación por parte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la creciente demanda de grandes productores y ejidatarios han intensificado la disputa por un recurso cada vez más escaso (Peña y Rodríguez, 2022; Saucedo,

2023). Esta situación se agrava por el crecimiento poblacional e industrial de la región y por cultivos de alto consumo hídrico como el nogal (González, Velázquez y García, 2017; Amaya y Santiago, 2024).

Frente a esta situación, hay pruebas que indican que la viticultura puede usar el agua de forma más eficiente que otros cultivos en áreas semiáridas, siempre que se apliquen buenas prácticas de gestión del agua y tecnologías como imágenes satelitales y riego eficiente (Ramírez, 2023). Adicionalmente, el fortalecimiento del enoturismo, siguiendo experiencias como la de Guanajuato, podría diversificar la economía local y consolidar a Parras como una región líder en la producción y promoción del vino (Montiel, 2022; González et al., 2022).

En síntesis, el patrimonio biocultural de Parras tiene un valor cultural significativo, pero la sobreexplotación de los recursos naturales y la ausencia de instituciones inclusivas ponen en riesgo la sostenibilidad de la actividad vitivinícola. A partir de este planteamiento, la investigación se guía por la siguiente pregunta general: ¿Existirán las condiciones suficientes para potenciar el desarrollo socioeconómico y sustentable de Parras de la Fuente, con base en el patrimonio biocultural del sector vitivinícola? Esta pregunta se desagrega en tres preguntas secundarias, relacionadas con (i) el papel de la gestión comunitaria del patrimonio biocultural en el desarrollo sostenible, (ii) el papel de las instituciones locales en la gestión de los recursos naturales y (iii) la influencia de la preservación del terruño y la identidad cultural en el desarrollo económico y social de la comunidad.

Como hipótesis de trabajo se plantea que existen las condiciones económicas y sociales mínimas necesarias para impulsar un desarrollo económico sostenible, basado en el manejo comunitario del patrimonio biocultural y en la consolidación de instituciones inclusivas para la producción vitivinícola; no obstante, las limitantes más importantes están relacionadas con la gestión del agua, el fortalecimiento de la identidad cultural y el desarrollo de instituciones inclusivas.

De esta forma, el objetivo general de la investigación es analizar los aspectos económicos y el potencial del manejo comunitario del patrimonio biocultural en la actividad vitivinícola de Parras de la Fuente, Coahuila, evaluando la gestión de sus recursos naturales (particularmente el agua) y el papel de las instituciones (inclusivas o extractivas) como alternativa de desarrollo sostenible. Se plantean tres objetivos específicos. (1) Analizar el concepto de patrimonio biocultural y sus componentes sociales y económicos aplicados a la vitivinicultura de Parras. (2) Investigar cómo los factores sociales, ambientales e institucionales afectan la producción de vino local y la gestión comunitaria del patrimonio biocultural. Y (3) evaluar el desempeño económico del sector vitivinícola en México, Coahuila y Parras. Esto es para identificar estrategias que fortalezcan a la industria y potencien su papel en el desarrollo regional.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolla en el municipio de Parras de la Fuente, Coahuila, con un horizonte de análisis histórico de 1961 a 2024 para las variables económicas del sector, y se emplea un enfoque metodológico mixto, secuencial y complementario.

En una primera etapa, se utiliza un enfoque cualitativo para profundizar en la percepción de los actores relevantes del sector vitivinícola respecto al patrimonio biocultural y sus factores socioeconómicos. Mediante entrevistas en profundidad con productores, autoridades, comunidades locales y representantes institucionales, se analizan opiniones, experiencias y expectativas, explorando las complejidades de las relaciones socioculturales y los desafíos de la gestión de recursos en el contexto vitivinícola.

En una segunda etapa, se aplica un enfoque cuantitativo para medir la contribución del sector a la economía local, regional y nacional, así como la disposición de productores y consumidores a apoyar prácticas sostenibles. Para ello se utilizan encuestas estructuradas y se analizan datos secundarios de fuentes oficiales (INEGI, SIAP, Secretaría de Turismo del Estado de Coahuila) e internacionales (FAO), informes y estadísticas de producción vitivinícola.

Finalmente, se emplea un enfoque mixto que combina ambas metodologías para obtener una visión integral del potencial del manejo comunitario del patrimonio biocultural. Las entrevistas permiten explorar percepciones sobre dicho potencial. Mientras que las encuestas y los datos secundarios aportan evidencia cuantitativa sobre la disposición a apoyar prácticas sostenibles y sobre el desempeño económico del sector. La principal limitación identificada hasta el momento es la disponibilidad de recursos económicos, factor que puede incidir en el alcance del trabajo de campo y en la incorporación de herramientas tecnológicas avanzadas para el análisis de datos.

Resultados y discusión

Como primer paso, se terminó una revisión sistemática de la literatura sobre patrimonio biocultural y su uso económico, usando la metodología SALSA (Search, Appraisal, Synthesis, Analysis). A partir de un universo inicial de 150 documentos, un sistema de puntuación que combinó tipo de fuente, rigor metodológico y nivel de citación permitió concentrar el análisis en 23 trabajos de alta calidad. Los estudios coinciden en que el patrimonio biocultural es un enfoque integral que une biodiversidad, cultura, paisaje y formas de manejo. Además, sus beneficios económicos, externalidades positivas, identidad territorial y resiliencia socioecológica tienden a ser subestimados por los indicadores convencionales. Por lo tanto, su conservación debe entenderse como inversión y no como gasto. La literatura también menciona formas de evaluación como valoración contingente, precios hedónicos, análisis multicriterio y creación de marca territorial. Además, muestra que los acuerdos institucionales inclusivos, como dice Ostrom (1990), apoyan tanto la conservación como la generación de beneficios económicos a largo plazo.

Como segundo avance, se construyó una base de datos anual (1961-2024) que integra, para México, la superficie cosechada, el rendimiento y la producción de uva. También incluye los

volúmenes y valores del comercio exterior de uva y vino, los precios unitarios, el consumo aparente y variables macroeconómicas de contexto (índices de precios y PIB per cápita). Esta base constituye el insumo central para estimar, en una etapa posterior, un sistema de demanda casi ideal (AIDS) diferenciado por origen, siguiendo la propuesta de Carew et al. (2004), con el que se busca calcular elasticidades-precio e ingreso de la demanda de vino nacional e importado en México, y con ello discutir las implicaciones del acceso al mercado interno para la sostenibilidad económica de la vitivinicultura de Parras.

En conjunto, estos avances muestran que existe una base conceptual y empírica sólida para abordar la pregunta de investigación. La revisión de literatura aporta el marco analítico sobre valorización económica y gobernanza del patrimonio biocultural. Mientras que la base de datos histórica permitirá contrastar, con evidencia cuantitativa, si las condiciones de mercado y de gestión de recursos son consistentes con un escenario de desarrollo sostenible para la región.

Conclusiones

Los avances de esta investigación permiten sostener, de manera preliminar, que el patrimonio biocultural de Parras de la Fuente, articulado alrededor de la vid, el agua y la identidad cultural, posee un valor económico y social importante. Sin embargo, dicho valor se encuentra amenazado por la sobreexplotación de los recursos hídricos y por la debilidad de las instituciones encargadas de su gestión. La evidencia revisada hasta ahora apoya la importancia de estudiar el patrimonio biocultural desde la perspectiva de bienes comunes. La calidad de las instituciones y la participación de los actores locales son claves para alcanzar un desarrollo sostenible. La siguiente etapa de la investigación, centrada en la estimación del sistema de demanda AIDS y en el trabajo de campo cualitativo y cuantitativo, permitirá contrastar la hipótesis planteada y precisar las estrategias más adecuadas para fortalecer, de manera sostenible, la vitivinicultura de Parras.

Literatura citada

Libros

Mora Cortés, M. T., Sánchez Luna, G. S., Lucero González Hernández, K. M., Ayala Escalante, M., Ricardo Mora Cortés, L. F., y Madero Tamargo, E. (2017). Uvas, tierra y memoria: Coahuila, raíz de la vitivinicultura en América. Quintanilla Ediciones.

Ostrom, E. (1990). Governing the commons. The evolution of institutions for collective action. Cambridge University Press.

Vázquez Elorza, A., Borrego Pérez, N. C., Herrera García, A. F., y Sánchez Osorio, E. (2022). Patrimonio biocultural de la vitivinicultura: Acercamientos a los casos de Parras, Coahuila, y Ensenada, Baja California. En A. Vázquez Elorza, N. C. Borrego Pérez, A. F. Herrera García y E. Sánchez Osorio (Coords.), La industria vitivinícola mexicana en el siglo XXI: retos

económicos, sociales y ambientales (pp. 457-480). Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C.

Revistas

Carew, R., Florkowski, W. J., y He, S. (2004). Demand for domestic and imported table wine in British Columbia: A source-differentiated almost ideal demand system approach. Canadian Journal of Agricultural Economics, 52(2), 183-199. https://doi.org/10.1111/j.1744-7976.2004.tb00101.x

Cereceda-Quintanilla, I. C., García-Zavaleta, A. D., López-Abanto, W. H., Benavente-Escobar, C. L., Aguirre-Alegre, E. M., y Guevara-García, D. I. (2019). Geología del Pisco, Valle de Ica. Journal of Geology, 12(3), 271-289.

Duarte-Abadía, B., y Boelens, R. (2019). Colonizing rural waters: The politics of hydro-territorial transformation in the Guadalhorce Valley, Málaga, Spain. Water International, 44(2), 148-168. https://doi.org/10.1080/02508060.2019.1578080

González-Juárez, A., Hernández-Ortiz, J., Martínez-Damián, M. A., Melo-Guerrero, E., Valdivia-Alcalá, R., Cervantes-Luna, J. O., y Sandoval-Romero, F. (2022). Preferences of wine consumers from Dolores Hidalgo, Guanajuato: A choice experiment approach. Agrociencia, 1-12.

Hommes, L., Boelens, R., Harris, L., y Veldwisch, G. J. (2019). Rural-urban water struggles: Urbanizing hydrosocial territories and evolving connections, discourses and identities. Water International, 44(2), 81-94. https://doi.org/10.1080/02508060.2019.1583311

Méndez-Trujillo, V., y González-Mendoza, D. (2021). Preliminary studies of bioactive compounds and color in Mexican red wines from Baja California region. Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales, 8(1), 42-49.

Montiel-Flores, J. C. (2022). La sostenibilidad en el discurso promocional de las empresas enoturísticas del estado de Guanajuato, México. Revista Ñeque, 5(13), 613-633.

Novo, G., Osorio, M., y Sotomayor, S. (2018). Wine tourism in Mexico: An initial exploration. Anatolia, 29(1), 1-12.

Ozuna, C., y Zanor, G. (2022). La vitivinicultura en el estado de Guanajuato: relación entre terruño, uva y vino. Journal of Viticulture, 16(2), 110-125.

Ramírez Torres, J. I. (2023). Uso eficiente del agua en zonas vitivinícolas semiáridas. Universidad Autónoma de Querétaro.

Referencias electrónicas

Amaya, R., y Santiago, D. (2024). Coahuila y el crecimiento industrial por inversiones. Milenio. https://www.milenio.com/negocios/coahuila-y-el-crecimiento-industrial-por-inversiones

González, M., Velázquez, A., y García, B. (2017). Destaca Coahuila por su diversidad industrial. Somos Industria. https://www.somosindustria.com/articulo/destaca-coahuila-por-su-diversidad-industrial/

Peña, J., y Rodríguez, F. (2022). 'Guerra' por el agua en Parras: errores de CONAGUA desata conflicto entre Casa Madero y ejidatarios. Vanguardia. https://vanguardia.com.mx

Saucedo, O. (2023). Conflicto de agua en Parras entre Casa Madero y ejidatarios. Posta. https://coahuila.posta.com.mx

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de Octubre 2025

Evaluación económica de la producción de fresa en macrotúnel en el estado Guanajuato, México

J. Martín González Elías[36*], Pérez Zavala, Ma. de Lourdes[3]. Orsohe Ramírez Abarca[37], Esther Figueroa Hernández[4],

RESUMEN

El cultivo de la fresa en México comenzó a consolidarse a mediados del siglo XX en el estado de Guanajuato, es decir, a partir de 1950 adquirió una mayor importancia. Pero sus registros oficiales de superficie cosechada de fresa en macrotúnel se iniciaron hasta el 2014. La superficie cosechada de fresa en agricultura protegida para el año 2025 representó el 51.7% del total nacional y dentro de esta la producción en macrotúnel represento el 47.6%. Para el periodo 2021 al 2025 tuvo crecimiento de 14.9% de acuerdo con su tasa media de crecimiento anual (TMCA). En esta investigación se tienen como objetivo evaluar la rentabilidad económica de la producción de fresa en macrotúnel en el Estado de Guanajuato. La metodología empleada ~~utilizada~~ se fundamenta en el calculó de los indicadores de evaluación económica de proyectos de inversión como el Valor Actual Neto (VAN); Relación Beneficio Costo (B/C); Tasa Interna de Retorno (TIR) con una tasa de actualización del 16.41%. Donde el VAN obtenido fue de 2,797,055 pesos, la B/C de 1.19pesos y la TIR de 66.13% lo que indica el resultado de cada uno de ellos, que la producción o el negocio es rentable. Por lo tanto, el cultivo de la fresa en macrotúnel es costoso por su inversión, pero rentable para los agricultores del estado de Guanajuato, como lo muestran los indicadores obtenidos. El análisis de sensibilidad muestra mayor sensibilidad a la disminución del ingreso, que, a los incrementos de los costos, siendo una oportunidad de negocio.

Palabras clave: fresa, rentabilidad, indicadores económicos, macrotúnel.

ABSTRACT

Strawberry cultivation in Mexico began to gain a foothold in the state of Guanajuato during the mid-20th century; specifically, it became increasingly important from 1950 onwards. However, official records regarding the harvested area of strawberries grown in high tunnels did not begin until 2014. By 2025, the harvested area of strawberries under protected agriculture accounted for 51.7% of the national total, with high-tunnel production representing 47.6% of that figure. Between 2021 and 2025, the sector experienced 14.9% growth, based on the Compound Annual Growth Rate (CAGR). This study aims to evaluate the economic profitability of high-tunnel strawberry production in the state of Guanajuato. The methodology is based on calculating economic evaluation indicators for investment projects, such as Net Present Value (NPV), Benefit-Cost Ratio (B/C), and Internal Rate of Return (IRR), using a discount rate of 16.41%. The results showed an NPV of 2,797,055 pesos, a B/C ratio of 1.19, and an IRR of 66.13%, all indicating that the production operation—or business—is profitable. Therefore, while high-tunnel strawberry

36* [3]Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Vida. Km 9 carretera Irapuato, Silao, Ex Hda. El Copal, Irapuato, Gto., 36500, México. Email: mgonzaleze@ugto.mx y mlperez@ugto.mx

37, [4] Universidad Autónoma del Estado de México. Profesor de Tiempo Completo. Centro Universitario de Texcoco. Avenida Jardín Zumpango S/N, Fraccionamiento el Tejocote. Texcoco, Estado de México. Email: orsohe@yahoo.com y esfigue_3@yahoo.com.mx.

cultivation requires significant initial investment, it is profitable for farmers in Guanajuato, as evidenced by the calculated indicators; furthermore, sensitivity analysis reveals that the operation is more sensitive to revenue decreases than to cost increases, highlighting its potential as a business opportunity.

Keywords: strawberry, profitability, economic indicators, high tunne

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de la economía mexicana. El cultivo de la fresa en México comenzó a consolidarse a mediados del siglo XX en el estado de Guanajuato, es decir, a partir de 1950 adquirió una mayor importancia, debido a las exportaciones hacia Estado Unidos de Norteamérica.

La fresa, conocida como la reina de las bayas, es apreciada por su color rojo brillante, textura jugosa y sabor refrescante, en el 2025 tuvo un consumo anual per cápita de 2.9 kg. Del 2018 al 2023 se incrementó en 35.0% su producción. México fue el quinto productor mundial durante 2023 y 2024 aportando el 5.9% de la producción total. *(*Este cultivo generó en el país el 1.14% del PIB agrícola en 2016 y el 2.4% en el 2024, además de ser un importante producto de exportación (*Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2025).*

La tecnología de la agricultura protegida la integra la producción en invernadero, maya sombra o casa sombra, macrotúnel, microtúnel, techo sombra y pabellón que para México son una alternativa de alta productividad *(SIAP, 2024)* y tiene sus inicios en los 90s con invernaderos de cristal importados de Holanda (Castellanos y Camacho, 2016).

Se iniciaron los registros oficiales de superficie cosechada en macrotúnel o maya sombra hasta el año 2014. Sin embargo, de acuerdo con los datos con que cuenta el Consejo Nacional de la Fresa A.C. en el estado de Michoacán se cuenta con un total de 4,325 ha cultivadas con fresa, de las cuales 3,100 hectáreas se encuentran bajo la tecnología de macrotúnel, en las cuales el rendimiento supera las 70.0 t. /ha. (González, 2015)

En la república mexicana la superficie cosechada de fresa en agricultura protegida para el año 2025 representó el 51.7% y bajo la tecnología de macrotúnel el 47.6% a nivel nacional (SIACON, 2026). El Cuadro l, muestra el promedió de la superficie cosechada en macrotúnel en México para el periodo 2021 al 2025 donde se tuvo crecimiento de 14.9% de acuerdo con su tasa media de crecimiento anual (TMCA), siendo Michoacán el principal productor con una superficie en promedio por año de 3,764.3 ha y un ritmo de crecimiento del 19.5% de acuerdo con su TMCA y Guanajuato ocupo el segundo lugar con 1,196.6 ha y una TMCA de 1.5%.

Cuadro l. Superficie cosechada de fresa en macrotúnel en México para el periodo 2021 al 2025 en ha.

Estado	2021	2022	2023	2024	2025	Promedio	%	TMCA
Aguascalientes	59.0	51.5	62.3	62.3	62.3	59.5	1.1	1.1
Guanajuato	1,136.4	1,139.2	1,225.7	1,259.5	1,222.0	1,196.6	22.5	1.5
Jalisco	117.0	280.0	328.0	328.0	330.0	276.6	5.2	23.0
México		15.0	15.0	20.0	30.0	20.0	0.4	14.9
Michoacán	2,236.0	2,686.5	2,789.0	5,653.0	5,456.9	3,764.3	70.8	19.5
Zacatecas	4.1	4.3	1.5	3.6	3.9	3.5	0.1	- 1.0
Total	3,552.5	4,176.5	4,421.5	7,326.4	7,105.1	5,316.4	100.0	14.9

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON, 2026.

Guanajuato con una superficie cosechada en promedio de 1,193.6 ha de fresa en macrotúnel distribuidas en 12 municipios, siendo el municipio de Irapuato el que encabeza con mayor superficie cosechada en promedio por año con 540 ha y representa el 43.3% del total estatal con un ritmo de crecimiento del 1.6% de acuerdo con su TMCA. Seguido del municipio de Tarandacuao que se ubica en la frontera con el estado de Michoacán. También está ubicado dentro de la región hidrológica Lerma-Chapala, a unos 154 kilómetros de la ciudad de Irapuato, con 414 ha cosechadas que representan el 34.7% del Estado, un ritmo de crecimiento de 1.2% anual. En tercer lugar, se ubica el municipio de Jaral del Progreso con 74.9 ha en promedio y un ritmo de crecimiento del 0.5%, como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Superficie cosechada de fresa en macrotúnel en Guanajuato para el periodo 2021 al 2025 en ha.

Municipio	2021	2022	2023	2024	2025	Promedio	%	TMCA
Manuel Doblado	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	5.0	-
Coroneo			6.0	8.0	8.0	7.3	0.6	5.9
Cortazar	13.0	13.0	15.0	16.0	16.0	14.6	1.2	4.2
Irapuato	517.0	520.0	545.0	560.0	560.0	540.4	45.3	1.6
Jaral del Progreso	74.2	74.2	74.2	76.0	76.0	74.9	6.3	0.5
León			42.5	42.5	5.0	30.0	2.5	-34.8
Purísima del Rincón	22.0	22.0	22.0	20.0	20.0	21.2	1.8	-1.9
San Francisco del Rincón	15.0	16.0	26.0	28.0	28.0	22.6	1.9	13.3
San José Iturbide	7.0	7.0	8.0	7.0	7.0	7.2	0.6	-
Santiago Maravatío	5.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.6	0.6	7.0
Tarandacuao	400.0	410.0	410.0	425.0	425.0	414.0	34.7	1.2
Valle de Santiago	8.2	10.0	10.0	10.0	10.0	9.6	0.8	4.0
Total	1,121.4	1,139.2	1,225.7	1,259.5	1,222.0	1,193.6	100.0	1.7

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON, 2026.

Las 5,316.4 h cosechadas de fresa en promedio por año en México en seis estados generan un valor de $5,678,260 miles de pesos en promedio por año del 2021 al 2025 y este tuvo un ritmo de crecimiento anual de 17.8% de acuerdo con su TMCA. Siendo Michoacán el que encabeza el primer lugar con un valor de 4,325,739 miles de pesos que representa el 76.9% del total nacional y tuvo un crecimiento anual de 22.4% superior al promedio nacional con 4.6% esto explica que tiene el primer lugar. Seguido de Guanajuato con $981,352 miles de pesos y representa el 17% del total nacional a un ritmo de crecimiento de 3.2% como lo señala la TMCA, Jalisco ocupa el tercer lugar con 5.3% del valor total y tuvo crecimiento anual de 10.4%, como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Valor de la producción de fresa en macrotúnel a nivel nacional del 2021-2025 (miles de pesos).

Estado	2021	2022	2023	2024	2025	Promedio	%	TMCA
Aguascalientes	55,181	47,779	52,932	48,723	57,245	52,372	0.9	0.7
Guanajuato	887,091	902,909	983,418	1,093,619	1,039,722	981,352	17.3	3.2
Jalisco	136,574	330,526	384,835	426,797	224,373	300,621	5.3	10.4
México		18,931	17,407	25,139	19,617	20,274	0.4	0.7
Michoacán	2,312,904	3,082,102	3,119,555	6,771,747	6,342,389	4,325,739	76.2	22.4
Zacatecas	2,376	2,208	798	2,117	2,285	1,957	0.03	-0.8
Total	3,394,126	4,384,455	4,558,945	8,368,142	7,685,631	5,678,260	100.0	17.8

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON, 2026

La producción estatal de fresa en Guanajuato generó un valor de $981,352 miles de pesos en promedio para el periodo de análisis, distribuido en 12 municipios, destacando Irapuato en primer lugar con $435,537 miles de pesos que representa el 44.4% del total estatal y tuvo un ritmo de crecimiento del 4.8%, seguido de Tarandacuao con $315,879 miles de pesos y con crecimiento descendente de 0.2% de acuerdo a su TMCA. En tercer lugar, lo obtuvo Manuel Doblado con $71,304 miles de pesos y su crecimiento fue de 0.4%, como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Valor de la producción de fresa en macrotúnel en los Municipios de Guanajuato 2021-2025 (miles de pesos)

Municipio	2021	2022	2023	2024	2025	Promedio	%	TMCA
Coroneo			1,839	2,479	8,875	4,398	0.4	37.0
Cortazar	9,053	9,759	13,201	14,603	7,888	10,901	1.1	-2.7
Irapuato	368,432	399,195	457,530	486,152	466,377	435,537	44.4	4.8

Jaral del Progreso	41,718	52,980	56,477	61,449	64,954	55,515	5.7	9.3
León			47,817	54,630	6,543	36,330	3.7	-32.8
Manuel Doblado	64,335	77,226	73,471	75,779	65,709	71,304	7.3	0.4
Purísima del Rincón	22,262	28,229	30,234	21,604	17,612	23,988	2.4	-4.6
San Francisco del Rincón	15,305	21,177	28,354	31,559	33,369	25,953	2.6	16.9
San José Iturbide	4,165	5,377	6,344	6,223	6,215	5,665	0.6	8.3
Santiago Maravatío	3,715	5,433	4,828	4,697	5,204	4,775	0.5	7.0
Tarandacuao	352,444	296,508	255,543	326,050	348,852	315,879	32.2	-0.2
Valle de Santiago	5,663	7,024	7,782	8,395	8,123	7,397	0.8	7.5
Total	887,091	902,909	983,418	1,093,619	1,039,722	981,352	100.0	3.2

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON, 2026

Para la realización del presente trabajo, se planteó el siguiente objetivo: Evaluar la rentabilidad económica de la producción de fresa en macrotúnel en el Estado de Guanajuato. Mediante un análisis de rentabilidad, que consiste en calcular los indicadores económicos (sin considerar endeudamiento con terceros) que se utilizan en la evaluación de proyectos de inversión, considerando los ingresos y egresos, así como su proyección durante un periodo de tiempo de 10 años, que es el periodo de análisis del proyecto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se fundamenta adoptando la metodología empleada en el calculó de los indicadores de evaluación económica de proyectos de inversión, así como en la revisión de las bases de datos de variables económicas del cultivo de fresa en macrotunel con acolchado y sistema de riego por goteo, como la superficie cosechada, valor de la producción (Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2026). Y la base de datos Agrocostos de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) en agricultura protegida para el ciclo primavera verano 2025 / 2026. Bajo la Tecnología Bombeo-Mejorada-Fertilizado (BMF). Para los productores del Estado de Guanajuato. Con 30,471 km² (3,047,106 ha), ocupa el vigésimo segundo lugar entre las entidades del país en cuanto a extensión territorial del país (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [NEGI],-2020).

El cálculo de la rentabilidad del sistema de producción es a través de los indicadores de evaluación económica de proyectos de inversión (Sapag, 2011). Los indicadores de rentabilidad económica consideran el valor del dinero en el tiempo e incluyen: Valor Actual Neto (VAN), Relación

Beneficio-Costo (B/C), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K) (Gitttinger, 1983).

Indicadores de evaluación económica

Estos indicadores son utilizados en la evaluación de proyectos, pues son conceptos valorizados que expresan el rendimiento económico de la inversión y basándose en estos valores podemos tomar la decisión de aceptar o rechazar un proyecto (Muñante, 2004). Con base en esto, se puede tomar la decisión de aceptar, rechazar la realización de un proceso o evaluar la rentabilidad del proyecto. Además, esta evaluación permite comparar y seleccionar entre diferentes alternativas. Los indicadores son aquellos que consideran el valor del dinero en el tiempo; por ejemplo: Valor Actual Neto (VAN); Relación Beneficio-Costo (B/C); Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

La determinación de cada uno de los indicadores mencionados es:

Valor Actual Neto (VAN). También llamado Valor Presente Neto (VPN), se determina por la diferencia entre el valor actualizado de la corriente de beneficios menos el valor actualizado de la corriente de costos, a una tasa de actualización previamente determinada. Sin embargo, también se puede determinar por el valor que da la sumatoria del flujo de fondos actualizados o los beneficios netos actualizados que incrementan a la tasa de actualización previamente determinada. Matemáticamente se escribe en la ecuación número 1 (Muñante, 2004).

$$\boldsymbol{VAN} = \sum_{t=1}^{T}(Bt - Ct)\,(1+r)^{-t} \qquad (1)$$

Dónde: Bt = Beneficios en cada periodo del proyecto; r = Tasa de actualización entre cien (I/100); t = Cada periodo del proyecto (año 1,2,…,T); T = Número de vida útil del proyecto o periodo de análisis; Ct = Costos en cada periodo del proyecto y $(1+r)^{-t}$ = Factor de actualización o descuento.

Relación Beneficio-Costo (B/C). Es el cociente que resulta de dividir el valor actualizado de la corriente de beneficios entre el valor actualizado de la corriente de costos, a una tasa de actualización o de descuento, previamente determinada. Su expresión matemática en la ecuación número 2.

$$\boldsymbol{R/C} = \sum_{t=1}^{T} Bt(1+r)^{-t} \,/\, \sum_{t=1}^{T} Ct(1+r)^{-t} \qquad (2)$$

De acuerdo con el criterio formal de elección de los proyectos de inversión a través de este indicador, se admitirán los proyectos o se catalogarán como rentables si su B/C sea igual o mayor que uno, (B/C=>1).

Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K). Es el cociente que resulta de dividir la sumatoria del valor actual del flujo de fondos o beneficios incrementales netos en los años después de que esta corriente se ha vuelto positiva, entre la sumatoria del valor actual de la corriente del flujo de fondos

en aquellos primeros años del proyecto, en que esa corriente es negativa a una tasa de actualización previamente determinada. En términos matemáticos se expresa en la ecuación número 3.

$$\boldsymbol{N/K} = \sum_{t=1}^{T} Nt(1+r)^{-t} / \sum_{t=1}^{T} Kt(1+r)^{-t} \qquad (3)$$

Dónde: Nt = Corriente del flujo de fondos en cada periodo, después de que este se ha vuelto;
Kt = Corriente del flujo de fondos en los periodos iniciales del proyecto cuando éste es negativo.

El criterio formal de selección a través de este indicador es aceptar todos los proyectos cuyas N/K sea igual o mayor que uno, a la tasa de actualización seleccionada.

Tasa Interna de Retorno (TIR). Es la tasa de actualización que hace que el valor actualizado de la corriente de beneficios totales se iguale al valor actualizado de la corriente de costos totales. Su expresión matemática es la ecuación número 4.

$$\boldsymbol{TIR} = \sum_{t=1}^{T} Bt(1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^{T} Ct(1+r)^{-t} = 0 \qquad (4)$$

La TIR se calcula, en la forma tradicional, por tanteo e interpolación de acuerdo con Muñante (2004). Este cálculo se hace buscando la tasa de actualización que trate de igualar a cero el flujo actualizado de fondos, hasta encontrar los dos flujos de fondos actualizados que más se acerquen a cero, debiendo ser uno positivo y el otro negativo. Sin embargo, la diferencia entre las tasas debiera ser de cinco puntos porcentuales como máximo, con el objeto de que el resultado tenga un mínimo de error. Una vez obtenidas estas tasas se realiza la interpolación aplicando la ecuación número 5.

$$\boldsymbol{TIR} = I_1 + (I_2 - I_1)[(FFA_1)/(FFA_1 - FFA_2)] \qquad (5)$$

Dónde: $\mathbf{I_1}$ = Tasa menor de actualización; $\mathbf{I_2}$ = Tasa mayor de actualización; $\mathbf{FFA_1}$ = Flujo de fondos actualizados a la tasa menor y $\mathbf{FFA_2}$ = Flujo de fondos actualizados a la tasa mayor.

Punto de equilibrio. El concepto de equilibrio es entendido como aquel punto en el cual los ingresos por ventas igualan a los costos de producción, lo cual quiere decir, que no habrá pérdidas ni ganancias. A partir de esta condición es posible obtener el nivel de producción que se necesita para la operación del agronegocio y de ahí obtener el punto de equilibrio.

Por lo que, el punto de equilibrio se concreta como el punto donde se cruzan las líneas de ingresos y costos totales. La fórmula para su cálculo es la ecuación número 5. Que está determinado en unidades monetarias (Baca, 2010).

$$\boldsymbol{PE.VV} = \frac{CF}{1-(CV/IT)} \qquad (6)$$

Y para obtenerlo en unidades de medida se utiliza la ecuación número 7.

$$\boldsymbol{PE.VP} = \frac{PE.VV}{(IT/UV)} \qquad (7)$$

En donde: PE. VV= punto de equilibrio en el valor de ventas, PE. VP= punto de equilibrio en el volumen de producción, CF = Costos fijos, CV = Costos variables, IT = Ingreso total, UV= unidades vendidas

La Programación en **Stadistical Analysis System (SAS)** se utilizó para la evaluación económica de este proyecto de la siguiente manera de acuerdo con Vázquez, et al. 2006:

```
DATA FRESA; ARRAY FA(I) FA1-FA00; INPUT T BEN COST; FC=BEN-COST; DO I=1 TO 300;
R=I/100; M=1; TD=0.1641; P=1; FA=(1/(1+((R/M))**(M*T)))*FC; FCA=FC/((1+TD)**T); B=0; IF FCA>0 THEN B=FCA; IN=0; IF FCA<0 THEN IN=FCA*(-1); BA=BEN/((1+(TD/P))**(P*T)); CA=COST/((1+(TD/P))**(P*T)); END; OUTPUT; CARDS;
……Espacio para datos…….;
PROC PRINT; VAR T BEN COST FC BA CA FCA; PROC MEANS N SUM; VAR BEN COST BA CA FC FCA;
PROC MEANS N SUM; VAR BA CA FA1-FA300 B IN; OUTPUT OUT=NEW SUM=BA CA FA1-FA300 B IN; DATA B; SET NEW; RBC=BA/CA; VAN=BA-CA; NK=B/IN; PROC PRINT; VAR VAN RBC NK; RUN;
```

Evaluación económica. La evaluación económica de proyectos tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión en un proyecto antes de la implementación de este. Los indicadores de evaluación económica se obtuvieron mediante el paquete estadístico SAS. Ya que se puede programar de acuerdo con las necesidades o requerimientos de la investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información obtenida y proyectada de los egresos e ingresos totales del proyecto a 10 años se muestra en el cuadro 5, permitió obtener los cálculos de los indicadores de rentabilidad utilizando una tasa de actualización de 16.41%[38], en el momento de la evaluación del proyecto, que es lo que les estaría cobrando una Institución Bancaria o intermediario financiero al conseguir financiamiento para la implementación.

Cuadro 5. Egresos e Ingresos totales proyectados a 10 años del proyecto (miles de pesos).

Años	Egresos	Ingresos	Flujo de Fondos del proyecto	Factor de actualización (16.41%)
1	4,168,070	2,444,085	-1,723,985	0.85903
2	2,567,754	4,047,976	1,480,222	0.73794

[38] 7.27% Tasa de CETES (17/03/2025) más 9.14 puntos de intermediación de la institución financiera, al momento de aprobación del crédito.

3	3,447,390	4,047,976	600,586	0.63391
4	2,567,754	4,047,976	1,480,222	0.54455
5	3,447,390	4,047,976	600,586	0.46779
6	2,567,754	4,047,976	1,480,222	0.40184
7	3,447,390	4,047,976	600,586	0.34520
8	2,567,754	4,047,976	1,480,222	0.29654
9	3,447,390	4,047,976	600,586	0.25473
10	2,567,754	4,047,976	1,480,222	0.21883

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida 2025.

Los flujos de ingresos y egresos actualizados que permiten obtener los indicadores de evaluación económica del proyecto de inversión se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Flujo de Egresos e Ingresos totales actualizados del proyecto a 10 años del proyecto (miles de pesos).

Años	Egresos	Ingresos	Flujo de Fondos del proyecto	Factor de actualización (16.41%)
1	3,580,508	2,099,549	-1,480,959	0.85903
2	1,894,841	2,987,152	1,092,311	0.73794
3	2,185,343	2,566,062	380,719	0.63391
4	1,398,274	2,204,331	806,057	0.54455
5	1,612,646	1,893,592	280,947	0.46779
6	1,031,838	1,626,658	594,820	0.40184
7	1,190,031	1,397,352	207,321	0.34520
8	761,432	1,200,371	438,939	0.29654
9	878,168	1,031,158	152,990	0.25473
10	561,889	885,799	323,910	0.21883

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida 2025.

Una vez calculados los flujos de utilidad anual que se usan para el cálculo de los indicadores de la evaluación económica obtenidos en el presente proyecto de investigación se muestran a continuación en el cuadro 7.

El valor actual Neto (VAN) obtenido durante la vida útil del proyecto (10 años) a una tasa de actualización del 16.41%, el proyecto permitirá generar utilidades netas hasta de $2,797,055 miles de pesos. De acuerdo con el criterio formal de selección y evaluación a través de este indicador, el proyecto se dictaminó como viable o rentable.

Cuadro 7. Indicadores rentabilidad, 2025.

Indicadores de Evaluación	Valores Obtenidos
VAN	$2,797,055

B/C	1.19
TIR	66.13%
N/K	2.89

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida 2025.

La Relación Beneficio Costo (B/C) que alcanzo el proyecto fue de 1.19 pesos, la cual se nos indica que durante la vida útil del proyecto por cada peso invertido se obtendrá un beneficio neto de 0.19 pesos; es decir, por cada peso invertido a una tasa de actualización de 16.41%, se obtendrá una ganancia de 0.19 pesos. Como la relación es mayor que uno, cumple con el criterio formal de selección y evaluación, indicando que el proyecto es viable y rentable.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) fue 66.13%. Esto significa que obtendrá durante la vida útil del proyecto una rentabilidad promedio de 66.13% o también se le interpreta como la capacidad máxima que puede soportar un proyecto en donde los beneficios actualizados son iguales a los costos actualizados. También este indicador indica cual es la tasa de interés máxima que el proyecto puede soportar para ser viable, por ser la TIR mayor que la tasa de actualización seleccionada, se concluye que se debe continuar con el proyecto.

Finalmente, la **Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K)** que se obtuvo en el proyecto fue de 2.89 pesos, que es aceptado por ser mayor a uno. Este indicador señala que, por cada peso invertido inicialmente, se obtendrán beneficios netos totales de 2.89 pesos o que la inversión inicial actualizada podrá incrementarse hasta en 189%, a fin de que se igualen los beneficios netos totales actualizados. El resultado de este indicador cumple con el criterio formal de selección y evaluación que debe ser mayor que uno.

Con respecto al cálculo del punto de equilibrio del Agronegocio se utilizaron los datos del cuadro 8, que muestra los costos totales de operación durante el primer año de operación, así como el número de kilogramos producidas y vendidos, también durante el primer año de funcionamiento

Cuadro 8. Costos de operación del Agronegocio Producción de Fresa en macrotúnel 2025.

Costos	Pesos ($)
Fijos	2,265,014
Variables	1,903,056
Ingreso Totales	2,444,085
Unidades vendidas (toneladas)	75

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida 2025.

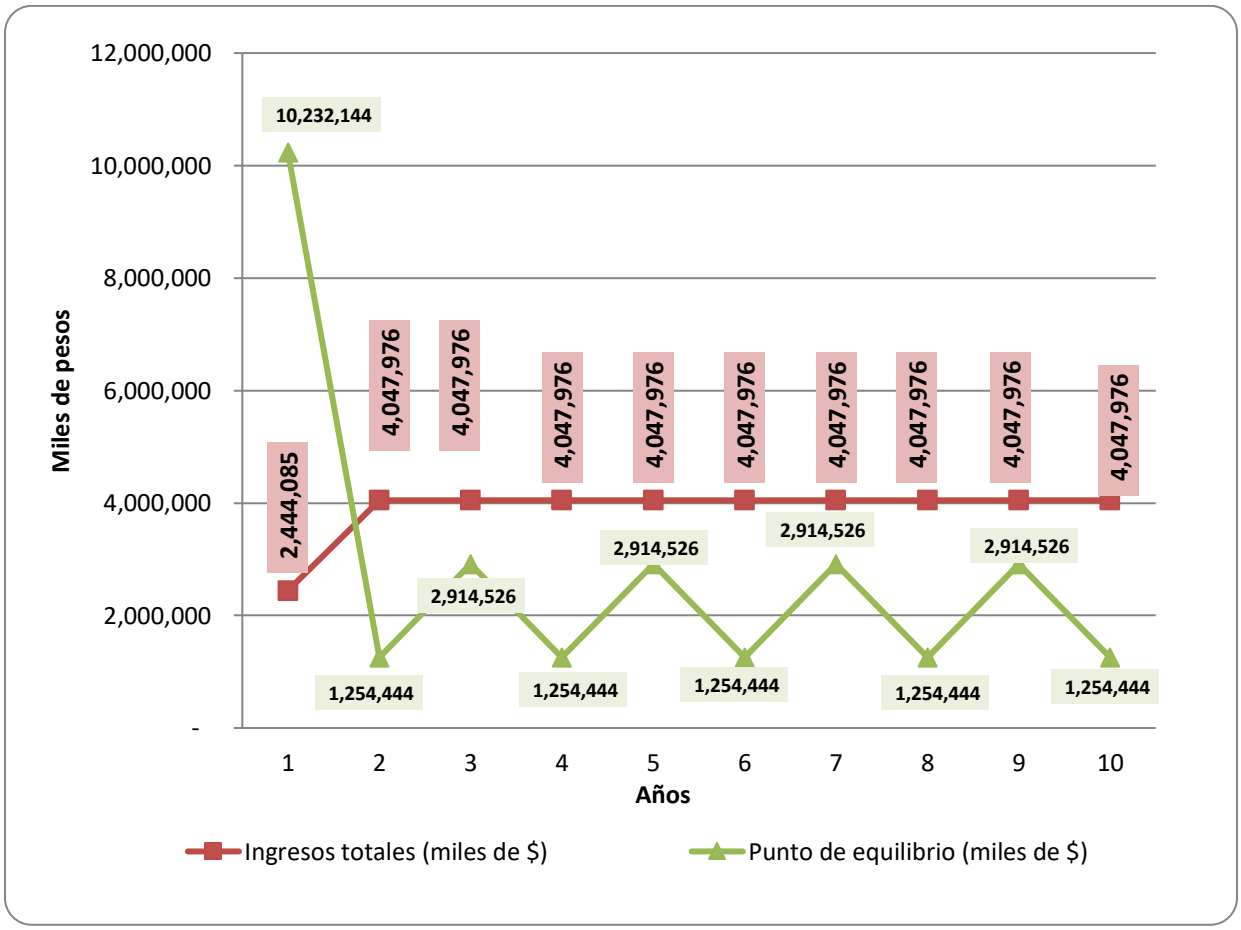
El punto de equilibrio se calculó de la siguiente manera:

$PE.VV = 10{,}232{,}144$ miles de pesos
y
$PE.VP = 314$ toneladas

En el Agronegocio producción de fresa en macrotúnel se requiere obtener un ingreso mínimo por venta de la producción de $ 10.2 millones de miles de pesos, para que estos ingresos puedan cubrir los costos totales es decir, para que la empresa esté en una condición de equilibrio, pero este cálculo del punto de equilibrio solamente fue para el primer año e indica que se requiere obtener 418.37% más de ingreso para poder estar en condiciones de equilibrio, lo que equivale a generar $7.8 millones de miles de pesos, es decir, que equivalen a producir 239 toneladas más de producto por la empresa.

En la gráfica 1, se muestran los ingresos totales que deben generase como punto de equilibrio en cada uno de los años de la proyección del agronegocio. Es decir, el ingreso mínimo que se debe tener durante los 10 años de proyección del proyecto para el agronegocio mediante la producción genere el valor para que la empresa al menos esté en condiciones de equilibrio.

Gráfica 1. Ingresos totales y punto de equilibrio en miles de pesos por la producción en fresa en macrotúnel**.**



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida 2025.

Como claramente se observa en el primer año el punto de equilibrio fue de 10.2 millones de miles de pesos y los ingresos totales fueron de 2.4 millones de miles de pesos. Esto revela que los gastos superaron a los ingresos, que es lógico debido a la inversión inicial; es decir, por la adquisición de los activos fijos del como el establecimiento del macrotúnel.

A consecuencia de esto el punto de equilibrio es mayor en 418.6% que los ingresos totales que se obtienen durante el primer año. Pero a partir del segundo año el 30.9% de los ingresos obtenidos por la producción se está en equilibrio lo que quiere decir que, a partir de este año, se empieza a generar un 69.1% de ganancia. Y así sucesivamente para el tercer año la ganancia es mayor que el punto de equilibrio.

Al realizar el análisis de sensibilidad en el proyecto se puede esperar que, durante un periodo de tiempo de análisis a mediano o largo plazo, que en este caso sea 10 años. El proyecto pueda mostrar su rentabilidad o no ser rentable debido al aumento de los costos totales y/o disminuciones en los ingresos totales en el Agronegocio, como se muestra en el cuadro 9.

Al efectuar este análisis de sensibilidad a través de los costos, que consistió en hacer incrementos del 10 y del 20% a los costos totales de producción manteniendo constante los ingresos totales, obteniendo los indicadores de rentabilidad en cada uno de los casos como se muestran en el cuadro 9, sigue siendo el agronegocio rentable. Pero cuando hay un incremento del 20% en los costos totales el Agronegocio no es capaz de soportar ese aumento y solo soporta un incremento del 15.5% para que todavía muestre viabilidad.

Cuadro 9. Indicadores de rentabilidad con incrementos del 10 y 20% de los costos totales manteniendo constantes los ingresos totales.

INDICADORES DE EVALUACIÓN	VALORES OBTENIDOS
Incrementó del 10% de los costos totales	
VAN	$1,007,852
B/C	1.07
TIR	33.3%
N/K	1.6
Incrementó del 20% de los costos totales	
VAN	-$781,351
B/C	0.95
TIR	2.67%
N/K	0.59

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida 2025.

Al efectuar en análisis sensibilidad a través de los ingresos, que se realizó mediante la proyección de una disminución del 10 y del 20% en los ingresos totales manteniendo constantes a los costos totales. Solo en el primer escenario los indicadores de rentabilidad obtenidos siguen mostrando rentabilidad y viabilidad del agronegocio a pesar de un decremento significativo del 20% dejaron de serlo y solo soportaron hasta el 15.5%.

CONCLUSIONES

4. Los resultados obtenidos de los indicadores de evaluación económica VAN, B/C y TIR, muestran que es rentable el Agronegocio para la producción de fresa en macrotúnel debido a que se superaron sus valores críticos durante la vida útil del proyecto y a una tasa de actualización del 16.41%.

5. A partir del segundo año de inversión se empieza a obtener ganancia y del cuarto se recupera la inversión.

6. El análisis de sensibilidad muestra que los indicadores de rentabilidad son más sensibles por el lado de los ingresos totales al simular una disminución de estos en las mismas magnitudes que los incrementos en los costos totales, es decir, los indicadores obtenidos muestran menor

rentabilidad y existe un mayor riesgo en sus utilidades en la medida que los ingresos tiendan a disminuir por bajas en los precios de mercado y por la disminución de la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS CONSULTADAS

11. Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de proyectos* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

12. Castellanos, J. Z., y Camacho, F. F. (2016). Veinticinco Años de Horticultura Protegida en México [Trabajo presentado]. XXI Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Quito, Ecuador. https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/veinticinco-anios-de-horticultura-protegida-en-mexico

13. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). (2025). Base de datos Agrocostos: Producción de fresa en macrotúnel bajo tecnología BMF, ciclo primavera-verano 2025/2026. Banco de México. Recuperado de https://www.fira.gob.mx

14. González Elías, J. M., Rucoba García, A., López Rocha, E., Ramírez Abarca, O., Ortiz Rosales, M. Á., & Pérez Zavala, M. de L. (2015). Evaluación financiera de la producción bajo condiciones de invernadero: Análisis del agronegocio "SPR de RL El Sureño Invernaderos". *Revista Mexicana de Agronegocios, 37*, 59–70. https://doi.org/10.22004/ag.econ.226149

15. Muñante Pérez, D. M. (2004). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*. División de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad Autónoma Chapingo. https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2019/09/MEMORIA-MESA-2-economia-tec-soc-hum-parte-1.pdf

16. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2025). *Panorama agroalimentario 2025: Fortaleciendo la estadística agroalimentaria desde la raíz*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://nube.agricultura.gob.mx/panorama_dgsiap/2025.pdf

17. 7.Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2024). *Panorama agroalimentario 2018-2024: La ruta de la transformación agroalimentaria*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://www.gob.mx/agricultura

18. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), 2026. Del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesquera https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

19. Spag Chain, Nassir. 2011. Proyectos de Inversión. Formulación y evaluación. Chile 2da. Edición, editorial Pearson Educación. 544 p.

20. Vázquez, P.M., Pérez, S.F., Gallardo, R.F., Hernández, F.E. 2006. Evaluación de Proyectos de Inversión Establecimiento y Administración de un Agronegocio. Universidad Autónoma Chapingo.

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de Octubre 2025

El turismo como vía para el desarrollo territorial: el caso de Tomatlán, Jalisco.

Marybel Soto Gil

https://orcid.org/0000-0003-0048-3308
marybelsotogil@gmail.com
Posdoctorante Universidad de Guadalajara Centro Universitario de la Costa.
Miguel Angel Ramírez Loyola
https://orcid.org/0000-0001-7968-9426
miguel.ramirez@tomatlan.tecmm.edu.mx
Profesor del TecNM: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henrique
Rodrigo Espinoza Sánchez
https://orcid.org/0000-0003-2148-5142
rodrigo.espinoza@academicos.udg.mx
Profesor – Investigador del Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara

RESUMEN

El turismo en las zonas costeras y rurales se ha visto como una vía para alcanzar el desarrollo territorial, sin embargo, se tienen que tomar en cuenta el impacto ecológico, y de la naturaleza para poder mantener el equilibrio y lograr un desarrollo sustentable, dentro de este marco la vinculación con las políticas públicas denotan los cambios existentes en los tipos de turismo, esta investigación parte desde el método deductivo con un análisis estadístico a nivel nacional del turismo, pasando al local y municipal y la evolución de las políticas públicas dentro del desarrollo territorial mediante el modelo referencial histórico, para analizar la viabilidad de tomar como vía de desarrollo territorial al turismo en Tomatlán, Jalisco mediante su caracterización y descripción estadística del PIB del sector turístico. Dentro de los resultados se encuentra que el turismo a nivel nacional, local y municipal puede ser expansivo a pesar de los diversos factores y que entre los principales desafíos del desarrollo territorial de Tomatlán se encuentra la incentivación de la educación, la infraestructura, el cumplimiento con las normativas del agua y el manejo de los desechos sólidos.

Palabras clave: Desarrollo territorial, Turismo, PIB, Rural, Políticas públicas.

ABSTRACT

Tourism in coastal and rural areas is viewed as a pathway to territorial development; however, ecological and environmental impacts must be considered to maintain balance and achieve sustainable development. Within this framework, the link to public policy highlights evolving tourism trends. This research employs a deductive approach, beginning with a national-level statistical analysis of tourism and moving to the local and municipal levels, while also examining the evolution of public policies regarding territorial development through a historical reference model. It assesses the viability of tourism as a development strategy for Tomatlán, Jalisco, through the characterization and statistical description of the tourism sector's PIB. The findings indicate that tourism at national, local, and municipal levels has the potential for expansion despite various challenges. Key challenges for territorial development in Tomatlán include promoting education

and infrastructure, as well as ensuring compliance with water regulations and solid waste management.

Keywords: Territorial development, Tourism, GDP, Rural, Public policy.

INTRODUCCIÓN

El turismo en zonas costeras se ha visto como una forma de alcanzar desarrollo económico y por ende se establece el desarrollo territorial mediante los objetivos de crecimiento del turismo sin embargo, en la zona de Tomatlán Jalisco se tiene una zona rural dividida entre la agricultura y el comienzo del desarrollo turístico, para ello se deben de considerar las políticas públicas y el impacto que tiene la privatización de los espacios que rodean las playas, los beneficios para los artesanos que viven en las zonas y el impacto ecológico.

El desarrollo territorial mediante el turismo requiere de un plan que asegure la conservación, distribución de los recursos naturales, su protección y minimizar el impacto ecológico.

Dentro de esta investigación se analiza mediante la estadística la evolución del turismo a nivel nacional, local Puerto Vallarta y municipal de Tomatlán, visualizando la probabilidad del crecimiento turístico desde donde se evidencian los retos ecológicos que se plantean al tomar como eje rector el turismo como herramienta del desarrollo territorial.

Ya que parte de los grandes retos que se plantean es la contaminación, la generación excesiva de los residuos y la pérdida de la biodiversidad(contaminación y desaparición de sitios RAMSAR) y espacios recreativos de libre acceso, espacios de la naturaleza y las políticas públicas se han ido modificando conforme a los cambios en los tipos de turismo.

Por lo cual se plantea ¿cuál es la viabilidad de tomar como eje rector al turismo como forma de desarrollo territorial en Tomatlán Jalisco? Y ¿Cuáles son los retos qué se presentan en este municipio para poder implementar el turismo como vía de desarrollo territorial?

“Los diversos factores internos que afectan a los destinos tienen como consecuencia final la pérdida de beneficios económicos, problemas ambientales y reflejados socioculturales, principalmente en la pérdida de calidad, falta de infraestructuras, estacionalidad, etcétera.” (Velázquez, 2024)

De tal manera que al tomar como vía del desarrollo territorial al turismo se deben de visualizar los espacios que requieren mantenerse libres de la modificación humana, conservando la naturaleza para la protección de la flora y fauna del mismo territorio, además de los mecanismos de restauración, es por ello, que la actuación de las autoridades se ve reflejada dentro de las políticas públicas que inciden en la infraestructura, la gestión e intervención administrativa, así como los objetivos estratégicos y operativos.

Sin embargo, como plantea López-Palomeque (2004) que el reto de las políticas públicas en el sector turístico se encuentra en enlazar el cumplimiento de los objetivos económicos y estratégicos del gobierno con los de las necesidades de la comunidad de la localidad, al ser pensados de manera

externa desde donde los agentes involucrados quedan a expensas de las decisiones externas mientras que la cultura se entrelaza con los cambios existentes.

Las dimensiones del turismo rural no se definen de manera estandarizada como una industria que busca repetir patrones, los factores culturales y de la comunidad local impactan de manera directa en el crecimiento no solo de las actividades sino de los mercados artesanales y la creación de las vías alternas de comercialización.

Ramírez O., Palmas Y. y Avilés M. (2022) Plantean que los factores que influyen en el Turismo pueden clasificarse de la siguiente manera:

Económico el cual toma en cuenta la infraestructura, el desarrollo empresarial (crecimiento y evolución), diversificación productiva, la creación de empleos y la medición de los ingresos de la comunidad local; social que implica el fortalecimiento de la educación, salud, seguridad y fortalecimiento de la identidad comunitaria; político donde la generación de las políticas públicas y planes estratégicos se entrelazan, así como la toma de decisiones; cultural revaloración de la cultura local y la capacidad de respuesta a la cultura integrada y medioambiental donde se prevé el impacto de la contaminación, el manejo de residuos, el fortalecimiento y generación de la conciencia ecológica y la conservación.

Mientras que para Calderón F. (2014) las dimensiones económica, social, institucional, ambiental, espacial y jurídica están ligadas al tipo de gestión ya sea pública, privada, comunitaria o mixta y a su vez estás deben de interrelacionarse con el desarrollo socioeconómico sostenible, la organización espacial y las definiciones estratégicas normativas.

Dentro de esta participación se busca que la participación ciudadana se fortalezca y que los requerimientos de cuidado ambiental estén presenten, sin embargo, este último factor resulta ser uno de los factores primordiales en el éxito de un desarrollo territorial basado en el turismo a largo plazo, el visualizar las normativas de atención y de uso del agua, así como el manejo de los residuos y la reconfiguración de las alternativas de reciclaje.

METODOLOGÍA

La investigación se plantea con un enfoque mixto cualitativo-cuantitativo dentro del método cualitativo se realiza un análisis documental y con una referencia histórica organizativa, así mismo se realiza la descripción de las variables que impactan en el desarrollo territorial mediante el turismo.

Se basa en un estudio deductivo en el estudio de caso lo cual permite analizar las variaciones nacionales y vincularlas con las locales, parte de la teoría general para llegar a comprender los acontecimientos particulares dentro de los ejes de análisis se encuentran la evolución de los tipos de turismo y el análisis de las necesidades del territorio rural para la implementación del turismo como vía del desarrollo territorial.

Donde la conceptualización teórica se centra en lo concreto y se vincula con las diversas dimensiones de análisis.

"Las investigaciones realizadas a través del método de estudio de caso, pueden ser descriptivas, si lo que se pretende es identificar y describir los distintos factores que ejercen influencia en el fenómeno estudiado; exploratorias, si a través de las mismas se pretende conseguir un acercamiento entre las teorías inscritas en el marco teórico y la realidad objeto de estudio y explicativas si se busca descubrir los vínculos entre las variables y el fenómeno a la vez que dotar a las relaciones observadas de suficiente racionalidad teórica, y predictiva si se examinan las condiciones límites de una teoría. (López W., 2013)

Para la estimación del comportamiento en el tiempo del PIBt se realizó una proyección e interpolación al pasado año 2003 al 2060, tomando como base la Tasa de Crecimiento Anual Compuesta (TCAC). El procesamiento de los datos históricos se realizó utilizando el lenguaje de programación Python (versión 3.9.7) tomando como base el TCAC y el PIB turístico base a precios constates del 2018, dado por el INEGI y el IIEG.

Aplicando la siguiente fórmula para la obtención de los datos del PIBT por medio de la Tasa de Crecimiento Anual Compuesto (TCAC).

$$PIB_t = PIB_{base}\,(1 + TCAC)^{(t-base)})$$

Donde:

PIBt :Producto Interno Bruto Turistico

PIB base: Es el PIBt del año base (2018)

TCAC: Tasa de Crecimiento Anual Compuesto

Los datos se representan en Millones de pesos Constantes del 2018, debido a la discrepancia y asimetría de la información a nivel local se han fijado los siguientes paramentos basados en las tendencias presentadas por el INEGI y IIEG:

Mexico: $ 1936678.16mdp / TCAC: 2.2% (Tendencia macro nacional)

Jalisco: $142272.5 mdp/ TCAC: 2.5 (Dinámica estatal)

Puerto Vallarta: $51101.7mdp/ TCAC: 3.5% (Alta consolidación y plusvalía turística)

Tomatlán: $119.3 mdp/ TCAC: 3.5% (Inversiones en Costa Alegra de Jalisco)

Se tomaron los datos oficiales para los años que se encontraron, en las bases de datos oficiales y para los demás se empleó la formula.

RESULTADOS

El desarrollo territorial está ligado al desarrollo económico de un lugar buscando satisfacer las necesidades de la población e incrementando la calidad de vida incluyendo la mayor cantidad de integración de los actores productivos, sin embargo, la agricultura se va desplazando creando uno de los principales problemas del sostenimiento general, la desvinculación con lo rural resulta ser una de las principales características la vinculación de la industrialización como equivalente del beneficio social.

Según la (CEPAL, 2024) el desarrollo territorial puede definirse como:

"Proceso de construcción social del entorno, impulsado por la interacción entre las características geofísicas, las iniciativas individuales y colectivas de distintos actores y la operación de las fuerzas económicas, tecnológicas, sociopolíticas, culturales y ambientales en el territorio".

En este sentido no solo se visualiza al territorio como un espacio geográfico sino como un conjunto de factores que se entrelazan con el desarrollo e implementación de acciones donde los cambios tecnológicos inciden en cambios estructurales en la sociedad y en la cultura.

El desarrollo territorial rural, parte de la premisa de un análisis de la cultura misma, la manera en la que se establece la productividad y el uso de la tecnología, para el fomento de las condiciones del proceso productivo en un campo concreto, (Coque, 2005) menciona que no existe un solo modelo para el desarrollo ya que el territorio cuenta con factores externos que permiten implementar variables estratégicas de acuerdo con los rasgos socioculturales de las zonas.

Sin embargo, cuando se habla de turismo no solamente se plantea la solvencia de las necesidades de la población se crean las necesidades para atraer a las personas, se juega con el deseo y la ruptura de la cotidianidad y actualmente con el acercamiento de la naturaleza.

"El enfoque territorial es una perspectiva de desarrollo rural y, más ampliamente, de los territorios que engloban espacios rurales y su relación con centros urbanos. No se reduce a un programa específico, se trata más bien de un enfoque general que orienta estrategias, involucra actores e inspira distintas iniciativas." (Valencia-Perafán, M. et. al., 2020).

"El turismo en México tuvo un inicio temprano, previo a 1926, en una región periférica y aislada como lo era en esos años la península de Yucatán. Las evidencias indican que el turismo surgió ahí como resultado de la confluencia de tres procesos: el primero fue económico, el segundo político y, el tercero, de índole científica" (Moreno E. y Enseñat F., 2021)tras la conformación de la ley de migración de los Estados Unidos Mexicanos con el presidente Plutarco Elías Calles.

Los objetivos del turismo no han cambiado radicalmente desde sus inicios ha buscado generar empleos y se ha brindado a una mayor importancia a los resultados económicos dentro de los cuales la inversión en la infraestructura se ha priorizado por encima de las demás variables, pero a su vez a estado ligado a la subsistencia de la agricultura en México, ya que se vio como una vía de subsistencia a partir de la crisis que se presentaba en el campo.

El desplazamiento del trabajo en el campo al ver como vía el desarrollo turístico no solamente se ha observado en las zonas costeras.

El sector campesino se vio en la necesidad de establecer estrategias de resistencia económica para sobrevivir, sin abandonar su parcela, ni desestructurar la unidad de producción campesina; entre los mecanismos a los que recurrieron los campesinos para subsidiar su economía familiar, encontramos la migración, el trabajo doméstico y el trabajo informal. En lo que respecta a México, si bien el fomento del turismo rural surgió en los años setenta con la concepción de ejido turístico, la forma dominante del turismo aún estaba

dada en función del modelo de sol y playa: Cancún e Ixtapa-Zihuatanejo despegaban como destinos turísticos (Garduño, Guzmán y Zizumbo, 2009).

El modelo de sol y playa no solamente surge en aras de la supervivencia de las asociaciones ejidales, sino como una forma de impulso de la venta de las artesanías y la supervivencia de las concepciones gastronómicas, el papel de las familias campesinas que al no ser factible la restructuración del campo se vieron en la necesidad de buscar alternativas comerciales.

De esta manera la búsqueda del desarrollo territorial mediante el turismo tiene una caracterización distinta es una alternativa de descanso de búsqueda de lo que no puede acceder en las ciudades.

Según Ocaña (2014) menciona que el turismo en México ha pasado por diversas etapas desde 1950 se enfatizó en el turismo religioso y el turismo de salud, a partir de 1995 se anexa el ecoturismo, en 2004 el turismo de deportes y aventura, y a partir de 2012 el ecoturismo se modifica para pasar turismo de la naturaleza.

La transición de los modelos de turismo están planteados conforme a las modificaciones sociales y culturales de la población, la capacidad de respuesta y los impactos que surgieron en la naturaleza tras priorizar el turismo en las zonas rurales.

“En el PND 2001-2006, en el PNT 2001-2006 y en el PST 2007-2012 se hace énfasis en la productividad empresarial. En este sentido, el reto está en el nivel directivo de las empresas turísticas del país, en las diferentes clases y categorías. Lo importante es que se decidan y participen en realizar una jornada nacional; que acepten, aprendan, se involucren, que hagan con calidad sus productos y servicios turísticos para poder participar en la competencia mundial.” (Magaña C., 2009).

La tendencia del turismo ha respondido a la evolución de modelos económicos y a las necesidades ecológicas, pero sobre todo de las preferencias de las personas.

Las diversas variantes de los distintos tipos de turismo generan que los perfiles crean la visión de las necesidades de forma variada, las fuentes de empleo se desarrollen en diversos ámbitos que van desde la construcción técnica y ejecución hasta la implementación de proyectos de impacto con una duración de largo plazo.

Así las características del impacto económico parten de un impacto comunitario, local hasta formar parte de un impacto a nivel nacional dentro del PIB de un país.

En el caso de México se mantenía estable con un ligero crecimiento hasta que ocurre la pandemia de 2019, sin embargo, la tendencia es de recuperación.

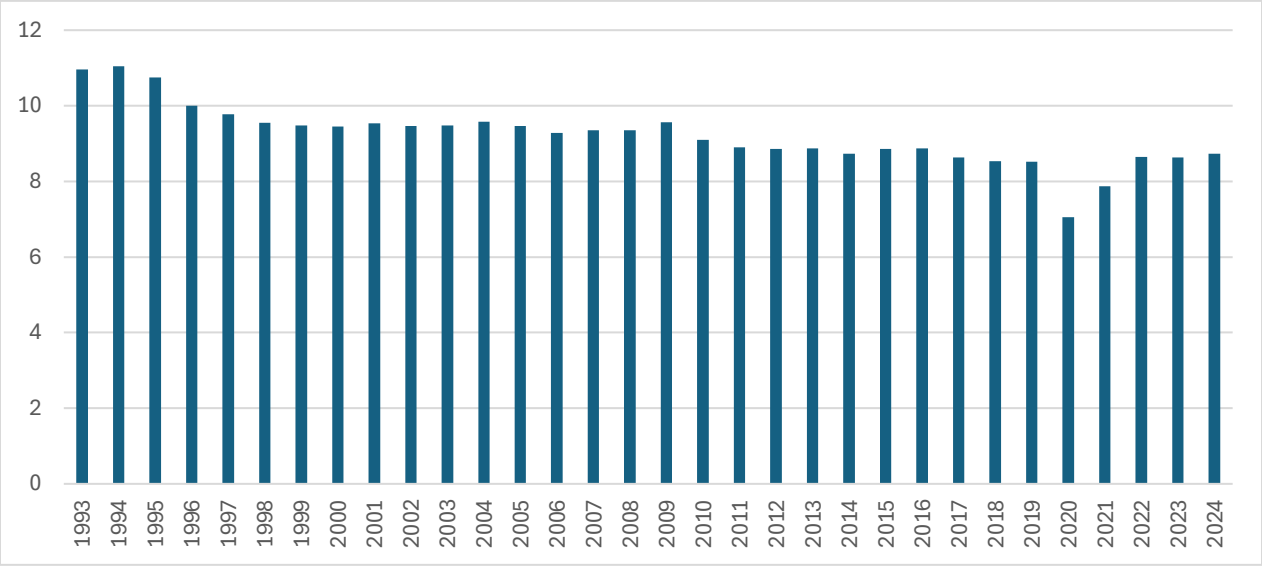


Figura 1. Participación porcentual del PIB Turístico en el PIB Nacional

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2026

Sin embargo, los factores que inciden en el turismo son variados desde la evaluación de la seguridad, la disposición económica de las personas hasta la construcción de los perfiles es en base de las necesidades generales que se destacan de una actividad que no es ajena a una vinculación, social, política y cultural.

La característica común en los procesos de desarrollo territorial, es lograr proporcionar bienestar social y crecimiento económico, construyendo estrategias orientadas a crear mejoras en los sistemas económico, cultural, ambiental y educativo (Ochoa et al., 2022).

Caracterización de Tomatlán, Jalisco

“El nombre de Tomatlán significa lugar de tomates o lugar junto a los tomates. Los vestigios cerámicos más antiguas encontradas corresponden al periodo Preclásico temprano o Formativo (2,000 años A.C.), periodo de siembras de maíz, frijol y calabazas, que permitieron el establecimiento de pueblos y aldeas. Los registros sobre la llegada de tribus de origen náhuatl procedente de la sierra del Nayar que datan del año 1324” (Marquez, et. al., 2024).

Se encuentra en la región costa Norte de Jalisco, las playas con las que cuenta todavía se encuentran libres de desechos, teniendo a simple vista flora y fauna del lugar entre ellas se encuentra el Tecuán, Majahuas, Peñitas, Chalacatepec.

Sin embargo, entre los primeros rasgos se encuentra el aprovechamiento privado, lo cual es uno de los principales desafíos para el sistema local- rural.

En este sentido el primer punto de análisis dentro de la contextualización social y su impacto en el sector territorial de Tomatlán se encamina a la capacidad de ingresos a través del empleo.

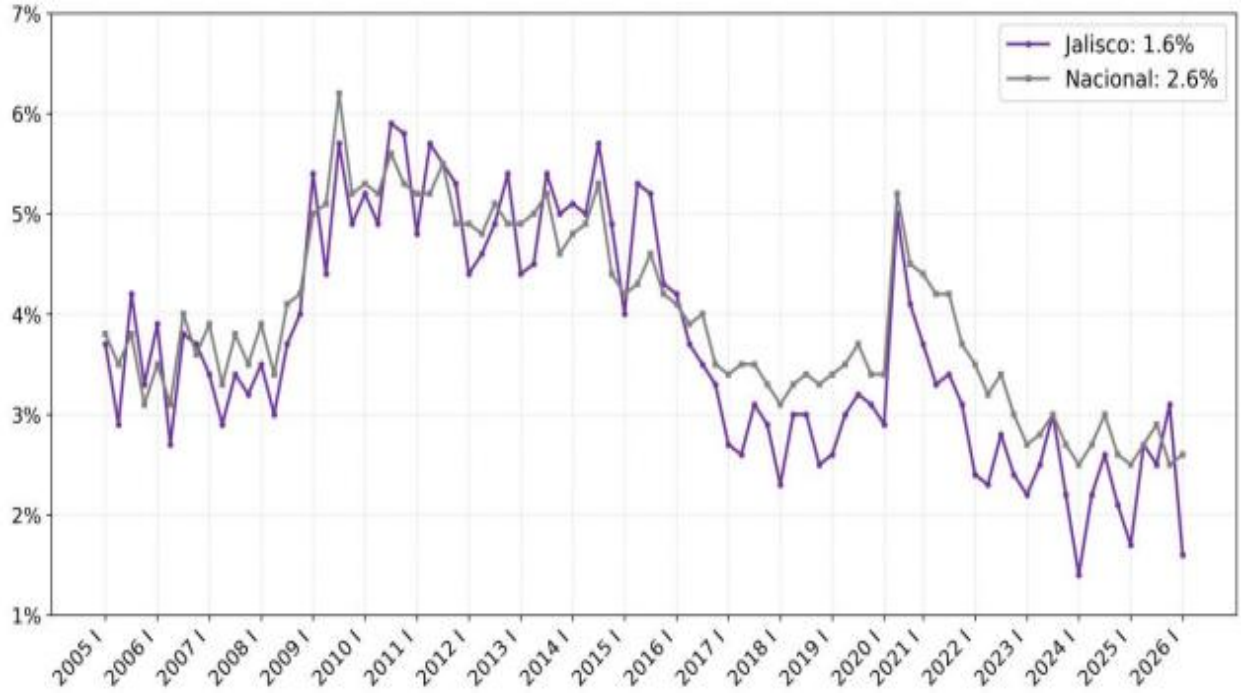


Figura 2. Tasa de desocupación trimestral de Jalisco y Nacional, 2005 T1 – 2026 T1

Fuente: Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG) 2026.

Los datos presentados son para el estado de Jalisco dado que no hay representatividad a nivel municipio en el cuarto trimestre del 2023 la tasa de participación laboral en Jalisco fue 60.7% y la tasa de desocupación fue de 2.2% (Secretaría de Economía, 2024).

La población ocupada corresponde al 53% de empleos formales y el 47% de informales y los salarios promedios mensual es de 5630 pesos.

Pudiéndose generar una relación con el nivel de estudios que se presenta en el municipio, dado que la mayor parte de la población solamente accede a la primaria.

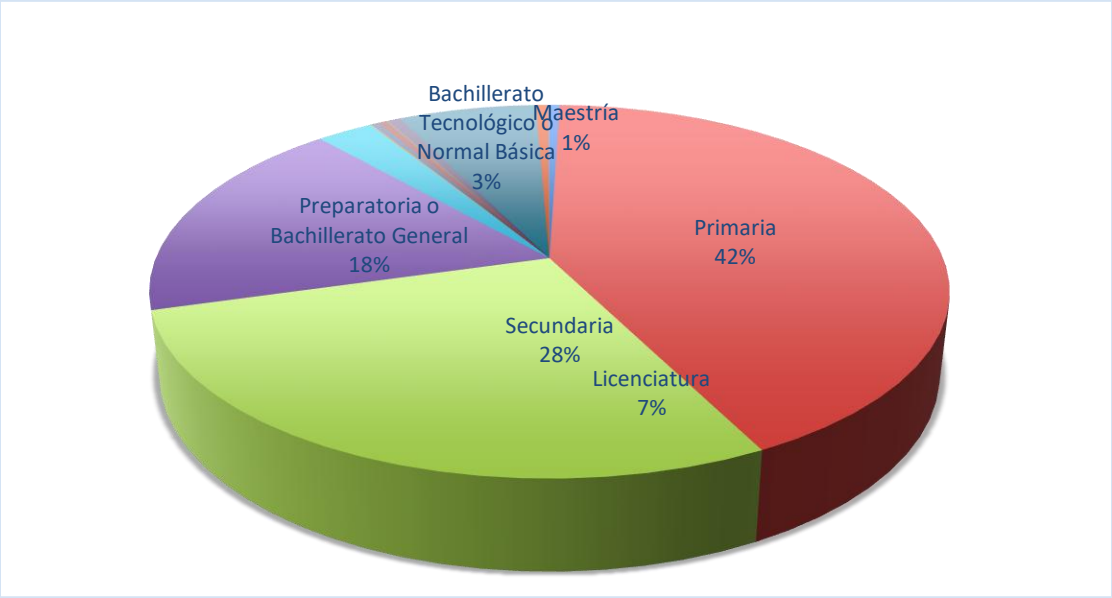


Figura 3. Escolaridad de la población mayor de 15 años de Tomatlán, Jalisco.

Fuente: Secretaría de Economía, 2024

En la figura 3 se muestra la distribución porcentual de la población con 15 años o más en Tomatlán, Jalisco según el grado académico aprobado. En 2020, un dato relevante es que al pasar de un nivel a otro se va reduciendo en un 40 % en promedio, teniendo una distribución por sexo de 50 y 50% aproximadamente.

El 21% de la población cuentan con educación media superior y es donde se evidencia una gran deserción escolar en cuanto al número de personas que continúan con sus estudios a nivel licenciatura esto debido en gran parte a la poca variación de sueldos a los que aspiran puesto que la diferenciación en tanto a un empleo formal e informar (agricultura o servicios) es mínima o nula por lo tanto no es un incentivo para continuar estudiando.

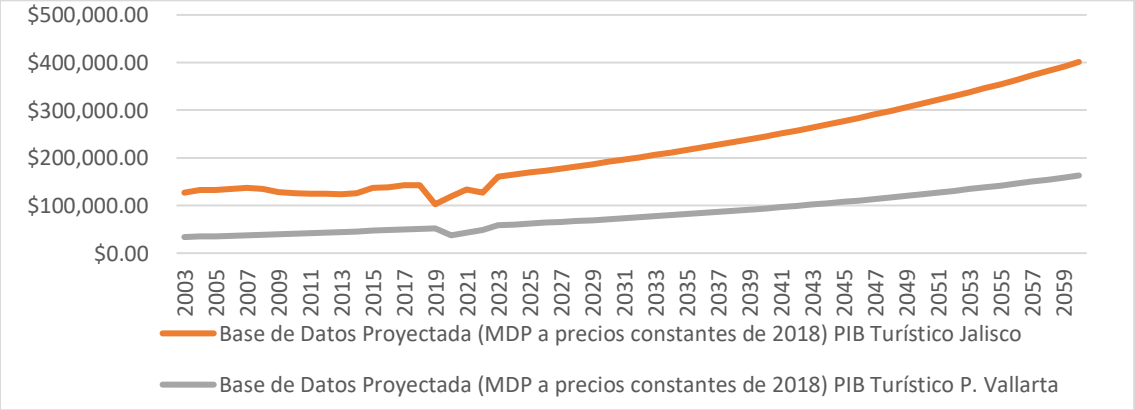


Figura 4. Evolución y proyección del PIBt en Jalisco y Puerto Vallarta.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI y MIDE Jalisco 2024.

El sector turístico es el que mayor crecimiento ha tenido en los últimos años y mantiene su tendencia de crecimiento con altibajos como lo fue el periodo del Covid 19, que la economía en general sufrió un shock, pero se ha recuperado la tendencia al alza, en el caso de puerto Vallarta tiende en el largo plazo a estabilizarse posiblemente por llegar a un nivel de capacidad instalada o por el incremento o auge las zonas turísticas circundantes a Vallarta como lo es la costa alegre de jalisco la cual no se graficó pro que aun sus valores son bajos y no se diferencian en la gráfica, pero estadísticamente hablando tiene un crecimiento fuerte, rápido como consecuencia de las fuertes inversiones que está recibiendo con la construcción de hoteles de lujo, aeropistas para aviones pequeños, por cual turismo que se quedaba en Vallarta ahora están explorando nuevas alternativas.

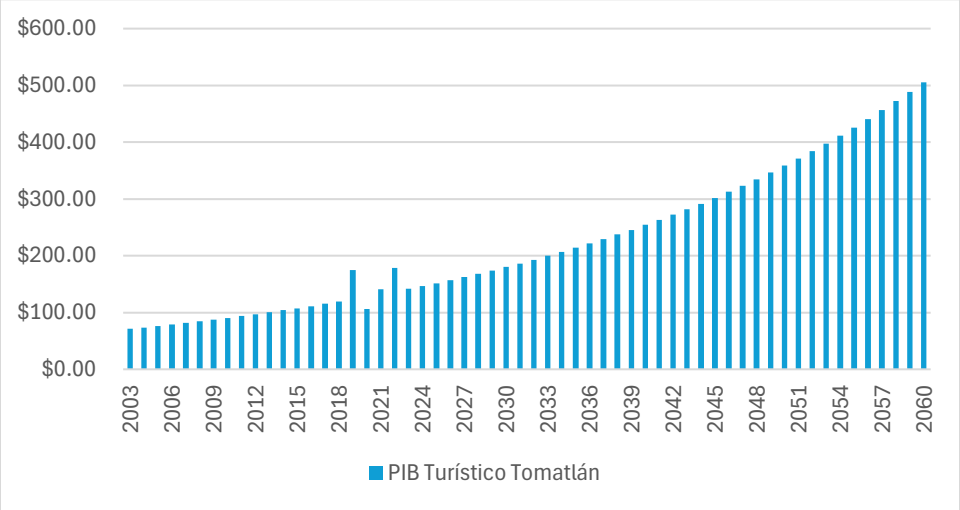


Figura 5. PIB Turístico, Tomatlán, Jalisco.

Fuente: Elaboración propia con datos de IIEG, INEGI, 2026.

Estadísticamente Puerto Vallarta en el año base 2018 tenía una participación del 36% en el PIBt estatal y Tomatlán, se situó con el 0.08% de la economía del turismo estatal, para 2060 en de acuerdo con, las proyecciones Vallarta sigue siendo el principal en la economía turística pero Tomatlán tiene un crecimiento porcentual mayor que el de Vallarta al para a participara con 0.14% del total estatal, reflejando así el impacto a largo plazo del desarrollo de infraestructura de la costa alegre de Jalisco.

Aunado a esto, el turismo cada vez, busca alternativas de turismo de contacto con la naturaleza y donde se desconecten del mundo cotidiano, como lo es el turismo sustentable, amigable con la naturaleza y Tomatlán al ser un municipio con 5 sitios RAMSAR los cuales son de importancia mundial, siendo un gran atractivo por las actividades de conservación que se llevan acaba en los mismos como el cuidado de las diversas especies de tortugas marinas que anidan en sus playas, cocodrilos, caimanes, aves migratorias, así como, la extracción de sal artesanal, la pesca artesanal y deportiva, por mencionar algunas.

Sin embargo, cuenta con retos ecológicos que debe atender si quiere tomar como vía del desarrollo territorial el turismo entre ellos el cumplimiento de la normatividad del manejo de los residuos sólidos y la implementación de las plantas tratadoras de agua residual.

Discusión

Dentro de la concepción del turismo como vía para el desarrollo territorial se tienen que tomar en cuenta las características ecológicas como uno de los principales retos, ya que, si no se cuenta con una planificación que respete las normativas ecológicas, el desarrollo no será sustentable ni sostenible.

Pérez S. (2010) menciona que una de las alternativas en las zonas rurales es el turismo rural el cual despliega servicios y productos que generan ingresos adicionales, que pueden ser complementarios a las actividades agrícolas trayendo consigo los valores territoriales materiales e inmateriales.

La actividad agrícola dentro del turismo desde esta perspectiva busca vincular el papel del desarrollo de la agricultura mediante alternativas de venta sin intermediarios o bien mediante el aprovechamiento de los insumos locales en alimentos que promuevan la gastronomía local como parte del conocimiento cultural.

Pero el turismo rural no es algo nuevo Gannon (1994) menciona que el turismo rural incluye "toda la gama de actividades y amenidades provistas por campesinos y personas rurales para atraer turistas a su área, para así generar un ingreso extra para sus negocios"

El ingreso adicional que se busca dentro del sector agrícola responde a las necesidades específicas dentro del sector agropecuario lo que aún sigue siendo un reto en conjunto con la disminución del impacto ambiental.

Se debe hablar entonces de un turismo rural regenerativo y de conservación de la naturaleza.

Bellato et al. (2022) menciona que el turismo regenerativo es un nuevo paradigma que busca minimizar el impacto negativo ecológico, y beneficiar a todas las partes interesadas, se reconstruye a partir de la idea del turismo sostenible, pero lo plantea como insuficiente, es decir, no basta con la evaluación de las problemáticas ecológicas deben de ser enfrentadas a las expectativas de los consumidores y de los productores especialmente cuando se trata de una transición o conservación de la zona rural.

El involucramiento de los actores bajo las expectativas no solo reconoce a la satisfacción, sino también la reconstrucción de la conciencia de la conservación de los espacios como parte de las necesidades a futuro.

Hruby (2023) plantea que el turismo regenerativo se centra en reconocer y gestionar las potencialidades de los lugares, generando propuestas de valor presente pero diseñadas para la sostenibilidad del futuro, que no solo busca la extracción de recursos para la satisfacción de la demanda turística de manera momentánea.

Replantear la idea del turismo rural dentro del turismo regenerativo implica reconocer que los cambios de la estructura social, económica y política son dinámicos y que dentro de los cambios implica el análisis de los cambios especialmente del cambio climático y de las variaciones que se encuentran en la satisfacción.

"Alineado con este enfoque ecosistémico, el turismo regenerativo busca comprender los procesos de construcción identitaria que los lugares expresan, a fin de revivificar la representatividad que contienen. Por ello, recuperar los conocimientos locales es indagar en los ciclos y ritmos (patrones) que el contexto expresa, reconociendo que cada elemento vivo de ese paisaje o de ese entorno, está integrado por elementos y actores diversos que ocupan un lugar y una función en ese entramado vital. Este reconocimiento permite reinterpretar en el presente un pasado colectivo, nominando hacia el futuro la pertenencia y continuidad que le da sentido y distingue a ese lugar por sobre los demás." (Hruby R. y Briceño C. ,2025)

El turismo como vía del desarrollo territorial plantea la necesidad de tomar en cuenta la responsabilidad sobre el medio ambiente y los recursos naturales el aprovechamiento de los recursos naturales frente a las expectativas de crecimiento económico y las de los consumidores, el aprovechamiento cultural y el manejo de las ventajas que se tienen bajo una postura diferente y diversificada desde la corriente del turismo rural regenerativo.

Para que la estimación del PIBt se transforme en un modelo multivariante avanzado, se necesita contar con las siguientes bases de datos las cuales presentan el mismo problema que al PIBt en sí, y estas son las variables de demanda Turística, como Gasto Medio del turista, Flujo de pasajeros Aéreos y Terrestres, Ocupación hotelera.

Así como, variables de control como, Tipo de Cambio Real (Fix); Índice de precios al consumidor (inflación Sectorial); El PIB de los Países de origen de los turistas USA y Canadá.

Variables de Oferta e Infraestructura local como lo son la Inversión Extranjera Directa en turismo; la Densidad de Infraestructura Municipal, entre otros.

Información que no se tiene disponible puesto que no se lleva un censo o control del mismo.

Conclusiones

El tomar como vía el turismo como forma de desarrollo territorial en Tomatlán Jalisco representa un reto estructural pese al crecimiento estadístico proyectado, ya que la mayor parte de la población no accede a la educación superior aun cuando cuenta con la infraestructura educativa suficiente para absorber a todo aquel que guste estudiar al contar con tres universidades con instalaciones físicas y una virtual, y se dedica a la agricultura y ganadería, lo cual hace replantear una postura distinta donde pueda priorizarse el campo y su infraestructura dentro del modelo de desarrollo, se tendría que evaluar la conservación y vinculación de las actividades agrícolas con la transición, las expectativas de las personas que viven dentro del municipio y la vinculación con los lineamientos ecológicos de conservación.

El plantear el turismo como vía del desarrollo territorial rural marca la necesidad de cambiar la idea de un beneficio inmediato por un análisis global que implique el turismo regenerativo tomando en cuenta la integración de la actividad agrícola dentro de los desafíos que se tienen, la

distribución del agua, el tratamiento y el manejo de las aguas residuales, con la finalidad de diversificar las fuentes de ingresos de la población, resolviendo el déficit en la distribución del agua, garantizando su tratamiento y manejo adecuado de los residuos sólidos 00y aguas residuales.

Dentro del análisis estadístico se muestra que aun cuando la participación actual de Tomatlán en el PIB turístico es de solo el 0.08% frente a Puerto Vallarta que es de los grandes de centros turísticos de Jalisco, su ritmo de crecimiento hacia el 2060 será mayor. Esto principalmente se debe a las fuertes inversiones que se están realizando en la Costa Alegre de Jalisco que en su mayoría perteneces al municipio de Tomatlán, representado una oportunidad, pero sin una un riesgo de marginación comunitaria si no se implementan las medidas necesarias.

Para mitigar los efectos perjudiciales que pueda tener este desarrollo turístico de la Tomatlán se debe iniciar por:

Frenar la deserción escolar y profesionalización de su población, la caída drástica de un nivel a otro donde solo el 21% accede a media superior, esto esta directamente ligado con los salarios pesto que actualmente están mejor los salarios informales a los formales. Si en este desarrollo turístico llega el turismo de lujo internacional se corre el riesgo de que la población local no tenga acceso a empleos superiores al nivel operativo básico. Es necesario fomentar programas de capacitación técnica y directiva para que los habitantes locales puedan competir y escalar en la cadena de valor turística.

Ante la posible expropiación de tierras con potencial turístico, para el aprovechamiento con fines inmobiliarios o turismo de sol y playa, lo cual representa una amenaza para el sistema agrícola, alternativa el turismo regenerativo en el cual buscar que los productores agrícolas sean los proveedores de los desarrollos turísticos, así como fomentar el (agroturismo, gastronomía local), buscando que el turismo no sea una amenaza sino, fortalezca y subsidie al campo en lugar de desplazarlo.

Preservar el ecosistema como un activo principal, Tomatlán cuenta con 5 sitios RAMSAR de importancia mundial, que son vitales para la preservación de especies como la tortuga marina, el cocodrilo, caiman, aves migratorias, por lo cual, Tomatlán no puede permitir un modelo de turismo depredador, se debe tomar en cuenta la capacidad de carga de los ecosistemas y este debe ser el eje rector del desarrollo de dichos centros turísticos cumpliendo con la construcción de plantas tratadoras de aguas, un sistema de gestión de residuos que estén en primer plano y no sean negociables.

Literatura Citada

Bellato, L., Frantzeskaki, N., y Nygaard, C. A. (2022). Regenerative tourism: A conceptual framework leveraging theory and practice. Tourism Geographies, 25(4), 1026–1046. https://doi.org/10.1080/14616688.2022.2044376

Calderón Calderón, F. B. (2014). El ordenamiento territorial y desarrollo turístico en la provincia de Tungurahua. *UNIANDES EPISTEME: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, *1*(1), 40–53. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756306

CEPAL. (2024). *Desarrollo Territorial*. Desarrollo Territorial. https://www.cepal.org/es/subtemas/desarrollo-territorial

Coque, J. (n.d.). *COMPARTIR SOLUCIONES: LAS COOPERATIVAS COMO FACTOR DE DESARROLLO EN ZONAS DESFAVORECIDAS*.

Gannon, A. 1994. Rural tourism as a factor in rural community economic development for economies transition. J. Sustain. Tourism 1(1-2), 51-60.

Garduño, M.; Guzmán, C.& Zizumbo, L. (2009, julio-diciembre) Turismo rural: participación de las comunidades y programas federales. El periplo sustentable, (17), 5-30.

Hruby, R (2023) Innovación en Turismo: reflexiones en torno al paradigma regenerativo. El Periplo Sustentable, [S.l.], n. 46, p. 27 - 49, ISSN 1870-9036. Disponible en: https://rperiplo.uaemex.mx/article/view/20496

Hruby, R.L. y Briceño, C. (2025). Turismo Regenerativo: bases teóricas y conceptuales para un diseño basado en la inteligencia de la vida. Revista Internacional de Turismo, Empresa y Territorio, 10 (2), pp. 80-102. https://doi.org/10.21071/riturem.v9i2.18249

IIEG. (2026). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo en Jalisco, Primer trimestre de 2026. https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2026/06/ficha_encuesta_ocupacion_empleo_jalisco_enoe_1T_2026.pdf

INEGI, (2026). Economía y Sectores productivos. https://www.inegi.org.mx/temas/turismosat/#tabulados

López González, W. O., (2013). El estudio de casos: una vertiente para la investigación educativa. Educere, 17(56), 139-144. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35630150004

López-Palomeque, Francisco (2004), "La ley del turismo de Cataluña, un nuevo instrumento en la evolución de la política turística", *Cuadernos Geográficos,* 34, Granada, España, pp. 33-53.

Magaña-Carrillo, Irma. (2009). La política turística en México desde el modelo de calidad total: un reto de competitividad. *Economía, sociedad y territorio*, *9*(30), 515-544. Recuperado en julio de 2026, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212009000200009&lng=es&tlng=es.

Márquez González, A. R., Vizcaíno Monroy, O. G., y Larios del Río, M. V. (2024). Tomatlán, Jalisco: su espacio, su importancia, su destino. En R. Espinoza Sánchez, C. S. Peña Casillas, J. L. Cornejo Ortega, y M. del C. Verduzco Villaseñor (Coords.), *Región turística, desarrollo territorial y turismo rural. Elementos base para la construcción del municipio turístico inteligente en el ámbito mexicano (Tomatlán a 153 años de su municipalización)* (pp. 61–86). Universidad de Guadalajara. region_turistica.pdf

Moreno Acevedo, Elda, & Enseñat Soberanis, Fernando. (2021). La historia del turismo en México. Primeros destinos, primeros turistas. *Península*, *16*(2), 23-48. Epub 20 de septiembre de 2021. Recuperado en julio de 2026, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-57662021000200023&lng=es&tlng=es.

Ocaña Zambrano, W. O. (2013). *Turismo como alternativa de desarrollo territorial: Estudio de caso en Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua* [Tesis de maestría, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Ecuador]. Repositorio Digital FLACSO Ecuador. http://hdl.handle.net/10469/5938

Ochoa, M. S., Pérez, M., & Marquez Sanchez, F. (2022). *DESARROLLO TERRITORIAL: UNA REVISIÓN DEL CONCEPTO* (pp. 11–32).

Pérez, S., (2010). El valor estratégico del turismo rural como alternativa sostenible de desarrollo territorial rural. Agronomía Colombiana, 28(3), 507-513. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180320698018

Ramírez Hernández, O. I., Palmas Castrejón, Y. D., y Avilés Sánchez, M. (2023). Impactos del turismo rural en el desarrollo local de San Andrés de los Gama, Estado de México; a partir de la percepción de los actores privados. *Regiones y Desarrollo Sustentable*, *23*(44), 1–21. https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/140395

Secretaría de Economía. (2024). *DATA MÉXICO, TOMATLÁN, JALISCO*. Tomatlán: Economía, Empleo, Equidad, Calidad de Vida, Educación, Salud y Seguridad Publica. https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/tomatlan

Valencia-Perafán, M., Le Coq, J. F., Favareto, A., Samper, M., Sáenz-Segura, F., & Sabourin, E. (2020). Políticas públicas para el desarrollo territorial rural en América Latina: balance y perspectivas. *Eutopía. Revista de Desarrollo Económico Territorial*, (17), 25–40. https://doi.org/10.17141/eutopia.17.2020.4388

Velázquez García, M. A. (2024). Las políticas públicas federales para el desarrollo turístico. En J. A. Velázquez Castro, E. Cruz Coria, E. E. Vargas Martínez, & J. M. Montes Hincapié (Coords.), *El turismo como instrumento de desarrollo territorial* (pp. 9–25). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. ti.pdf

15° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
División de Ciencias Económico-Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo
15 y 16 de Octubre 2025

Diagnóstico y Propuestas de Proyectos para el Ejido la Purificación, Texcoco, Estado de México

Arturo Perales Salvador [39], Angélica Lastiri Salazar[40], Francisco Pérez Soto[41], Abiel Aguilar Reyna[42], Jorge Morales[43]

Introducción

El ejido La Purificación, se encuentra ubicado en el municipio de Texcoco Estado de México, dentro de la población del mismo nombre, el núcleo ejidal lo componen 193 ejidatarios la mayoría son pobres, hombres y mujeres que viven dentro del propio núcleo ejidal. Tiene una extensión aproximada de 250 hectáreas, el promedio de extensión de cada ejidatario es de 1 hectárea que cultivan con maíz, calabaza, frijol y en algunos casos con avena forrajera, la mayor parte de la producción es para autoconsumo., siendo el resto de área de uso común, la mayor parte de esta última en un predio conocido como potrero, que a su vez constituye un área verde, donde en el año 2024 fueron sembrados 10,500 árboles en un programa de reforestación.



A partir del año 2024 se ha venido colaborando con el ejido y se está en proceso de concluir un diagnóstico comunitario para evaluar la situación económico social de los ejidatarios y a partir de ello proponer proyectos productivos ante las instancias gubernamentales del orden municipal, estatal y federal, dado que de no apoyarse se corre el riesgo inminente de que el ejido pase a ser zona urbana. Los resultados obtenidos reflejarán la pertinencia de un proyecto de desarrollo económico y la necesidad de continuar con la investigación.

[39] Profesor Investigador. CIEMA, DICEA, UACh, adelin21@hotmail.com, aperaless@chapingo.mx,
[40] UPOM, UACh. cklass@hotmail.com, alastiris@chapingo..mx
[41] Profesor Investigador. CIEMA, DICEA, UACh. fperezs@chapingo.mx
[42] Profesor Investigador. DICEA UACh. aaguilarr. Chapingo.mx
[43] Profesor Investigador. DICEA UACh. jmorales. Chapingo.mx

En el contexto de las dificultades que se presentan para el sector agropecuario de México, especialmente en lo que se refiere a los productores agrícolas, el gobierno de México está impulsando en la actualidad un programa para apoyar esta actividad, especialmente para los pequeños productores.

Las actividades del campo requieren necesariamente el apoyo institucional para que se logren los principios de sustentabilidad e independencia agroalimentaria.

En los últimos años, los efectos del cambio climático han afectado considerablemente a los productores agrícolas, especialmente en los años 2022 y 2023, donde se perdieron la mayoría de las cosechas, además de los efectos de conflictos internacionales como la guerra entre Rusia y Ucrania cuyos efectos fueron el encarecimiento de los fertilizantes. Si bien la producción de algunos productos agrícolas se ha incrementado, especialmente los orientados al mercado internacional, para el caso de los granos y forrajes la producción es deficitaria y se han incrementado las importaciones.

De lo anterior se desprende la relevancia de que se apoyen a los productores del sector primario con equipos, sistemas de riego, capacitación y todo lo necesario para que esta actividad continúe desarrollándose en bien del país.

Para México, es fundamental el apoyar a los productores del sector agropecuario, especialmente, como es el caso, a los productores más desprotegidos, como los ejidatarios y comuneros, como es el caso de los ejidatarios de la Purificación, Texcoco. Uno de los temas centrales de la política sectorial del Gobierno Federal y de las instituciones de investigación, es el impulso de la formación, integración y funcionamiento de las cadenas agroalimentarias, tanto en cultivos estratégicos, como los básicos, industriales, los frutales y las hortalizas. Este contexto justifica el estudio socioeconómico del ejido la Purificación.

Es en este contexto que se plantea la necesidad de apoyar al ejido a fin de ayudar a resolver la problemática compleja que enfrentan, cuyos objetivos serían la realización de un diagnóstico que sea el punto de partida para la elaboración de proyectos productivos y sociales en su beneficio.

Los objetivos fueron: Elaborar un diagnóstico socioeconómico del núcleo ejidal de la Purificación, Texcoco, Estado de México, que sirva de base para formular proyectos productivos y sociales; Analizar la situación económico social de los ejidatarios; Determinar la rentabilidad de los cultivos del ejido; Evaluar las posibilidades de un cambio en el patrón de cultivos ejido; Definir las necesidades de apoyo a la producción por parte de las instancias gubernamentales para el desarrollo ejidal; Apoyar las acciones de capacitación de los productores

Metodología

Para la instrumentación del proyecto, se utilizaron de varios métodos, empezando con el de diagnóstico participativo, que implica que al propio tiempo que se va detectando la problemática del ejido, y aplicando los diversos instrumentos para la obtención de la información, se irán realizando mejoras por los propios actores, en este caso los ejidatarios, por otro lado se establecerán plazos de transformaciones a corto, mediano y largo plazo y finalmente se harán entrevistas a actores clave tales como diferentes autoridades del ejido y del pueblo.

El segundo método consiste en analizar la información obtenida por medio de cuestionarios y entrevistas, para procesarla y así obtener una síntesis de la misma En cuanto a las variables estudiadas están entre otras, tamaño de la parcela, escolaridad, edad, tipo de cultivo, costos e ingresos.

Una vez obtenida la información se procesó mediante el programa FORMS. La información para el desarrollo del trabajo se obtuvo de instituciones públicas y privadas, tales como el Banco de México (BANXICO); el instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI); la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); y el Consejo Nacional Agropecuario (CNA); bases de datos especializadas (FAOSTAT, SIAP, SIACON, SIAVI, entre otras); y del trabajo de campo. El trabajo de campo incluye visitas a instituciones relacionadas con el sector agrícola del Estado de México, tales como Delegación de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural; Distritos de Desarrollo Rural (DDR); Centros de Apoyo al Desarrollo Rural (CADERs); Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP); Organizaciones de Productores como la Unión de Ejidos de Texcoco y la realización de encuestas con los ejidatarios.

Impactos y sector beneficiado

Económico

Mejoramiento de la actividad productiva de los productores ejidales, funcionamiento de la cadena productiva, incremento del valor que recibe el productor, incremento del ingreso del productor.

Social

Aumento de empleos, organización de los productores para una mayor apropiación del valor generado y aumento del bienestar de los productores.

Tecnológico

Mejoramiento del manejo técnico, incremento de los rendimientos y agregación de valor al producto.

Sector beneficiado:

Tratándose de productores ejidales, esos pertenecen al sector público y social, a nivel local del Ejido La Purificación.

Diagnóstico

La agricultura es una actividad fundamental para un país, la producción de alimentos constituye la base de la alimentación humana, a través de los años el incremento de la productividad en el campo se ha ampliado considerablemente debido a los avances tecnocientíficos, lo que ha implicado un aumento considerable de la producción.

No obstante, los beneficios se han concentrado en unas cuantas manos, así las grandes empresas transnacionales son los principales beneficiarios del desarrollo agropecuario, en tanto miles de pequeños productores son desplazados. Por otro lado, la mayoría de los productores agrícolas, además de no poder incorporar los avances tecnocientíficos, poseen pequeñas parcelas, lo que dificulta aún más su situación productiva. Dentro de estos productores se ubican los ejidatarios y comuneros de México, que por otro lado la mayoría de ellos son analfabetas y de avanzada edad, pues los jóvenes prefieren otras alternativas, como la migració0n y el empleo formal antes de realizar las actividades agropecuarias, que son extenuantes y mal pagadas. Tal es el caso de los ejidatarios de la Purificación en Texcoco, estado de México



El ejido, a pesar de su cercanía a la Ciudad de Texcoco y a la Ciudad de México, se encuentra prácticamente en el abandono, los productores siembran más bien como parte de una actividad cultural y para autoconsumo, pues aun teniendo áreas con riego, la actividad agrícola no es rentable. Esta cercanía con la ciudad genera una fuerte presión inmobiliaria, pues muchos de los ejidatarios están en proceso de cambiar el tipo de propiedad ejidal a dominio pleno, para que de esta manera puedan vender sus propiedades.[44]

[44] Todos los gráficos presentados en este apartado, fueron elaborados por los estudiantes de Servicio Social de la Carrera de Comercio Internacional de la Universidad Autónoma Chapingo, a fines del año 2024 y principios de 2025

Casi la mitad de los predios poseen agua de riego, sobre todos los que tienen predios en la parte baja del ejido, donde los terrenos tienen un pendiente suave y suelos profundos, en la parte alta los terrenos tienen una superficie arable muy delgada y suelos de tepetate.

Según CONAPO, el grado de marginación es bajo para el municipio de Texcoco, aunque a nivel localidad la situación es diversa, así para el ejido la Purificación, por lo menos para el indicador ingreso familiar a partir del diagnóstico se darán nuevos elementos para el caso de localidad.

A pesar de la cercanía con instituciones de educación e investigación agrícola como la Universidad Autónoma Chapingo, el CIMMYT, y el INIFAP, poco se ha aprovechado esta que pudiera ser una ventaja y en el ejido aún se continúa cultivando de forma tradicional.

Instalaciones y equipo

Oficinas. En lo que se refiere a las instalaciones del ejido, este posee en comodato con la Delegación del pueblo, un área de oficinas que se ubican a un costado de la iglesia de la población y constan de dos áreas que tienen una extensión aproximada de 59 metros cuadrados, donde se atiende a los ejidatarios los días martes y viernes en horario de 18 a 20 horas.

Capilla. Existe un área común denominada Capilla de San Isidro, que consta de capilla y y un área de baños, en este lugar se realizan las actividades relacionadas con el día del agricultor, y se podrían realizar otras actividades, pero no cuenta con servicio de electricidad.

Auditorio. El ejido no dispone de instalaciones para la realización de juntas y reuniones, por lo que cuando estas son necesarias se recurre a las autoridades delegacionales para el préstamo de algún área disponible como la Casa de la Cultura, el Auditorio del pueblo y en algunos casos se recurre a solicitar las instalaciones de la Iglesia. El ejido dispone de áreas comunes donde se podría construir esta instalación, especialmente en los terrenos aledaños a la Capilla de San Isidro.

Melazadora. Dentro del ejido existe un predio de aproximadamente 1 hectárea, ubicado a espaldas de la Exhacienda Molino de Flores y a aproximadamente 400 metros del periférico, que tiene un área de construcción de aproximadamente 100 metros cuadrados y además un área techada de otros 100 metros cuadrados, en la actualidad allí solo se realiza una actividad de producción de fertilizante orgánico a base de lombricomposta, y en el cual se podría establecer un proyecto que le diese utilidad y generase recursos para el ejido.

Áreas comunes dedicadas a parcela escolar. Existen dos áreas de parcela escolar de una extensión aproximada de 1.5 hectáreas en su conjunto, que están prácticamente sin utilizar, una hectárea tiene posibilidad de utilizar riego, por lo que se presta para que pudiera utilizarse para proyecto productivos que dieran beneficio al ejido en su conjunto y a las escuelas.

Agua de riego. Existen en el ejido dos pozos de agua de riego, el primero de ellos llamado La Candelaria, tiene una salida de 6 pulgadas y permite la irrigación de aproximadamente 35 hectáreas, aquí el principal problema son los canales de irrigación que se encuentran deteriorados y además son insuficientes para el suministro a otras parcelas que pudieran tener el beneficio del riego. El otro pozo denominado La Purificación, tiene una salida de 4 ´pulgadas, y solo da servicio a 15 hectáreas, es decir que en su conjunto los dos pozos dan servicio a un 50% de las parcelas que actualmente se cultivan. Este pozo no tiene suficiente gasto y presenta problemas de suministro además de no contar con suficientes canales para el suministro, por lo que se ha planteado su reubicación y ampliación del gasto o suministro del líquido, se hizo la petición ante CONAGUA, hasta el momento ya se realizó el estudio geofísico, así como la petición del proyecto estratégico:

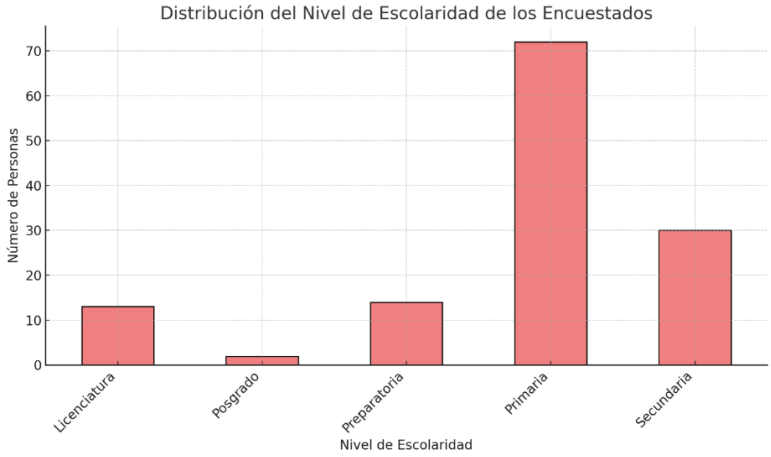
Caminos. El ejido se encuentra comunicado por medio de vías de terracería, la mayor parte son angostas y sirven para llevar, lo insumos, transportarse para la realización de las actividades y finalmente para extraer las cosechas, estos caminos en conjunto suman alrededor de 5 kilómetros y la mayor cantidad de ellos se encuentran en mas estado por falta de mantenimiento y el deterioro constante en época de lluvias.

Actividades productivas

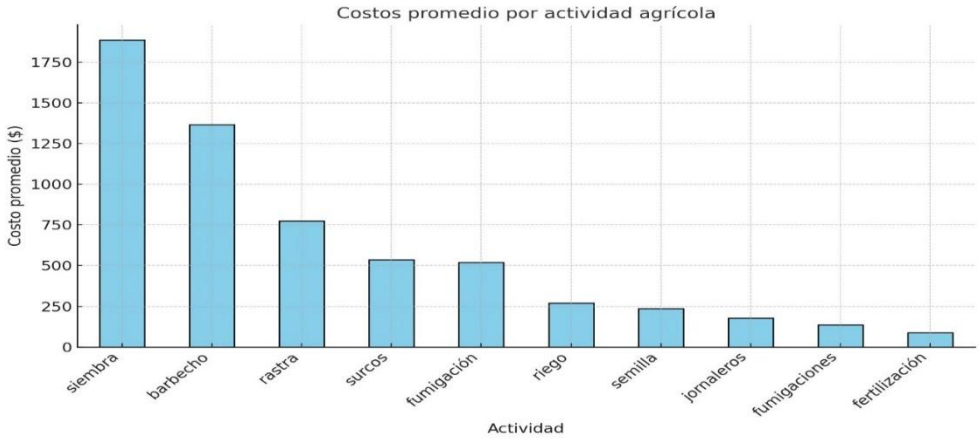
De los 193 productores registrados en el padrón ejidal, continúan realizando actividades en el sector agropecuario 115 (Comisariado ejidal 2024), los cuales sembraron en orden de importancia: Maíz, frijol, calabaza, avena forrajera y en menor medida otros cultivos. Las actividades que realizan los productores dependiendo del tipo de cultivo son: dos pases de rastra, surcado, siembra, fertilización, dos riegos (en su caso), limpia y cosecha., el promedio del gasto por hectárea es de $ 7000.00.

Considerando los rendimientos por hectárea que son en promedio de una tonelada, y el precio en el mercado de $7,110.00 en enero de 2025, los ingresos obtenidos apenas alcanzan para cubrir los costos de producción, similar situación sucede con los otros cultivos, de donde se desprende que la actividad agrícola no es rentable en el ejido, no obstante, los ejidatarios continúan sembrando, ello se explica porque los cultivos representan una actividad cultural más que económica, la producción es fundamentalmente de autoconsumo, se produce para consumir elotes, tortillas y si aún queda un poco para el consumo de animales domésticos.

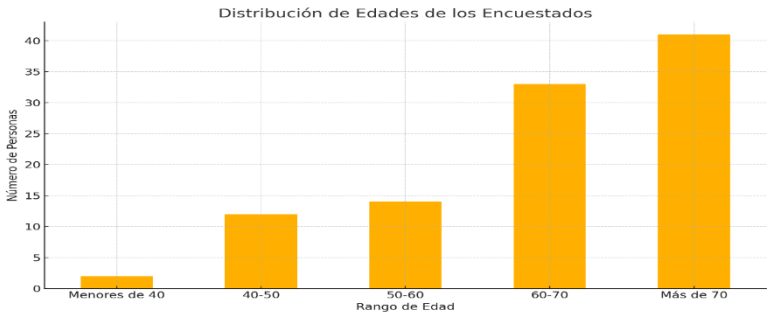
Situación social



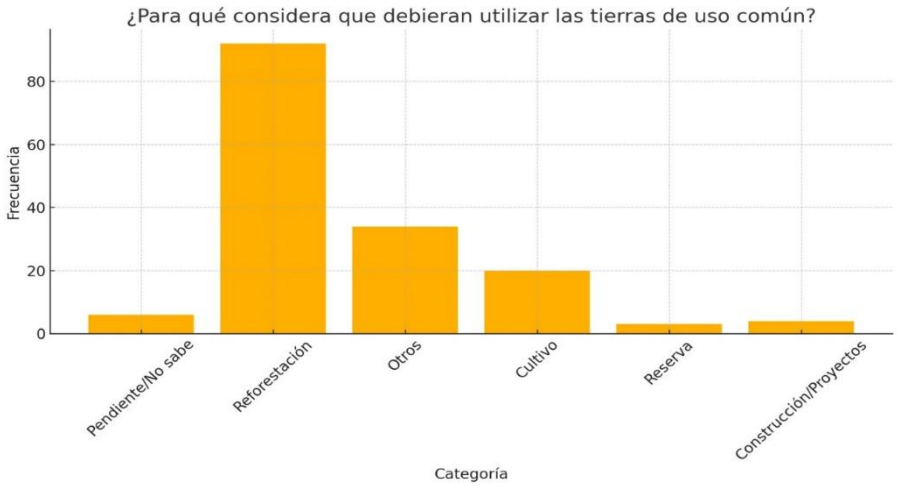
La escolaridad de los ejidatarios es en su mayoría de nivel elemental, es decir el 50% tienen primaria y junto con secundaria constituyen el 78.5%, esta situación se refleja en la dificultad para modificar sus formas de producir y de aplicación de los cambios tecnológicos (Ver Gráfico 2)

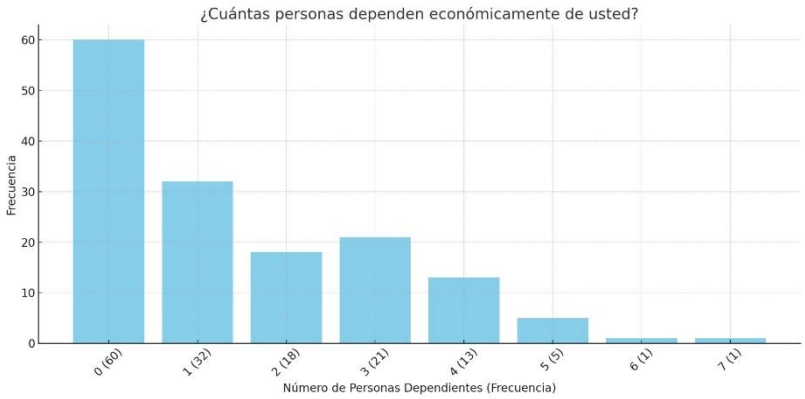


Otro problema que se presenta en el ejido es la edad de los ejidatarios, solo 3 personas son menores de 40 años, 15 personas son menores de 50 años, en tanto 18 personas tienen entre 50 y 60 años, finalmente el 53.5% de los ejidatarios tienen más de 60 años, muchos de los ejidatarios por su edad, ya no pueden realizar las actividades agrícolas, por lo que dejan el trabajo para hijos o nietos y en algunos casos tienen que rentar o prestar la parcela para mantenerla cultivada.

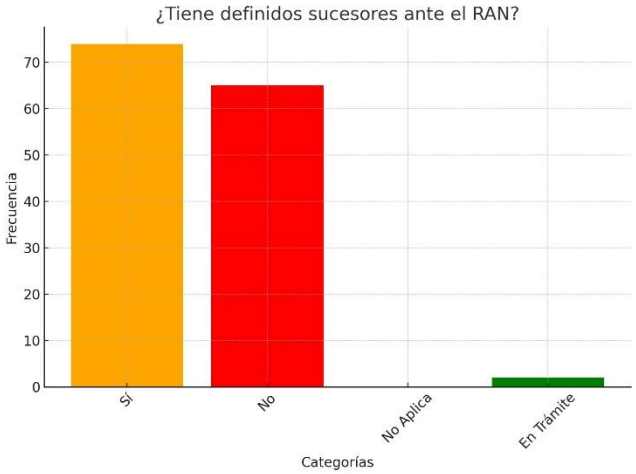


El ejido tiene un área común, conocida como El Potrero, y es una colina que se encuentra a la entrada del pueblo, el suelo es rocoso y hasta el momento no tiene utilidad práctica, pero se constituye como un ´área verde, en la actualidad se está llevando a cabo un programa de reforestación que ya va en su segundo año, en una primera etapa se sembraron nopales y magueyes, en la segunda se sembraron más de diez mil huizaches y palo dulce, pero la falta de riego, llevó a que muchos de esos árboles se hayan perdido, en la actualidad la autoridad ejidal ha implementado la construcción de una olla de captación en la parte superior para regar esos árboles en período de sequía, aunque existe un problema no resuelto porque el área de captación de agua de lluvia es reducida y habrá que resolver la forma de llevar agua hasta la cima. Lo mejor que tiene está área común es la vista que se tiene del valle de Texcoco en la parte más alta y que pudiera ser la base para un desarrollo ecoturístico, la mayor parte de los ejidatarios considera que este lugar debiera continuar siendo un pulmón forestal para la comunidad.





Por lo que se refiere a la dependencia económica de familiares de los ejidatarios, la mayoría, 73.3% tienen cuanto más un dependiente económico, ello se asocia a la avanzada edad de los ejidatarios, sus ingresos están asociados a la beca por 65 y más y apoyos que reciben de sus familias, por lo q1ue la actividad agropecuaria es complementaria y en muchos casos solo es una actividad cultural para autoconsumo, dado que la producción no es rentable.



Otro aspecto relevante para considerar es el estatus en que se encuentra la propiedad de las parcelas, solo el 52.1% manifestaron que tienen definidos sucesores ante el registro Agrario Nacional, ello implica que, en caso de fallecimiento de los titulares, tendrán problemas para definir quien se hará cargo de la parcela, de hecho, ya se han presentado casos de pleitos jurídicos por la posesión derivados de este hecho.

Proyectos

Construcción de un auditorio y equipamiento de instalaciones

El ejido no cuenta con instalaciones propias para la realización de sus actividades, para las juntas semanales se utilizan dos oficinas propiedad del pueblo a través de la delegación municipal y que

se encuentran en comodato con el ejido, para otras reuniones de carácter más amplio como reuniones con ejidatarios o asambleas se utilizan instalaciones de otras instancias (Vid supra), por lo que es urgente contar con un espacio propio para estas actividades.

El ejido cuenta con terreno propio, con características adecuadas para la construcción de un auditorio, en un terreno plano de aproximadamente media hectárea, junto a la denominada capilla de San Isidro, que tiene disponibilidad de agua y ya construidos baños, por lo que se requiere una construcción de aproximadamente 200 metros cuadrado, que albergue hasta 200 ejidatarios, que considerando el costo por metro cuadrado de construcción terminado de aproximadamente $ 7000.00, implicaría un gasto total de $1,400,000.00, estos recursos se buscarían a partir del apoyo de las instancias gubernamentales correspondientes, para el diseño del mismo se pediría el apoyo de una institución universitaria a través de prestadores de servicio social.

Adicionalmente se requeriría el apoyo de la Comisión Federal de Electricidad para la instalación de postes de alumbrado y un transformador.

En cuanto al equipamiento de las instalaciones actuales, se requiere de una computadora de escritorio, una impresora, un escritorio, un estante para la colocación de la papelería y la dotación de por lo menos 20 sillas.

1.2 Vehículo de transporte ejidal

El Ejido La Purificación, ha sido una comunidad agrícola que ha trabajado por años en el desarrollo y la sustentabilidad de sus actividades productivas. Sin embargo, la infraestructura de transporte y logística no ha logrado evolucionar a la par de las necesidades emergentes de la comunidad. Esta situación limita la capacidad de ejecución de proyectos, la distribución eficiente de productos, la integración social, y la gestión efectiva de los recursos disponibles.

Proyecto de creación de un invernadero para la producción de fresa.

En México y en particular en los ejidos y comunidades, es cada vez más difícil lleva a cabo la producción de alimentos, problemas tales como la pulverización de la tierra, la casi nula incorporación de la ciencia y la técnica a la producción, los precios que se pagan a los productores y los desastres naturales que se han incrementado por el cambio climático, hacen que cada vez en mayor medida se abandone esta actividad, por lo que se tiene que realizar a acciones que tiendan a elevar la productividad y los ingresos de los productores rurales.

En el Ejido la Purificación se presentan estos problemas mencionados, además de que los productores ejidales, como se ha mencionado, son en su mayor parte de avanzada edad y de que la presión por urbanizar las tierras ejidales, agravan la situación descrita.

Por lo anterior es que se plantean desde las comunidades, la necesidad de apoyar los ejidos para una transformación profunda de las formas de producir alimentos.

Por lo anterior, se propone la creación de un módulo de producción de fresa, considerando que existen las condiciones tecnológicas, de mercado, y la disponibilidad del factor agua.

Árboles de navidad

Desarrollo productivo sustentable. Dentro de los proyectos se contempla la producción de especies maderables, en especial de árboles de navidad y la creación de un vivero forestal, para lo cual se requiere de un proceso de capacitación Y gestoría ante las instancias que correspondan para la conservación de los recursos naturales y conservación del medio ambiente. Para la producción de árboles de navidad se dispone de la parcela escolar, aproximadamente 8000 metros cuadrados de superficie de riego, si se considera que pudieran sembrarse los árboles a una distancia de 4 metros, podrían sembrarse 2000 árboles, los cuales se podrían obtener a partir de un convenio n instancia gubernamental como SEDAGRO.

El cuidado de los árboles estaría a cargo de ejidatarios y estudiantes de la escuela, por un período de aproximadamente 5 años, después de los cuales se podrían vender a un precio aproximada de $1000 pesos por árbol, lo que implicaría un ingreso de 2 millones de pesos con la venta total, pero como se considera que no se vendería toda la producción, se mantendría la plantación con resiembras sucesivas. Adicionalmente se podría establecer una parte de plantas sembradas en macetas, para un aprovechamiento de renta de plantas a los consumidores, que luego de pasadas las fiestas navideñas pudieran regresarlos al ejido para su posterior aprovechamiento.

El ejido La Purificación es una comunidad agrícola que enfrenta diversos retos asociados a la falta de modernización en sus procesos productivos. Actualmente, las prácticas agrícolas tradicionales, aunque efectivas en el pasado, han demostrado ser insuficientes para satisfacer las demandas actuales del mercado y garantizar la sustentabilidad del suelo. La dependencia de métodos manuales y la falta de maquinaria moderna limitan la productividad, aumentan los costos operativos y exponen a los productores a condiciones laborales precarias.

En este contexto, el acceso a maquinaria agrícola de última generación se presenta como una solución estratégica para mejorar la eficiencia de las labores agrícolas, reducir los tiempos de trabajo y maximizar el rendimiento de los cultivos. La adquisición de un tractor y sus implementos agrícolas asociados no solo optimizará la preparación del terreno, la siembra y la cosecha, sino que también fomentará el desarrollo integral del ejido, mejorando la calidad de vida de los ejidatarios y fortaleciendo la economía local.

El ejido La Purificación enfrenta una serie de desafíos que limitan su capacidad para competir en un mercado agrícola cada vez más exigente. Entre estos retos se encuentran la baja productividad, los altos costos operativos y el desgaste físico de los ejidatarios, producto de la dependencia en métodos manuales o maquinaria obsoleta. Estas limitaciones no solo afectan la rentabilidad económica, sino que también comprometen la sostenibilidad ambiental y social de las actividades agrícolas.

7.6 Proyecto de Gestión de Compra para un Dron

El Ejido La Purificación, ubicado en el municipio de Texcoco, enfrenta importantes desafíos en la gestión agrícola, particularmente en las áreas de fumigación y monitoreo de cultivos. Las técnicas tradicionales resultan ineficientes para cubrir las extensiones de terreno necesarias, lo que afecta directamente la productividad y sostenibilidad del ejido. Este proyecto propone la adquisición de drones agrícolas con capacidades avanzadas, como tanques de 40 a 50 litros, para optimizar las labores agrícolas, reducir costos operativos y mejorar el rendimiento general de los cultivos. Mediante esta tecnología, se busca integrar innovación y eficiencia en las prácticas agrícolas de la región.

El objetivo sería: Adquisición de drones agrícolas para el uso de fumigación y monitoreo de cultivos en el Ejido La Purificación, Texcoco, con un tanque de capacidad de 40 a 50 litros para optimizar las labores agrícolas y mejorar el rendimiento de los cultivos.

El Ejido La Purificación, ubicado en Texcoco, enfrenta retos comunes en la agricultura como la cobertura insuficiente de tratamientos fitosanitarios y la falta de herramientas adecuadas para el monitoreo de cultivos en grandes extensiones. La adquisición de drones agrícolas con capacidad de hasta 50 litros para fumigación y monitoreo contribuirá a mejorar estas áreas, optimizando el uso de insumos y facilitando la gestión eficiente de los cultivos.

Ollas de captación de agua.

Por otro lado, el ejido cuenta con un área común denominada Soltepec, también conocida como “El Potrero”, es un área que con el transcurrir del tiempo se ha ido erosionando, esta área no representa ninguna utilidad económica para el ejido, es un pequeño cerro, con una extensión de---------- , la mayor parte del mismo tiene un suelo rocoso de difícil acceso y cuya cubierta vegetal es de matorral con un clima semidesértico.

En el año 2022 se propuso por dos instancias gubernamentales, CONAFOR y SEMARNAT, a la Asamblea ejidal, la realización de un programa de reforestación del área común del ejido, para lo cual se destinaron alrededor de 500 000 pesos. Una vez aprobado el programa por la asamblea, se inició el mismo en tres etapas, en la primera de ellas, se hizo limpieza de malezas, se crearon terrazas y se definieron áreas para siembre. Con posterioridad se compraron nopales y 4,300 magueyes, mismos que fueron sembrados en distintas partes del “potrero”, en una segunda etapa se sembraron alrededor de 10, 000 árboles de huizache y palo dulce, con el criterio de que deberían ser árboles propios de la región.

En este periodo de siembra, se aprovechó el período de lluvia, y las plantas ya pegaron, pero cuando llegue el invierno y el período de secas, se corre el riesgo de que las plantas se sequen, de hecho, ya se ha tenido la experiencia de siembra en el lugar conocido como la barranca, y la mayoría de los árboles sembrados se secaron. Por lo anterior se justifica la creación de una olla de captación de agua de riego, a fin de garantizar tener el líquido para el período de estiaje.

Según opinión de los técnicos de la CONAFOR, se requiere una olla de captación de agua de 200 000 litros, no obstante, las condiciones del suelo no son las adecuadas, el suelo es fundamentalmente rocoso, lo que nos lleva a reconsiderar la petición a fin de que se haga la excavación de por lo menos para 100, 000 mil litros en un área de 10 por 10 metros y con un metro de profundidad. El área de escurrimiento es de aproximadamente media hectárea.

Con el apoyo del municipio se iniciaron los trabajos de excavación, no obstante, no se concluyó, por lo cual se está solicitando se continúe con la actividad, para lo cual será suficiente una jornada de trabajo de un día. Una vez concluida la excavación se pondrá geomembrana, con un volumen de 100 metros cuadrados aproximadamente a 140 pesos el metro, para lo cual se requerirá de aproximadamente 140,000 pesos para su conclusión.

El área de escurrimiento se considera insuficiente para que se llene la olla, y ello permitirá que el próximo año durante el período de sequía no se garantice los riegos de apoyo para mantener las plantas y árboles. Se requiere por tanto un sistema de suministro de agua de una parte inferior y luego sea bombeada, esto puede hacerse mediante cisternas u ollas de captación ubicadas en partes inferiores del cerro. Esta actividad permitirá mejorar el medio ambiente no solo de la comunidad, sino que ampliará el área verde del municipio y por lo tanto esta actividad implica un mejoramiento ambiental y social.

Pozo de agua para riego

El Ejido La Purificación, en el municipio de Texcoco, actualmente cuenta con un pozo de 3 pulgadas que no cubre las necesidades de abastecimiento de agua de la comunidad. Este proyecto tiene como objetivo la construcción de un nuevo pozo con un diámetro de 6 pulgadas, que permita un suministro más eficiente y sostenible. Este documento detalla el plan técnico, presupuestal y de gestión necesaria para llevar a cabo la obra.

Los Objetivos del proyecto serían:

Incrementar la capacidad de abastecimiento de agua en el Ejido La Purificación mediante la construcción de un nuevo pozo de 6 pulgadas.

Garantizar un suministro hídrico suficiente para satisfacer las necesidades actuales y futuras.

Cumplir con las normativas técnicas y ambientales vigentes.

Promover el desarrollo sustentable de la comunidad.

El pozo actual de 3 pulgadas resulta insuficiente para cubrir las demandas de agua del ejido. Esto genera afectaciones en actividades agrícolas, ganaderas y domésticas, limitando el bienestar y la productividad de la comunidad. Un nuevo pozo de 6 pulgadas permitirá satisfacer estas necesidades, asegurando un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos.

Alcance del Proyecto

Componentes del proyecto:

1. Estudios previos (hidrogeológicos y de impacto ambiental).

2. Gestión de permisos ante la CONAGUA y otras instancias.

3. Construcción del pozo y sistema de bombeo.

4. Instalación de infraestructura de conducción y distribución.

5. Pruebas de operación y entrega.

5. Estudios y Trámites

1. Evaluación inicial:

Estudio Hidrogeológico: Determinar la disponibilidad y calidad del agua subterránea en la zona. Este estudio ya fue realizado con el apoyo de CONAGUA y el ejido de manera conjunta, los resultados fueron entregados a la instancia respectiva y se está a la espera de otro estudio que es requerido por CONAGUA para la autorización del nuevo pozo

Análisis de Demanda: En la actualidad solo se riegan en promedio 15 hectáres, no obstante que en el padrón de usuarios existen 107 ejidatarios, con un nuevo pozo podr+ían irrigarse aproximadamente 100 hectáreas, lo cual incrementaría sustancialmente la eficiencia productiva y la rentabilidad de los cultivos.

7.9 PROYECTOS GRANJA DEMOSTRATIVA

El desarrollo de un proyecto ecoturístico en el Ejido La Purificación de Texcoco representa una oportunidad única para promover la sostenibilidad y la conservación del entorno natural, al mismo tiempo que se generan beneficios económicos para la comunidad local. Este proyecto busca establecer una granja demostrativa que no solo sirva como un espacio educativo y recreativo, sino que también integre diversas actividades agropecuarias, incluyendo la cría de gallinas, borregos, chivos, vacas, caballos y conejos, así como la implementación de un sistema de composta**. C**on el objetivo de fomentar el turismo responsable, se cobrará una entrada simbólica que permitirá a los visitantes disfrutar de un contacto directo con la naturaleza y los animales, aprendiendo sobre

prácticas agrícolas sostenibles. Además, se ofrecerá el alquiler de cuatrimotos para explorar los alrededores, brindando una experiencia dinámica y emocionante.

Este proyecto podría ser ubicada en el área conocida como Melazadora, que cuenta con instalaciones cubiertas, agua potable, luz eléctrica, zona de estacionamiento y un área aproximada de una hectárea.

Las instalaciones del Potrero y de la Melazadora, se encuentran en deterioro y actualmente no tienen un uso beneficioso para el ejido, estas pueden tener un uso que apoye al ejido, si se maneja bien el proyecto ecoturístico.

Otro proyecto relevante sería la creación de un restaurante ubicado en la cima del cerro denominado “El Potrero”, que ofrecerá vistas panorámicas del valle de Texcoco. Este restaurante funcionaría los fines de semana y estaría abierto a quienes deseen vender sus productos, promoviendo así la economía local y el emprendimiento. A través de este plan, se busca no solo atraer turistas, sino también educar a la comunidad sobre la importancia de la conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales.

En este sentido, el proyecto se alinea con las políticas de desarrollo sustentable del municipio y contribuye al bienestar social y económico del Ejido La Purificación.

El objetivo sería **c**rear un espacio ecoturístico que ofrezca experiencias educativas y recreativas en una granja demostrativa, además de generar recursos para los mismos ejidatarios con el restaurante, donde los visitantes puedan aprender sobre prácticas sostenibles.

7.10 **Proyectos individuales**

Los proyectos planteados con anterioridad son fundamentalmente de carácter colectivo, y serían en beneficio del conjunto de ejidatarios, además hay interés individual en participar parea obtener mejoras y beneficios de carácter individual entre los ejidatarios, estos proyectos específicos serían presentados por todos aquellos que tuvieran interés, con el respaldo del Comisariado Ejidal.

Fuentes de Financiamiento

1. Programas Federales:

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER): A través de programas como "Fomento a la Agricultura" y "Apoyo para la Mecanización Agrícola", enfocados en promover la modernización de las actividades agropecuarias en comunidades rurales.

FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura): Ofrecen créditos y subsidios con tasas preferenciales para la adquisición de maquinaria agrícola y tecnología innovadora.

2. Programas Estatales:

Secretarías de Desarrollo Agropecuario Estatales: Cada entidad federativa cuenta con programas específicos para el impulso de la mecanización agrícola y el desarrollo de pequeños productores. Es importante explorar las opciones disponibles en el estado donde se encuentra el ejido.

Conclusiones

El Ejido la Purificación, se encuentra localizado a solo 13 kilómetros de la UACh, es un ejido que como la mayoría de los que existen en el país sufre de numerosas carencias, donde la actividad agropecuaria que es la principal actividad económica, está en pleno declive, por lo que se requiere del apoyo de las entidades gubernamentales para su subsistencia, así como de una diversificación de sus actividades si quiere mantenerse ante la presión inmobiliaria y la poca rentabilidad de sus cultivos, en la investigación realizada se elaboró un diagnóstico socioeconómico a partir de lo cual se están implementando respuestas de proyectos productivos y sociales en beneficio del campesinado y de la población en general.

LITERATURA CITADA

Gittinger J. Price. 1993. Análisis económico de proyectos agrícolas. Editorial TECNOS. Madrid.

Información sobre drones agrícolas de Yuneec: https ://www .yuneec .com /es -US /agricultura

Morales, Braulio. (2001). Evaluation de Proyectos. Notas. Universidad Autónoma Chapingo

Página oficial de DJI: https ://www .dji .com

Página oficial de XAG: https ://www .xa .com

Perales Arturo. (2005). Metodología de la investigación. Guía para elaborar una tesis. Edit. Universidad Autónoma Chapingo.

Porter, M., 2007. La ventaja competitiva de las naciones. Harvard Business Review, ISSN 0717-9952, Vol. 85, Nº. 11, 2007.

Sección de productos agrícolas de DJI: https ://www .dji .com /agriculture

Sección de productos agrícolas de XAG: https ://www .xa .com /agriculture

XAG P40: Yuneec H520E AG: Página oficial de Yuneec : https://www.yuneec.com