



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

CENTRO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS,
SOCIALES Y TECNOLÓGICAS DE LA AGROINDUSTRIA Y LA
AGRICULTURA MUNDIAL

DOCTORADO EN CIENCIAS EN PROBLEMAS ECONÓMICO
AGROINDUSTRIALES

SISTEMAS ALIMENTARIOS Y SU SOSTENIBILIDAD: EL CASO DEL CAFÉ MEXICANO

T E S I S

Que como requisito parcial
para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN PROBLEMAS ECONÓMICO
AGROINDUSTRIALES

Presenta:

KENIA AURORA REYES DE JESÚS

Bajo la supervisión de:

JORGE AGUILAR ÁVILA, DOCTOR



Chapingo, Estado de México, 22 de abril de 2026.

**SISTEMAS ALIMENTARIOS Y SU SOSTENIBILIDAD:
EL CASO DEL CAFÉ MEXICANO**

Tesis realizada por **KENIA AURORA REYES DE JESÚS** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS EN PROBLEMAS ECONÓMICO
AGROINDUSTRIALES**

DIRECTOR:



DR. JORGE AGUILAR ÁVILA

ASESOR:



DR. GUSTAVO ALMAGUER VARGAS

ASESOR:



DR. J. REYES ALTAMIRANO CÁRDENAS

**LECTORA
EXTERNA:**



DRA. ZADYA FRANSCELLIA DE SAN
JOSÉ VARGAS ESPÍNDOLA

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ABREVIATURAS USADAS	ix
AGRADECIMIENTOS	iii
DATOS BIOGRÁFICOS	iv
RESUMEN GENERAL	v
GENERAL ABSTRACT	vi
1 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL	7
1.1 Preguntas de investigación	11
1.2 Objetivo general	11
1.2.1 Objetivos específicos	12
1.3 Hipótesis general	12
1.3.1 Hipótesis específicas	12
1.4 Estructura de la tesis	13
1.5 Literatura citada	15
2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	19
2.1 Sistemas alimentarios	19
2.1.1 Componentes y actores de los sistemas alimentarios	20
2.1.2 Sistemas alimentarios como sistemas socio-ecológicos	23
2.2 Sostenibilidad en sistemas alimentarios	23
2.2.1 Dimensiones de la sostenibilidad	25
2.2.2 Evaluación de sostenibilidad	26
2.3 Enfoque sistémico para el análisis de sistemas complejos	28
2.4 Complejidad en sistemas alimentarios	29
2.5 Transiciones hacia sistemas alimentarios sostenibles	30
2.6 Literatura citada	31
3 CAPÍTULO III: MARCO CONTEXTUAL	39
3.1 Panorama global del café	39
3.2 El café en México	42
3.3 Características socioeconómicas de los productores	43

3.4	Sistemas de producción cafetalera.....	44
3.5	Problemática estructural del sistema cafetalero	45
3.6	Literatura citada.....	47
4	CAPÍTULO IV: SISTEMA ALIMENTARIO CAFETALERO EN CHIAPAS, PUEBLA Y VERACRUZ: EVALUACIÓN MULTIDIMENSIONAL DE LA SOSTENIBILIDAD	49
4.1	Resumen	49
4.2	Abstract	50
4.3	Introducción	51
4.4	Materiales y métodos.....	54
4.4.1	Área de estudio	54
4.4.2	Diseño del estudio y colecta de información	55
4.4.3	Instrumentos y variables analizadas.....	56
4.4.4	Enfoque analítico del sistema alimentario	56
4.4.5	Diseño del indicador de sostenibilidad	56
4.4.6	Análisis estadístico y tipificación de sistemas	57
4.5	Resultados.....	58
4.5.1	Caracterización del sistema alimentario cafetalero	58
4.5.2	Evaluación de sostenibilidad por dimensión.....	61
4.5.3	Índice de sostenibilidad global.....	63
4.5.4	Tipificación de sistemas productivos	63
4.6	Discusión	66
4.7	Conclusiones	69
4.8	Agradecimientos.....	70
4.9	Conflicto de intereses	70
4.10	Referencias	70
5	CAPÍTULO V: BLOQUEO ESTRUCTURAL Y TRANSICIÓN RESTRINGIDA EN EL SISTEMA AGROALIMENTARIO CAFETALERO DEL SUR-CENTRO DE MÉXICO.....	75
5.1	RESUMEN.....	75
5.2	ABSTRACT	76

5.3	INTRODUCCIÓN.....	77
5.4	MATERIALES Y MÉTODOS	80
5.4.1	Enfoque metodológico.....	80
5.4.2	Área de estudio y participantes	80
5.4.3	Variables y dimensiones de análisis del sistema alimentario cafetalero.....	82
5.4.4	Aplicación de la Metodología de Sistemas Suaves (MSS)	83
5.4.5	Estrategia analítica	83
5.4.6	Criterios de rigor	84
5.5	RESULTADOS	84
5.5.1	Situación problemática no estructurada del sistema alimentario cafetalero.....	85
5.5.2	Situación problemática expresada (visión rica)	87
5.5.3	Definición raíz del sistema.....	89
5.5.4	Modelo conceptual del sistema	91
5.5.5	Comparación entre el modelo conceptual y dinámica empírica ..	93
5.5.6	Cambios sistémicamente deseables y culturalmente factibles....	97
5.6	DISCUSIÓN.....	99
5.6.1	Persistencia del bloqueo estructural del sistema alimentario cafetalero.....	99
5.6.2	Innovación parcial y límites de la transformación	100
5.6.3	Dependencia comercial y gobernanza	101
5.6.4	Transición restringida en sistemas agroalimentarios de pequeña producción.....	102
5.6.5	Implicaciones para la sostenibilidad de sistemas cafetaleros....	103
5.7	CONCLUSIONES	104
5.8	LIMITACIONES DEL ESTUDIO	105
5.9	LITERATURA CITADA	106
6	CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES	113
6.1	Discusión general	113

6.2	Conclusiones generales	114
6.3	Contribuciones de la investigación	115
6.4	Limitantes de la investigación	115

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Marcos de sostenibilidad a escala agrícola según el tipo y el número de dimensiones dirigido.	27
Cuadro 2. Diferencias entre sistemas suaves y duros.	28
Cuadro 3. Características de los actores entrevistados.	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de la tesis	14
Figura 2. Componentes del Sistema Alimentario.	21
Figura 3. Naciones productoras de café en el mundo en 2021.....	40
Figura 4. Evolución de las principales naciones productoras del café en el mundo.	41
Figura 5. Entidades productoras de café en México 2026.	42
Figura 6. Área de estudio y porcentaje del valor de la producción de café por entidad federativa.	55
Figura 7. Estructura de la cadena de suministros del sistema alimentario cafetalero en Chiapas, Puebla y Veracruz, México, 2023. Esquema elaborado con base en entrevistas y encuestas aplicadas a actores del sistema.	59
Figura 8. Distribución del Índice de Valoración de la Sostenibilidad por dimensión (IVSo) en sistemas de producción cafetalera de Chiapas, Puebla y Veracruz, México, 2023.....	62
Figura 9. Dendrograma de agrupamiento jerárquico de sistemas de producción cafetalera con método de Ward y distancia euclídea reescalada en Chiapas, Puebla y Veracruz, México, 2023.	64
Figura 10. Valores promedio del Índice de Valoración de la Sostenibilidad por dimensión según tipo de sistema de producción cafetalera en Chiapas, Puebla y Veracruz, México, 2023. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,10$).	65
Figura 11. Relación entre dimensiones del Índice de Valoración de la Sostenibilidad por tipo de sistema de producción cafetalera en Chiapas, Puebla y Veracruz, México, 2023. A) Dimensiones económica y de gobernanza. B) Dimensiones ambiental y de gobernanza.	66

Figura 12. Situación problemática expresada en la visión rica del sistema alimentario cafetalero en el sur-centro de México.....	87
Figura 13. Modelo conceptual del sistema de actividades necesarias para fortalecer la captura de valor y la articulación organizativa en el sistema cafetalero.	92
Figura 14. Diagrama de bucles causales del sistema alimentario cafetalero. Los bucles reforzadores (R) y de balance (B) permiten explicar las brechas entre el modelo conceptual y la dinámica observada del sistema.	94

ABREVIATURAS USADAS

Sigla	Significado
CATWOE	Customers, Actors, Transformation, Worldview, Owner, Environment (herramienta de la Metodología de Sistemas Suaves)
CLD	Causal Loop Diagram (Diagrama de Bucles Causales)
DPSIR	Drivers–Pressures–State–Impact–Response framework
FAO	Food and Agriculture Organization
FAOSTAT	Base de datos estadística de la FAO
FS	Food System
HLPE	High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition
IVSo	Índice de Valoración de la Sostenibilidad Global
IVSD	Índice de Valoración de la Sostenibilidad por Dimensión
LCA	Life Cycle Assessment
MESMIS	Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad
MSS	Metodología de Sistemas Suaves
OIC	Organización Internacional del Café

Sigla	Significado
SA	Sistemas Alimentarios
SAS	Sistemas Alimentarios Sostenibles
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SAFA	Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems
SECIHTI	Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

DEDICATORIAS

A mi mamá, que desde donde está me acompaña siempre; su presencia guía este camino, sobre todo en los momentos más difíciles.

A mi papá y a mi hermano, por su cariño, fortaleza, resiliencia, y sus ánimos.

A Cris, Liz, Rol, Pao, Alana, Gladis, Diana, Jime, Andy, Caro, Came, Tess y Alicia, por avivar mis sueños, por estar siempre pendientes, por animarme y por sus buenos deseos.

A mis primos, amigos y compañeros por las veces que me animaron a seguir.

Con mucho cariño.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a San Jerónimo, por guiarme y permitirme llegar a este momento.

A la **Universidad Autónoma Chapingo** y al Centro Académico y de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (**CIESTAAM**) por su contribución a mi formación académica.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación de México (**SECIHTI**), por el financiamiento brindado para realizar mis estudios de doctorado.

Al **Dr. Jorge Aguilar Ávila**, por la confianza depositada en mí, por su tiempo y dedicación, así como por las oportunidades brindadas. Agradezco sus valiosos consejos, su apoyo y el compromiso en la dirección de esta investigación.

Al **Dr. Gustavo Almaguer Vargas**, por su tiempo, disposición, orientación, aportaciones, así como por el apoyo durante el desarrollo de esta investigación.

Al **Dr. J. Reyes Altamirano Cárdenas**, por su tiempo, disposición, sugerencias y el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación.

Al la **Dra. Zadya Franscellia De San José Vargas Espíndola** por su tiempo y disposición en la lectura de la tesis, así como por sus valiosos comentarios a la misma.

A todos los informantes clave que generosamente compartieron su tiempo y conocimientos durante las entrevistas y encuestas; sin su valioso aporte, esta investigación no habría sido posible.

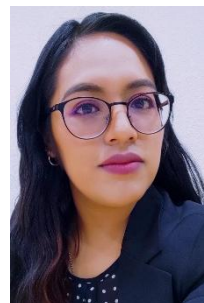
A mis compañeros y amigos, Mayra, Adán, Mario, Carlos y Carmen, por su amistad, apoyo, intercambio de ideas y valiosas sugerencias, que hicieron más llevaderos estos cuatro años y disiparon la incertidumbre durante el tiempo de convivencia.

A mis profesores del CIESTAAM, por sus enseñanzas y aportes, que contribuyeron de manera significativa a mi formación académica y profesional.

A todos, gracias.

DATOS BIOGRÁFICOS

Kenia Aurora Reyes de Jesús nació el 29 de septiembre de 1995 en Villa de Allende, Estado de México. Realizó sus estudios de educación media superior y de licenciatura en la Universidad Autónoma Chapingo, donde obtuvo el título de Ingeniera Agrónoma Especialista en Fitotecnia en 2017. Durante su formación profesional llevó a cabo su servicio social en Álamo Temapache, Veracruz, brindando apoyo técnico a las cooperativas de cítricos PROCACyV (2016) y desarrolló su estancia preprofesional en Vizcaíno, Mulegé, Baja California Sur para la Agrícola MD (2017).



En el ámbito laboral inició actividades en 2018 como asesora técnica en la Empresa Viveros el Volcán, en Coatepec Harinas, Estado de México. Posteriormente, se desempeñó como representante técnico comercial en la empresa Ruvalverde, en Arandas Jalisco.

Continuó su formación académica en el Centro Académico y de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y Agricultura Mundial, donde cursó la Maestría en Ciencias en Estrategia Agroempresarial (2019-2021) y posteriormente el Doctorado en Ciencias en Problemas Económico Agroindustriales (2022-2025). Su participación en la vida académica se ha fortalecido mediante la impartición de talleres y cursos, la asesoría en tesis y la difusión de resultados de investigación en diversos congresos nacionales e internacionales especializados en agroindustria, sostenibilidad, cadenas de valor y sistemas alimentarios. Entre ellos destacan el Congreso Internacional de Extensión Rural de la Universidad del Tolima Colombia, el Congreso Internacional de Ciencias Sociales Interdisciplinarias de la Universidad de Málaga, el Congreso Internacional y Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma Chapingo.

Su desarrollo profesional y académico refleja un compromiso con el fortalecimiento del sector agroalimentario, mediante la investigación aplicada, la innovación social y la formación de capacidades en productores, estudiantes y profesionales del medio rural.

RESUMEN GENERAL

SISTEMAS ALIMENTARIOS Y SU SOSTENIBILIDAD: EL CASO DEL CAFÉ MEXICANO ¹

La sostenibilidad del sector cafetalero en México enfrenta desafíos complejos, derivados de la interacción entre factores económicos, ambientales, sociales y de gobernanza, los cuales afectan la estabilidad de los actores involucrados y reducen la resiliencia del Sistema Alimentario (SA). Esta tesis tuvo como objetivo generar un diagnóstico del sector cafetalero y proponer rutas de intervención para fortalecer su sostenibilidad, desde un enfoque del SA. El estudio se realizó en Chiapas, Puebla y Veracruz mediante un enfoque mixto, desarrollando trabajo de campo, análisis cuantitativo y modelación sistémica. Se aplicaron 30 encuestas a cafecultores y 17 entrevistas con actores clave. Con base en 42 indicadores agrupados en las dimensiones ambiental, social, económica y de gobernanza, se construyó un Índice de Valoración de la Sostenibilidad (IVSo). Asimismo, mediante un análisis de conglomerados se tipificaron tres sistemas productivos: básicos, desarrollados y especializados. Por su parte, la metodología de sistemas blandos permitió reconocer limitantes estructurales y formular un modelo de intervención. Los resultados mostraron un nivel de sostenibilidad moderado, con avances en las dimensiones ambiental y económica, pero rezagos en la social y de gobernanza. Desde el enfoque sistémico, se identificaron limitantes interrelacionadas como la vulnerabilidad económica, la degradación ambiental, la inequidad social y fallos de gobernanza. Estos rubros se integraron en un modelo de análisis, a partir del cual se propone un conjunto de estrategias orientadas a fortalecer la organización productiva, mejorar la rentabilidad, promover prácticas regenerativas, diversificar y mejorar el acceso a los mercados y alinear las políticas públicas con las necesidades de los tres grupos de cafecultores tipificados. Se concluye que para avanzar hacia un SA más sostenible, resiliente y equitativo se requiere una hoja de ruta que oriente las intervenciones públicas y privadas de manera coordinada en organización, prácticas productivas, el acceso a mercados y el fortalecimiento institucional.

Palabras clave: gobernanza, tipologías productivas, indicador multidimensional, análisis de conglomerados, modelado de sistemas.

¹Tesis de Doctorado en Ciencias en Problemas Económico Agroindustriales, Universidad Autónoma Chapingo
Autor: Kenia Aurora Reyes de Jesús
Director: Jorge Aguilar Ávila

GENERAL ABSTRACT

FOOD SYSTEMS AND THEIR SUSTAINABILITY: THE CASE OF MEXICAN COFFEE²

The sustainability of Mexico's coffee sector faces complex challenges derived from the interaction of economic, environmental, social, and governance factors, which affect the stability of stakeholders and reduce the resilience of the Food System (FS). This thesis aimed to develop a diagnosis of the coffee sector and propose intervention pathways to strengthen its sustainability from an FS perspective. The study was conducted in Chiapas, Puebla, and Veracruz using a mixed-methods approach that integrated fieldwork, quantitative analysis, and systems modeling. A total of 30 surveys were conducted by coffee producers, and 17 interviews were conducted with key stakeholders. Based on 42 indicators grouped into environmental, social, economic, and governance dimensions, a Sustainability Assessment Index (SuAI) was constructed. Additionally, a cluster analysis was used to classify three types of production systems: basic, developed, and specialized. Soft systems methodology allowed the identification of structural constraints and the formulation of an intervention model. The results showed a moderate level of sustainability, with progress in the environmental and economic dimensions but lags in the social and governance dimensions. From a systems perspective, interrelated constraints were identified, including economic vulnerability, environmental degradation, social inequality, and governance failures. These components were integrated into an analytical model from which a set of strategies is proposed to strengthen productive organization, improve profitability, promote regenerative practices, diversify and improve market access, and align public policies with the needs of the three identified groups of coffee producers. It is concluded that progressing toward a more sustainable, resilient, and equitable FS requires a roadmap that guides coordinated public and private interventions in organization, productive practices, market access, and institutional strengthening.

Keywords: governance, production typologies, multidimensional indicator, cluster analysis, systems modeling.

²Doctoral Thesis in Science in Agro-industrial Economic Problems, Universidad Autónoma Chapingo

Author: Kenia Aurora Reyes de Jesús

Advisor: Jorge Aguilar Ávila

1 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL

Los Sistemas Alimentarios (SA) ocupan un lugar central en el análisis contemporáneo del desarrollo rural y la sostenibilidad. Este enfoque permite comprender de manera integral las relaciones entre producción, transformación, distribución y consumo de alimentos, así como sus efectos sociales, económicos y ambientales. A diferencia de los enfoques centrados únicamente en la productividad agrícola o en las cadenas de valor, el enfoque de SA reconoce la interacción entre actores, instituciones, recursos naturales y dinámicas de mercado que influyen en la seguridad alimentaria, el bienestar de los productores y la sostenibilidad de los territorios (Ericksen, 2008; FAO, 2017a; HLPE, 2018). Desde esta perspectiva, los SA constituyen sistemas socio-ecológicos complejos caracterizados por interdependencias, retroalimentaciones y resultados emergentes que no pueden explicarse mediante relaciones lineales o sectoriales (Hanger-Kopp et al., 2024; Ingram, 2011; Ostrom, 2009).

La sostenibilidad de los SA se ha convertido en una preocupación prioritaria a nivel global. El crecimiento poblacional, el deterioro ambiental, la desigualdad social, la volatilidad de los mercados y el cambio climático ejercen presiones crecientes sobre los sistemas productivos y sobre las condiciones de vida de los productores rurales. La literatura coincide en que la sostenibilidad no se limita a la eficiencia productiva. Su análisis requiere una perspectiva multidimensional que integre las dimensiones ambiental, económica y social, además de la gobernanza, entendida como el conjunto de reglas, instituciones y mecanismos que orientan la toma de decisiones dentro del sistema (Clancy, 2022; Eliasson et al., 2022; FAO, 2014; Mensah, 2019). En consecuencia, avanzar hacia SA sostenibles implica mejorar las prácticas productivas y transformar las relaciones organizativas, comerciales e institucionales que estructuran su funcionamiento (FAO, 2018; Zou et al., 2022).

En este contexto, el SA cafetalero constituye un caso particularmente relevante. El café es uno de los productos agrícolas más importantes del comercio internacional y representa un medio de vida fundamental para millones de familias rurales en países tropicales de América Latina, África y Asia (CEDRSSA, 2014; FAO, 2023). En México, la cafeticultura posee gran relevancia económica, social y ambiental. La actividad genera ingresos para cientos de miles de pequeños productores y suele desarrollarse en sistemas agroforestales que contribuyen a la conservación de la biodiversidad, la regulación microclimática, el almacenamiento de carbono y la protección del suelo (Flores, 2015; Harvey et al., 2021; Sánchez Morales & Valdés Rodríguez, 2025). Además, estados como Chiapas, Veracruz y Puebla concentran la mayor parte de la producción nacional, lo que convierte a estas regiones en territorios estratégicos para analizar la sostenibilidad del sector cafetalero mexicano (SIAP, 2026).

A pesar de su importancia económica y territorial, el SA cafetalero mexicano enfrenta problemas estructurales que limitan su sostenibilidad. Entre ellos destacan la volatilidad de los precios internacionales, la baja rentabilidad de los sistemas de producción, la dependencia de intermediarios y la escasa captura de valor en origen. También persisten la fragmentación organizativa, el limitado acceso a financiamiento y asistencia técnica, así como condiciones de marginación social en numerosos territorios productores (Muñoz-Rodríguez et al., 2019; Richey & Ponte, 2021). A estos factores se suman la variabilidad climática y los efectos del cambio climático, entre ellos el incremento de plagas y enfermedades como la roya del café, que afectan la estabilidad productiva y la viabilidad futura del cultivo (Córdoba-Mora et al., 2025; Guerrero-Carrera & Hernández-Flores, 2024; SADER, 2018). Estos elementos muestran que la problemática del sector también responde a la interacción de factores económicos, sociales, organizativos, ambientales e institucionales.

Las investigaciones sobre cafeticultura han generado avances importantes desde distintas perspectivas. Algunos estudios destacan la contribución de los sistemas agroforestales de café a la conservación ambiental, la resiliencia ecológica y la

adaptación al cambio climático (Harvey et al., 2021; Quiroz Guerrero et al., 2024; Tinoco et al., 2026). Otros analizan el papel de las certificaciones, las cooperativas, la diferenciación comercial y la innovación organizativa en la mejora de la inserción de los productores en mercados más rentables (Jiménez-Ortega et al., 2022; Renard, 2022; Richey & Ponte, 2021). Investigaciones recientes también resaltan la utilidad del enfoque de SA y del pensamiento sistémico para examinar la complejidad de las cadenas agroalimentarias y los procesos de transición hacia mayores niveles de sostenibilidad (Alonso-Adame et al., 2024; Brock, 2023; Mausch et al., 2025).

No obstante, la literatura presenta algunos vacíos analíticos. Muchos estudios analizan por separado las dimensiones ambiental, económica, social o institucional del sistema cafetalero. Además, pocos examinan las interdependencias estructurales que condicionan su transformación. La investigación sobre productividad, resiliencia, agroecología o cadenas de valor suele permanecer fragmentada y rara vez integra la heterogeneidad de los sistemas productivos, las asimetrías de poder en la cadena y las restricciones estructurales que limitan la transición hacia configuraciones más sostenibles (Clancy, 2022; Wright et al., 2024; Zou et al., 2022). Por esta razón, resulta necesario desarrollar enfoques que articulen la medición multidimensional de la sostenibilidad con una comprensión sistémica de las dinámicas del sistema.

La presente investigación responde a esta necesidad. Su pertinencia se relaciona, en primer lugar, con la importancia estratégica del café en México como actividad económica, social y ambiental. La cafeticultura genera ingresos para numerosos hogares rurales y contribuye a la conservación de agroecosistemas complejos. Comprender sus condiciones de sostenibilidad resulta fundamental para orientar políticas públicas, fortalecer estrategias organizativas e impulsar procesos de innovación territorial (FAO, 2019; Flores, 2015).

En segundo lugar, el estudio busca superar enfoques parciales mediante una visión integral que permita evaluar simultáneamente distintas dimensiones del SA

cafetalero, con el propósito de generar un diagnóstico más completo y orientar el diseño de estrategias de intervención más efectivas, al considerar las interacciones entre factores productivos, económicos, sociales y ambientales. La sostenibilidad del sector depende tanto del desempeño productivo y ambiental como de la gobernanza, la articulación organizativa y la capacidad de los actores para capturar valor dentro de la cadena (de Oliveira et al., 2023; Gayatri et al., 2016; Heredia-R et al., 2020).

Diversos estudios han demostrado que los enfoques integradores basados en el análisis de sistemas permiten identificar relaciones causales, cuellos de botella y puntos de apalancamiento que no son visibles en análisis fragmentados, contribuyendo al diseño de políticas y estrategias más eficaces en SA complejos (Zarbà et al., 2025). Por ejemplo, trabajos fundamentados en dinámica de sistemas han permitido mejorar la comprensión de la interacción entre productividad, mercado y sostenibilidad, facilitando intervenciones más coherentes y de mayor impacto (Sterman, 2002; Meadows, 2008; Béné et al., 2020). En este sentido, el uso de un enfoque integral no solo amplía la comprensión del sistema, sino que también fortalece la capacidad de incidir en su transformación hacia modelos más sostenibles.

Finalmente, la investigación propone una estrategia metodológica que integra el análisis multidimensional de la sostenibilidad con herramientas del pensamiento sistémico. El estudio construye un índice que incorpora dimensiones ambiental, social, económica y de gobernanza para identificar distintos niveles de sostenibilidad. Además, utiliza herramientas como la Metodología de Sistemas Suaves y los Diagramas de Bucles Causales para identificar mecanismos de retroalimentación y dinámicas estructurales que condicionan la transformación del sistema cafetalero (Checkland & Poulter, 2020; Hasyimi et al., 2025; Mausch et al., 2025).

En síntesis, el análisis del SA cafetalero mexicano desde un enfoque de sostenibilidad y complejidad resulta pertinente tanto en el ámbito académico como en el práctico. En el plano académico, contribuye al debate sobre SA

sostenibles, gobernanza y transiciones agroalimentarias en contextos de pequeña producción. En el plano práctico, aporta elementos para el diseño de intervenciones que reconozcan la diversidad de los productores, las restricciones estructurales del sector y la necesidad de articular estrategias productivas, organizativas, comerciales e institucionales.

En este contexto, la presente tesis se orienta a responder las siguientes preguntas de investigación:

1.1 Preguntas de investigación

1. ¿Cuáles son las características estructurales y los niveles de sostenibilidad del SA cafetalero en México?
2. ¿Qué tipologías de subsistemas productivos conforman el SA cafetalero en México?
3. ¿Qué interdependencias económicas, organizativas, sociales y ambientales estructuran la dinámica del SA cafetalero?
4. ¿Qué estrategias o cambios sistémicamente deseables y culturalmente factibles pueden contribuir a mejorar la sostenibilidad del sistema agroalimentario cafetalero en México?

Con base en las preguntas planteadas, la presente investigación aborda el análisis del SA cafetalero desde un enfoque integral y sistémico. En este contexto, se plantea el siguiente objetivo general:

1.2 Objetivo general

Analizar el sistema alimentario cafetalero en México mediante la caracterización de sus componentes, la evaluación de su nivel de sostenibilidad y la tipificación de sus subsistemas productivos, con el fin de comprender las interdependencias estructurales que configuran su dinámica y orientar estrategias que contribuyan a fortalecer su desempeño social, económico, ambiental y de gobernanza.

Con base en el objetivo general planteado, se formulan los siguientes objetivos específicos, orientados a guiar el desarrollo de la investigación de manera secuencial y complementaria.

1.2.1 Objetivos específicos

1. Caracterizar los componentes estructurales del SA cafetalero mexicano y evaluar sus niveles de sostenibilidad en las dimensiones ambiental, social, económica y de gobernanza
2. Identificar y tipificar los subsistemas productivos presentes dentro del SA cafetalero en México, con base en su desempeño en dichas dimensiones.
3. Analizar las interdependencias económicas, organizacionales, sociales y ambientales que estructuran la dinámica del SA cafetalero.
4. Identificar estrategias o cambios sistémicamente deseables y culturalmente factibles que contribuyan a fortalecer la sostenibilidad del SA cafetalero en México.

En congruencia con las preguntas y objetivos de investigación planteados, se formulan las siguientes hipótesis de investigación.

1.3 Hipótesis general

La sostenibilidad del SA cafetalero en México está condicionada por interdependencias estructurales entre dimensiones económicas, organizacionales, sociales y ambientales, las cuales influyen en el desempeño de los subsistemas productivos y limitan su capacidad de transición hacia configuraciones más sostenibles.

1.3.1 Hipótesis específicas

1. El SA Cafetalero mexicano presenta heterogeneidad estructural en sus componentes productivos, organizativos y territoriales, lo que refleja distintos niveles de sostenibilidad en las dimensiones económica, social, ambiental y de gobernanza.

2. Los subsistemas productivos presentes dentro del SA cafetalero pueden tipificarse a partir de su desempeño diferenciado en las dimensiones ambiental, social, económica y de gobernanza.
3. La dinámica del SA cafetalero está estructurada por interdependencias económicas, organizacionales, sociales y ambientales que generan mecanismos de retroalimentación que condicionan su funcionamiento.
4. La sostenibilidad del SA cafetalero mexicano puede fortalecerse mediante la implementación de estrategias sistémicamente deseables y culturalmente factibles, orientadas a los distintos subsistemas productivos y articulados de manera sinérgica en las dimensiones ambiental, social, económica y de gobernanza del sistema.

1.4 Estructura de la tesis

La presente tesis se organiza en seis capítulos que articulan el desarrollo conceptual, contextual y empírico de la investigación (Figura 1).

El Capítulo 1 presenta la Introducción general, donde se expone el planteamiento del problema, la justificación del estudio, las preguntas de investigación, los objetivos y las hipótesis que orientan el desarrollo del trabajo.

El Capítulo 2 aborda los fundamentos teóricos y conceptuales que sustentan la investigación, incluyendo los enfoques analíticos relacionados con SA, sostenibilidad, complejidad y transiciones sociotécnicas.

El Capítulo 3 desarrolla el marco contextual del estudio, en él se describe la evolución, características y dinámicas del sector cafetalero, así como su relevancia económica, social y territorial.

El Capítulo 4 presenta el primer artículo de investigación, enfocado en la caracterización del SA cafetalero y evaluación de su sostenibilidad, así como en la tipificación de los subsistemas productivos presentes en el territorio de estudio.

El Capítulo 5 integra el segundo artículo científico, orientado al análisis de la complejidad del SA cafetalero mexicano y la identificación de los principales factores estructurales que limitan la transición hacia un modelo sostenible. Este capítulo incorpora el análisis sistémico de interdependencias mediante herramientas como la Metodología de Sistemas Suaves y diagrama de bucles causales.

Finalmente, el Capítulo 6 presenta la discusión y conclusiones generales de la tesis y se destacan los principales aportes, alcances y limitaciones de la investigación, así como posibles líneas de investigación futura.

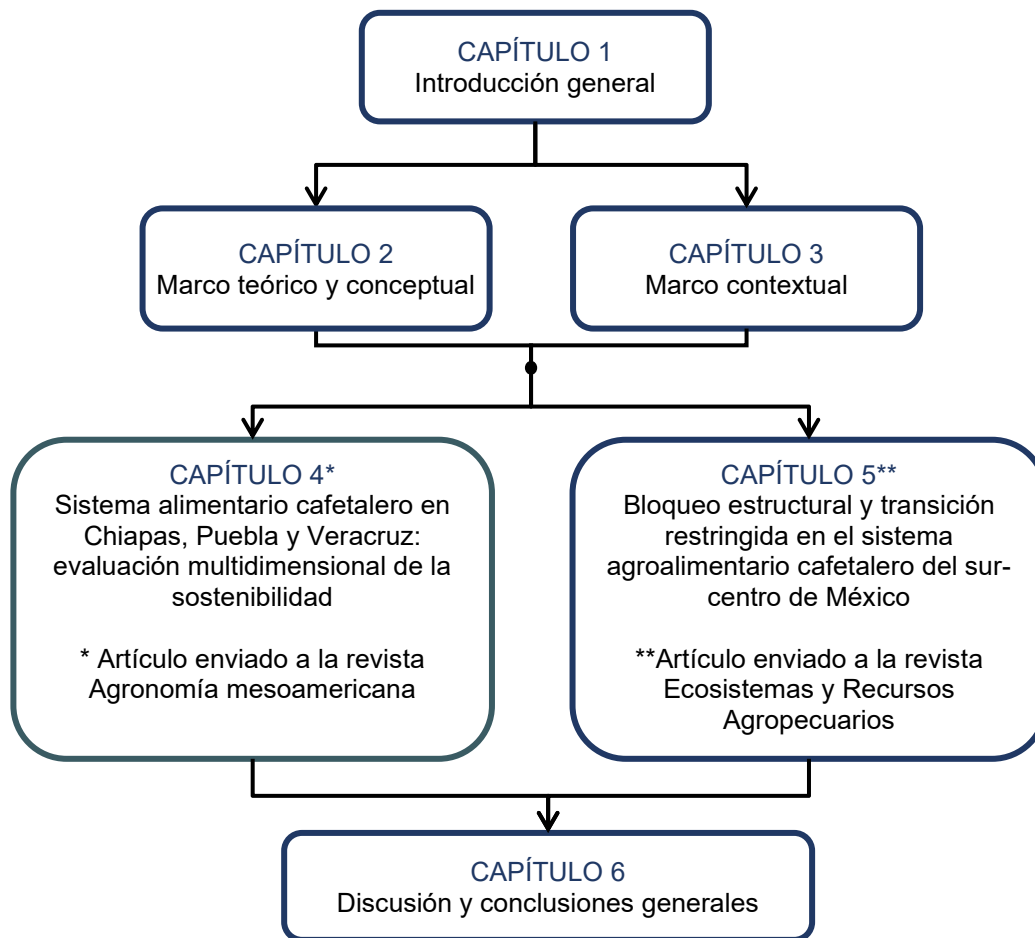


Figura 1. Estructura de la tesis

Fuente: Elaboración propia

1.5 Literatura citada

- Alonso-Adame, A., Van Meensel, J., Marchand, F., Van Passel, S., & Farahbakhsh, S. (2024). Sustainability transitions in agri-food systems through the lens of agent-based modeling: a systematic review. *Sustainability Science*, 19(6), 2101–2118. <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01551-0>
- Brock, S. (2023). What is a food system? Exploring enactments of the food system multiple. *Agriculture and Human Values*, 40(3), 799–813. <https://doi.org/10.1007/s10460-023-10457-z>
- CEDRSSA. (2014). *Producción y mercado de café en el mundo y en México*. <http://bestteneverything.com/top-ten-most-traded-commodities/>.
- Checkland, P., & Poulter, J. (2020). Soft Systems Methodology. In *Systems Approaches to Making Change: A Practical Guide* (pp. 201–253). Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7472-1_5
- Clancy, K. (2022). The origins, definitions and differences among concepts that underlie food systems modeling. In A. Press. (Ed.), *Food Systems Modelling* (pp. 13–36). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822112-9.00005-9>
- Córdoba-Mora, Y. R., Lima-Solano, M., Gómez-Merino, F. C., Díaz-Porras, R. A., Contreras-Oliva, A., & Morales-Ramos, V. (2025). Key Concepts Used in Climate Change Mitigation Strategies in the Coffee Sector. *Sustainability*, 17(17), 7848. <https://doi.org/10.3390/su17177848>
- de Oliveira, J., Hanisch, A. L., & Farias, D. da R. (2023). SAFA FAO as an assessment tool for family farming under the sustainability bias. *Sustainability in Debate*, 14(1), 216–229. <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v14n1.2023.47089>
- Eliasson, K., Wiréhn, L., Neset, T.-S., & Linnér, B.-O. (2022). Transformations towards sustainable food systems: contrasting Swedish practitioner perspectives with the European Commission's Farm to Fork Strategy. *Sustainability Science*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01174-3>
- Ericksen, P. J. (2008). Conceptualizing food systems for global environmental change research. *Global Environmental Change*, 18(1), 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.09.002>
- FAO. (2014). Sustainability Assessment of Food and Agricultural System: Guidelines. In *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <http://www.fao.org/nr/sustainability/sustainability-assessments-safa>
- FAO. (2017). Reflexiones sobre el sistema alimentario y perspectivas para alcanzar su sostenibilidad en América Latina y el Caribe. *Oficina Regional Para América Latina y El Caribe de La Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura (FAO)*, 1, 20.

- FAO. (2019). *El sistema alimentario en México - Oportunidades para el campo mexicano en la agenda 2030 del Desarrollo Sostenible*.
- FAO. (2023). FAOSTAT. Datos de Cultivos y Productos de Ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Flores, F. (2015). La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas. *Revista Espacio I+D Innovación Más Desarrollo*, 4(7), 174–194. <https://doi.org/10.31644/IMASD.7.2015.a07>
- Gayatri, S., Gasso-tortajada, V., & Vaarst, M. (2016). Assessing Sustainability of Smallholder Beef Cattle Farming in Indonesia: A Case Study Using the FAO SAFA Framework. *Journal of Sustainable Development*, 9(3), 236. <https://doi.org/10.5539/jsd.v9n3p236>
- Guerrero-Carrera, J., & Hernández-Flores, J. A. (2024). Impacto del cambio climático en la producción de café en Veracruz bajo un enfoque Ricardiano. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 11(2). <https://doi.org/10.19136/era.a11n2.3896>
- Hanger-Kopp, S., Lemke, L. K.-G., & Beier, J. (2024). What qualitative systems mapping is and what it could be: integrating and visualizing diverse knowledge of complex problems. *Sustainability Science*, 19(3), 1065–1078. <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01497-3>
- Harvey, C. A., Pritts, A. A., Zwetsloot, M. J., Jansen, K., Pulleman, M. M., Armbrrecht, I., Avelino, J., Barrera, J. F., Bunn, C., García, J. H., Isaza, C., Muñoz-Ucros, J., Pérez-Alemán, C. J., Rahn, E., Robiglio, V., Somarriba, E., & Valencia, V. (2021). Transformation of coffee-growing landscapes across Latin America. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(5), 62. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00712-0>
- Hasyimi, V., Putro, U. S., Novani, S., & Hendriadi, A. (2025). Critical systems thinking for managing complexity of food security. *Systems Research and Behavioral Science*, 42(6), 1731–1752. <https://doi.org/10.1002/sres.3088>
- Heredia-R, M., Falconí, K., Barreto, D., Amores, K., H-Silva, J., & Torres, B. (2020). Conductas sustentables sobre el marco de evaluación SAFA-FAO: Un aporte para poblaciones rurales vulnerables de la Amazonía. *Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, 33, 312–326.
- HLPE. (2018). La nutrición y los sistemas alimentarios. *Informe Del Grupo de Alto Nivel de Expertos En Seguridad Alimentaria y Nutrición Del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial*, Roma, 172. <http://www.fao.org/3/I7846ES/i7846es.pdf%0Ahttp://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/informes/es/>
- Ingram, J. (2011). A food systems approach to researching food security and its interactions with global environmental change. *Food Security*, 3(4), 417–431. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0149-9>
- Jiménez-Ortega, A. D., Aguilar Ibarra, A., Galeana-Pizaña, J. M., & Núñez, J. M.

- (2022). Changes over Time Matter: A Cycle of Participatory Sustainability Assessment of Organic Coffee in Chiapas, Mexico. *Sustainability*, 14(4), 2012. <https://doi.org/10.3390/su14042012>
- Mausch, K., Hall, A., Hambloch, C., Conti, C., Hauser, M., Abraham, S., Hammond, P., & Moallemi, E. A. (2025). Foundations of a learning system for food system transformation under uncertainty. *Food Security*, 17(6), 1669–1685. <https://doi.org/10.1007/s12571-025-01565-1>
- Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*, 5(1), 1653531. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>
- Muñoz-Rodríguez, M., Gómez-Pérez, D., Santoyo-Cortés, V. H., & Rosales-Lechuga, R. (2019). Los negocios del café. In *Universidad Autónoma Chapingo* (Primera ed). Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Quiroz Guerrero, I., Pérez-Vázquez, A., Landeros Sánchez, C., Gallardo López, F., Velasco Velasco, J., & Benítez Badillo, G. (2024). Capacidad de resiliencia del agroecosistema café en Tezonapa, Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*, 55146. <https://doi.org/10.15517/am.2024.55146>
- Renard, M.-C. (2022). Values and the making of standards in ‘sustainable’ coffee networks: The case of 4C and Nestlé in México. *International Sociology*, 37(6), 758–776. <https://doi.org/10.1177/02685809221119289>
- Richey, L. A., & Ponte, S. (2021). Brand Aid and coffee value chain development interventions: Is Starbucks working aid out of business? *World Development*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105193>
- SADER. (2018). *México vs. la roya del café*.
- Sánchez Morales, L. P., & Valdés Rodríguez, O. A. (2025). Contribuciones y limitaciones de los bosques cafetaleros a la sustentabilidad en Coatepec, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 31. <https://doi.org/10.21829/myb.2025.312665>
- SIAP. (2026). *Avance de siembras y cosechas*. Producción Mensual Agrícola. https://nube.agricultura.gob.mx/avance_agricola/
- Tinoco, J. A., Merino, A., Valdés-Velarde, E., & Escamilla-Prado, E. (2026). Carbon storage in coffee agroforestry systems: a bibliometric analysis and meta-analysis. *Agroforestry Systems*, 100(1), 5. <https://doi.org/10.1007/s10457-025-01389-0>
- Wright, D. R., Bekessy, S. A., Lentini, P. E., Garrard, G. E., Gordon, A., Rodewald, A. D., Bennett, R. E., & Selinske, M. J. (2024). Sustainable coffee: A review

of the diverse initiatives and governance dimensions of global coffee supply chains. *Ambio*, 53(7), 984–1001. <https://doi.org/10.1007/s13280-024-02003-w>

Zarbà, C., Gravagno, R. M., Chinnici, G., & Scuderi, A. (2025). A systematic review of the SAFA framework in the literature: An approach to assess sustainability in agri-food systems. *Cleaner Environmental Systems*, 16, 100267. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2025.100267>

Zou, T., Dawodu, A., Mangi, E., & Cheshmehzangi, A. (2022). General limitations of the current approach in developing sustainable food system frameworks. *Global Food Security*, 33(April), 100624. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100624>

2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Sistemas alimentarios

El enfoque de sistemas alimentarios (SA) se ha consolidado como un marco analítico para comprender de manera integral los procesos involucrados en la producción, transformación, distribución y consumo de alimentos. A diferencia de enfoques centrados únicamente en la producción agrícola o en las cadenas de valor, esta perspectiva analiza las interacciones entre actores, instituciones y recursos naturales que intervienen en la provisión de alimentos, así como los resultados sociales, económicos y ambientales derivados de estas relaciones (Ericksen, 2008).

Desde esta perspectiva, un sistema alimentario puede definirse como el conjunto de actividades, actores y procesos que participan en la producción, procesamiento, distribución y consumo de alimentos (HLPE, 2018). Este enfoque reconoce que los sistemas alimentarios funcionan como sistemas complejos, caracterizados por la interacción de múltiples factores a diferentes escalas espaciales y temporales, lo que influye en la seguridad alimentaria, el bienestar de los productores y la sostenibilidad ambiental.

De acuerdo con la FAO (2017a), un Sistema Alimentario (SA) es la suma de los diversos elementos, actividades y actores que, mediante sus interrelaciones, hacen posible la producción, transformación, distribución y consumo de alimentos. Resaltando que, durante este proceso, pueden identificarse una serie de actividades interrelacionadas, mismas que, incrementan o restan valor. Al sumar las decisiones del consumidor se genera cierto impacto en el manejo de los recursos naturales, mismo que se refleja en el precio de los alimentos, las pérdidas y en el acceso a los mismos.

La evolución del concepto está vinculada a los debates sobre seguridad alimentaria y desarrollo sostenible. Durante gran parte del siglo XX, el análisis del sector agrícola se centró en el incremento de la productividad mediante la

intensificación tecnológica. Sin embargo, posteriormente se reconoció que la seguridad alimentaria no depende únicamente de la disponibilidad de alimentos, sino también de factores económicos, sociales e institucionales que influyen en el acceso, distribución y consumo de estos (Ericksen, 2008; FAO, 2017a; Tendall et al., 2015).

En este sentido, los sistemas alimentarios pueden entenderse como sistemas socio-ecológicos complejos en los que interactúan procesos biofísicos, económicos, sociales e institucionales. Estas interacciones generan dinámicas de retroalimentación que influyen en el funcionamiento del sistema y en su desempeño en términos de sostenibilidad (Forrester, 1997).

Diversos enfoques metodológicos han sido desarrollados para evaluar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y alimentarios. Entre ellos destacan metodologías como IDEA y MESMIS, que utilizan indicadores para analizar el desempeño ambiental, social y económico de los sistemas productivos (Campos et al., 2021). Asimismo, diversos autores subrayan la importancia de incorporar la dimensión institucional o de gobernanza en el análisis de los sistemas agrícolas, ya que una gobernanza efectiva es fundamental para garantizar la sostenibilidad y la coordinación entre los distintos actores del sistema (Dasgupta & Roy, 2011).

En conjunto, el enfoque de sistemas alimentarios permite analizar de manera integrada las relaciones entre actores, procesos y recursos que configuran la producción y provisión de alimentos, integrando múltiples dimensiones necesarias para comprender la sostenibilidad de los sistemas productivos.

2.1.1 Componentes y actores de los sistemas alimentarios

El análisis de los SA puede abordarse desde distintos enfoques conceptuales, ya que no existe una definición única ni un marco analítico universalmente aceptado para su estudio. Diferentes corrientes de investigación enfatizan distintos componentes y relaciones dentro del sistema, lo que refleja la diversidad de

perspectivas desde las cuales se puede comprender la producción, distribución y consumo de alimentos (Brock, 2023). En esta investigación se adopta el marco conceptual propuesto por el High Level Panel of Experts (HLPE), el cual plantea que los SA pueden analizarse a partir de tres componentes principales: las cadenas de suministro de alimentos, los entornos alimentarios y el comportamiento de los consumidores (Figura 2). Estos elementos interactúan entre sí y determinan las dietas y los resultados asociados a la nutrición, la salud y el bienestar económico y social de los sistemas alimentarios (HLPE, 2018).



Figura 2. Componentes del Sistema Alimentario.

Fuente: con base en FAO, 2019; Fraj, 2002; Giacobone et al., 2018; HLPE, 2018.

Cadenas de suministro de alimentos

Las cadenas de suministro de alimentos comprenden el conjunto de actividades y actores que intervienen en el flujo de los productos alimentarios desde la producción hasta el consumo final. Este enfoque comenzó a desarrollarse en la década de 1980 como una forma de integrar los procesos relacionados con la provisión de bienes, y actualmente se utiliza para analizar las interacciones entre los diferentes actores que participan en la producción, transformación, distribución y comercialización de alimentos (Giacobone et al., 2018). En este sentido, las decisiones adoptadas a lo largo de la cadena influyen en la disponibilidad, accesibilidad y características de los alimentos que llegan a los consumidores (HLPE, 2018). Asimismo, la integración y eficiencia de estas cadenas representa un elemento clave para fortalecer la seguridad alimentaria y

reducir la dependencia de importaciones en los sistemas alimentarios nacionales (Salazar et al., 2014).

Entorno alimentario

El entorno alimentario se refiere al contexto físico, económico, político y sociocultural en el que los consumidores interactúan con el sistema alimentario para tomar decisiones relacionadas con la adquisición y consumo de alimentos (HLPE, 2018). Este entorno influye en la disponibilidad y accesibilidad de alimentos saludables, así como en las condiciones que facilitan o limitan la adopción de dietas adecuadas (Britos, 2015). Entre sus principales componentes se encuentran los puntos de acceso a los alimentos, la infraestructura que permite a los consumidores obtenerlos, los determinantes personales de las elecciones alimentarias y las normas sociales e institucionales que influyen en dichas decisiones (HLPE, 2018). Además, factores como la proximidad, la asequibilidad, la información disponible y la calidad e inocuidad de los alimentos también condicionan las elecciones alimentarias de la población (FAO, 2019).

Comportamiento de los consumidores

Se refiere a las decisiones que las personas toman respecto a la adquisición, almacenamiento, preparación y consumo de alimentos. Este comportamiento es influenciado tanto por factores internos (como valores, actitudes y preferencias) como por factores externos relacionados con el entorno social, la información, la publicidad y las dinámicas culturales (Fraj & Martínez, 2002). Asimismo, las decisiones de consumo se encuentran condicionadas por el entorno alimentario y por los contextos sociales y culturales en los que se desarrollan las elecciones alimentarias (HLPE, 2018). En este sentido, cambios en los patrones de consumo pueden contribuir a la transformación de los sistemas alimentarios hacia modelos más sostenibles que favorezcan la seguridad alimentaria, la nutrición y la salud (Béné, Fanzo, Haddad, et al., 2020; FAO, 2019).

2.1.2 Sistemas alimentarios como sistemas socio-ecológicos

Los SA pueden entenderse como sistemas socio-ecológicos, en los que interactúan procesos biofísicos, sociales, económicos e institucionales que influyen en la producción, distribución y consumo de alimentos (Ericksen, 2008; Ingram, 2011). Desde esta perspectiva, los sistemas humanos y los ecosistemas se encuentran interconectados, de modo que las decisiones productivas y de consumo generan impactos sobre los recursos naturales, mientras que las condiciones ambientales influyen en la disponibilidad de alimentos y en las estrategias de producción (Ostrom, 2009).

El enfoque socio-ecológico permite comprender la complejidad de los sistemas alimentarios, ya que integra las interdependencias entre actores, instituciones y recursos naturales que condicionan su funcionamiento y sostenibilidad (Béné, Fanzo, Prager, et al., 2020). En este sentido, analizar los SA desde esta perspectiva facilita la identificación de los factores que influyen en su resiliencia y en su capacidad de adaptación frente a cambios económicos, sociales y ambientales.

2.2 Sostenibilidad en sistemas alimentarios

Una de las principales dificultades al abordar el concepto de sostenibilidad es la ausencia de una definición única y claramente delimitada, así como de criterios universales para evaluar cuándo un sistema puede considerarse sostenible. Esto se debe a que la sostenibilidad es un proceso dinámico que puede variar a lo largo del tiempo, por lo que no existe un umbral específico a partir del cual pueda afirmarse que un sistema es plenamente sostenible (Perrin et al., 2023).

El concepto se consolidó a partir de las preocupaciones generadas por el crecimiento poblacional, el incremento del consumo tras la Revolución Industrial y el riesgo de agotamiento de recursos naturales esenciales. Estas preocupaciones impulsaron el desarrollo del pensamiento que posteriormente daría origen al concepto de desarrollo sostenible (Du Pisani, 2007). En este

contexto, el término sostenibilidad (entendido como la capacidad de mantenerse a lo largo del tiempo) fue utilizado inicialmente en el siglo XVIII en relación con la gestión de los recursos forestales (Clancy, 2022).

En la literatura contemporánea, la sostenibilidad suele abordarse desde un enfoque multidimensional que integra principalmente las dimensiones ambiental, económica y social, orientadas a equilibrar la conservación de los recursos naturales, la viabilidad económica de las actividades productivas y el bienestar de las sociedades (Mensah, 2019). En este sentido, diversos marcos de evaluación descomponen la sostenibilidad en diferentes dimensiones y subdimensiones con el fin de analizar el desempeño de los sistemas productivos mediante indicadores específicos (Chopin et al., 2021)

En el ámbito de los SA, el concepto de Sistemas Alimentarios Sostenibles (SAS) surgió a finales de la década de 1980 y ha sido abordado desde múltiples disciplinas, lo que ha generado diversas definiciones y marcos analíticos (Clancy, 2022). Una de las definiciones más citadas es la propuesta por el HLPE (2014), que define un SAS como aquel que garantiza la seguridad alimentaria y la nutrición para todas las personas sin comprometer las bases económicas, sociales y ambientales que permiten satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.

En esta misma línea, la FAO (2018) plantea que los SA son sostenibles cuando cumplen tres condiciones fundamentales: i) sostenibilidad económica, cuando las actividades del sistema son viables para los actores involucrados; ii) sostenibilidad social, cuando existe equidad en la distribución del valor generado; y iii) sostenibilidad ambiental, cuando las actividades del sistema mantienen o mejoran el estado de los recursos naturales.

No obstante, algunos autores señalan que el concepto de sostenibilidad en SA sigue siendo objeto de debate debido a su carácter multidimensional y a las diversas interpretaciones existentes en la investigación y la práctica (Clancy, 2022). En este sentido, comprender las causas de la insostenibilidad y las interacciones entre actores, políticas, infraestructura, instituciones y ecosistemas resulta fundamental para orientar la transición hacia SA más sostenibles (Eliasson et al., 2022)

2.2.1 Dimensiones de la sostenibilidad

Tradicionalmente, el desarrollo sostenible se ha estructurado en tres pilares fundamentales: ambiental, económico y social (Mensah, 2019). No obstante, diversos marcos analíticos han señalado la necesidad de incorporar una cuarta dimensión relacionada con la gobernanza, entendida como el conjunto de instituciones, reglas y mecanismos de coordinación que influyen en la toma de decisiones dentro de los SA.

En este sentido, el marco SAFA (Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems) propuesto por la FAO establece cuatro dimensiones para evaluar la sostenibilidad de los SA: integridad ambiental, resiliencia económica, bienestar social y buena gobernanza, las cuales permiten analizar de manera integral desempeño de los SA y sus interacciones con el entorno natural y social (FAO, 2014). Este enfoque reconoce que la sostenibilidad de los SA depende no sólo de la eficiencia productiva, sino también de la equidad social, la conservación de los recursos naturales y la existencia de mecanismos institucionales que faciliten la coordinación entre los actores del sistema.

Desde una perspectiva más amplia, Dasgupta (2021) señala que la sostenibilidad puede entenderse como la capacidad de una sociedad para gestionar de manera responsable su capital total, el cual incluye el capital natural, humano, social y producido. Bajo esta lógica, un sistema es sostenible cuando mantiene o incrementa el valor de este conjunto de activos a lo largo del tiempo, evitando la

degradación de los recursos naturales y promoviendo condiciones sociales y económicas que permitan sostener el bienestar humano.

En los SA, estas dimensiones se manifiestan a través de las relaciones entre múltiples actores que participan en las distintas etapas de producción, transformación y comercialización de alimentos. En este contexto, la sostenibilidad también está influida por las formas de gobernanza y por las dinámicas de poder que estructuran las cadenas agroalimentarias, entendidas como el conjunto de prácticas organizativas y mecanismos de coordinación que determinan la división del trabajo entre empresas líderes y otros actores del sistema (Richey & Ponte, 2021). Estas relaciones pueden influir en la distribución del valor económico, el acceso a los mercados y las oportunidades de desarrollo para los distintos actores que integran el SA.

2.2.2 Evaluación de sostenibilidad

La evaluación de la sostenibilidad en los SA no cuenta con una metodología única estandarizada; sin embargo, la literatura científica recurre con frecuencia a enfoques basados en indicadores para analizar su desempeño en distintas dimensiones (Lampridi, Sørensen, & Bochtis, 2019). Estos indicadores pueden variar en su grado de robustez, así como en la escala espacial y temporal en la que se aplican, lo que refleja la complejidad inherente a la medición de la sostenibilidad (Perrin et al., 2023).

Diversos marcos conceptuales han sido propuestos para evaluar la sostenibilidad. Chopin et al. (2021) señalan que, en términos generales, estos consideran principalmente las dimensiones económica, social y ambiental, aunque algunos enfoques integran dimensiones adicionales como la gobernanza, la productividad agronómica o los medios de subsistencia (Cuadro 1). La evaluación de la sostenibilidad implica necesariamente un enfoque multicriterio, en el que los indicadores deben ser relevantes, medibles, comprensibles y no redundantes, de modo que permitan analizar de manera conjunta los diferentes aspectos del sistema (Perrin et al., 2023).

Cuadro 1. Marcos de sostenibilidad a escala agrícola según el tipo y el número de dimensiones dirigido.

Sostenibilidad		Dimensiones valoradas	%
a) Visión clásica	3	Económica, social y ambiental	61
b) Visión parcial	3	Económica y social (siempre con el foco en el medio ambiente y en equilibrio con una de las otras dimensiones)	13
c) Orientada a la gobernanza	4	Económica, social, ambiental e institucional-política.	13
d) Visión productiva clásica de la sostenibilidad	4	Económica, social, ambiental y productividad agronómica	5
e) Visión orientada a los medios de subsistencia	5	Financiero, sociedad, capital natural, información y físico	5
f) Visión sistémica	6	Eficiencia, equidad, estabilidad, productividad, adaptabilidad y autosuficiencia	2
g) Sostenibilidad integrada	3	(impactos del sistema agrícola en la) Sociedad, comunidad local y trabajadores.	1

Fuente:(Chopin et al. 2021).

Entre las metodologías utilizadas para evaluar la sostenibilidad destacan el Análisis de Ciclo de Vida (LCA por sus siglas en inglés), ampliamente utilizado para evaluar impactos ambientales; el marco SAFA desarrollado por la FAO para evaluar la sostenibilidad de los sistemas alimentarios y agrícolas; el enfoque causal DPSIR (por sus siglas en inglés), que analiza las relaciones entre impulsores, presiones, estado, impacto y respuestas; y metodologías integrales como MESMIS, orientadas a evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales a escala local (Feschet et al., 2013; FAO, 2014; Zahm et al., 2008).

En conjunto, estos enfoques evidencian que la evaluación de la sostenibilidad requiere integrar múltiples dimensiones y criterios, así como adaptar los indicadores al contexto específico de los sistemas productivos analizados. Además, algunos autores destacan la necesidad de incorporar dimensiones institucionales y de gobernanza, debido a su papel en la productividad, equidad y sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Chopin et al., 2021; Dasgupta & Roy, 2011).

2.3 Enfoque sistémico para el análisis de sistemas complejos

El enfoque sistémico permite comprender fenómenos complejos a partir de las interrelaciones entre los elementos que los conforman. Un sistema puede definirse como un conjunto de componentes (conceptos, objetos o sujetos) interrelacionados y organizados, que pueden formar estructuras jerárquicas donde sistemas mayores integran subsistemas más pequeños (Van Gigch, 2017).

Dentro de los estudios sistémicos se distingue entre el pensamiento sistémico duro y blando (Cuadro 2). Mientras el enfoque de sistemas duros se orienta a la solución de problemas técnicos bien definidos, el pensamiento sistémico blando se centra en la comprensión de situaciones humanas complejas, caracterizadas por múltiples perspectivas y objetivos. En este sentido, más que identificar sistemas preexistentes, se busca comprender situaciones problemáticas mediante procesos de aprendizaje e indagación (Checkland & Poulter, 2020).

Cuadro 2. Diferencias entre sistemas suaves y duros.

Aspecto	Sistemas duros	Sistemas suaves
Enfoque	Solución de problemas técnicos.	Mejora de situaciones humanas complejas.
Problemas	Bien definidos y cuantificables.	Mal definidos, subjetivos y con múltiples visiones.
Método	Análisis lineal y técnico.	Enfoque iterativo y participativo.
Resultados	Soluciones específicas.	Mejora continua y aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia basada en Checkland y Poulter (2020).

En este marco, la Metodología de Sistemas Suaves (MSS), desarrollada por Checkland, se ha utilizado para analizar contextos sociales complejos donde intervienen diversos actores. Esta metodología introduce el concepto de Sistema de Actividad Humana, entendido como un conjunto de actividades interrelacionadas realizadas por diferentes actores para comprender y estructurar situaciones problemáticas (Checkland & Poulter, 2020).

De manera complementaria, la Dinámica de Sistemas, desarrollada por Forrester, permite analizar el comportamiento de sistemas complejos a lo largo

del tiempo mediante modelos y simulaciones. Este enfoque examina las interacciones entre los componentes del sistema y cómo estas generan patrones de comportamiento. Entre sus elementos clave se encuentran los bucles de retroalimentación, los acumuladores y flujos, las demoras y las relaciones no lineales, lo que facilita comprender los patrones de comportamiento que emergen dentro de un sistema (Forrester, 1997).

2.4 Complejidad en sistemas alimentarios

Los SA se caracterizan por su naturaleza compleja debido a la interacción de múltiples actores, procesos y escalas que participan en la producción, transformación, distribución y consumo de alimentos. Estas interacciones generan dinámicas no lineales, retroalimentaciones y resultados emergentes que dificultan su análisis mediante enfoques lineales o sectoriales (Hanger-Kopp et al., 2024; Hasyimi et al., 2025).

La complejidad de estos sistemas se origina en la interdependencia entre factores sociales, económicos, ambientales e institucionales, así como en las decisiones de los diversos actores que participan en el sistema. Estas decisiones influyen mutuamente y producen efectos que se retroalimentan dentro del sistema, afectando su desempeño y sostenibilidad (Leon-Romero et al., 2024; Moores et al., 2025).

Ante esta complejidad, el pensamiento sistémico se ha consolidado como un enfoque útil para analizar los sistemas alimentarios, ya que permite comprender las relaciones entre sus componentes y las dinámicas que emergen de sus interacciones. Herramientas como el mapeo de sistemas, los diagramas causales y los modelos basados en agentes han sido utilizadas para representar estas relaciones y explorar posibles escenarios de transformación del sistema (Alonso-Adame et al., 2024; Bustamante et al., 2024).

Asimismo, los SA operan a múltiples escalas territoriales, donde las dinámicas locales se encuentran interconectadas con procesos regionales y globales relacionados con el comercio, las políticas públicas y los patrones de consumo. Estas interconexiones refuerzan el carácter complejo de los SA y evidencian la necesidad de enfoques integrales para comprender las interdependencias entre actores, recursos y procesos que configuran su funcionamiento (Jia et al., 2024).

En este sentido, analizar los SA desde una perspectiva de complejidad permite identificar los factores que influyen en su sostenibilidad y comprender las dinámicas que condicionan su transformación.

En este contexto, comprender la complejidad de los SA resulta fundamental para analizar los procesos de cambio y orientar estrategias que favorezcan su transición hacia modelos más sostenibles.

2.5 Transiciones hacia sistemas alimentarios sostenibles

La creciente preocupación por los impactos ambientales, sociales y económicos de los sistemas alimentarios ha impulsado la necesidad de promover su transformación hacia modelos más sostenibles. Estos sistemas enfrentan desafíos estructurales relacionados con la degradación de los recursos naturales, la vulnerabilidad de los medios de vida rurales y las desigualdades en la distribución del valor dentro de las cadenas agroalimentarias (Mausch et al., 2025).

La transición hacia SAS implica procesos de cambio estructural que reconfiguran las prácticas productivas, las relaciones entre actores y los mecanismos de gobernanza que organizan el sistema. Estas transformaciones abarcan distintos componentes del SA, incluyendo la producción, la distribución, el consumo y las instituciones que regulan su funcionamiento (Alonso-Adame et al., 2024). No obstante, estos procesos suelen enfrentar diversas barreras, como las estructuras de poder existentes en las cadenas de suministro, las limitaciones

institucionales y las condiciones económicas que influyen en las decisiones de los actores (Hanger-Kopp et al., 2024).

En este contexto, Zou et al. (2022) plantean que la transición hacia SAS puede impulsarse mediante tres estrategias principales: mejorar la eficiencia productiva, por ejemplo mediante prácticas de intensificación sostenible; reducir la presión de la demanda mediante cambios en los patrones de consumo; y transformar los SA hacia modelos más locales e inclusivos y con cadenas de suministro más cortas.

De manera complementaria, la FAO (2017b) señala que avanzar hacia SAS requiere fortalecer la eficiencia, la inclusión y la resiliencia de los sistemas productivos. Para ello propone principios orientados a la conservación de los recursos naturales, el uso eficiente de estos en la producción, la protección de los medios de vida rurales, la mejora de los medios de vida rurales, el fortalecimiento de la equidad social y el establecimiento de mecanismos de gobernanza eficaces.

2.6 Literatura citada

- Alonso-Adame, A., Van Meensel, J., Marchand, F., Van Passel, S., & Farahbakhsh, S. (2024). Sustainability transitions in agri-food systems through the lens of agent-based modeling: a systematic review. *Sustainability Science*, 19(6), 2101–2118. <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01551-0>
- Ávila-Bello, C. H., Hernández-Romero, Á. H., Vázquez-Luna, D., Lara-Rodríguez, D. A., Martínez-Jerónimo, A., Meneses-García, B. N., & Sánchez-Sandoval, X. M. (2023). Design of complex agroecosystems: traditional and formal knowledge to conserve agrobiodiversity in the Santa Marta Mountains, Veracruz, México. *Environment, Development and Sustainability*, 26(3), 7129–7161. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03002-9>
- Béné, C., Fanzo, J., Haddad, L., Hawkes, C., Caron, P., Vermeulen, S., Herrero, M., & Oosterveer, P. (2020). Five priorities to operationalize the EAT–Lancet Commission report. *Nature Food*, 1(8), 457–459. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0136-4>
- Béné, C., Fanzo, J., Prager, S. D., Achicanoy, H. A., Mapes, B. R., Alvarez Toro, P., & Bonilla Cedrez, C. (2020). Global drivers of food system (un)sustainability: A multi-country correlation analysis. *PLOS ONE*, 15(4), e0231071. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231071>

- Britos, S. (2015). *La calidad de la dieta infantil y los entornos alimentarios: factores clave hacia una nutrición más saludable* (Vol. 3).
- Brock, S. (2023). What is a food system? Exploring enactments of the food system multiple. *Agriculture and Human Values*, 40(3), 799–813. <https://doi.org/10.1007/s10460-023-10457-z>
- Bustamante, M., Rillo, C., Niang, I., Baker, L., & Vidueira, P. (2024). Harvesting insights for transformation: Developing and testing a participatory food systems modeling framework in Southern Senegal's poultry system. *Agricultural Systems*, 217, 103941. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.103941>
- Calvillo-Arriola, A. E., & Sotelo-Navarro, P. X. (2024). A step towards sustainability: life cycle assessment of coffee produced in the indigenous community of Ocotepec, Chiapas, Mexico. *Discover Sustainability*, 5(1), 17. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00194-6>
- Campbell, D. (2021). Environmental change and the livelihood resilience of coffee farmers in Jamaica: A case study of the Cedar Valley farming region. *Journal of Rural Studies*, 81, 220–234. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.10.027>
- Campos, J.-A., Murga, N. L., Rituay, P.-A., & García, L. M. (2021). Sostenibilidad del café: revisión sistemática de la literatura. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(95), 943–961. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.95.30>
- CEDRSSA. (2014). *Producción y mercado de café en el mundo y en México*. <http://bestteneverything.com/top-ten-most-traded-commodities/>.
- Checkland, P., & Poulter, J. (2020). Soft Systems Methodology. In *Systems Approaches to Making Change: A Practical Guide* (pp. 201–253). Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7472-1_5
- Chopin, P., Mubaya, C. P., Descheemaeker, K., Öborn, I., & Bergkvist, G. (2021). Avenues for improving farming sustainability assessment with upgraded tools, sustainability framing and indicators. A review. In *Agronomy for Sustainable Development* (Vol. 41, Issue 2). <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00674-3>
- Clancy, K. (2022). The origins, definitions and differences among concepts that underlie food systems modeling. In A. Press. (Ed.), *Food Systems Modelling* (pp. 13–36). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822112-9.00005-9>
- COMCAFE, & ECOSUR. (2004). *Plan estatal de manejo agroecológico del café en Chipas Guía hacia una cafeticultura sustentable*.
- Contreras-Medina, D. I., Contreras-Medina, L. M., & Cerroblanco-Vázquez, V. (2024). Sustainable Agriculture Management: Environmental, Economic and Social Conjunctures for Coffee Sector in Guerrero, via Traditional Knowledge Management. *Sustainability*, 16(16), 6864. <https://doi.org/10.3390/su16166864>

- Contreras-Medina, D. I., Contreras-Medina, L. M., Pardo-Núñez, J., Olvera-Vargas, L. A., & Rodríguez-Peralta, C. M. (2020). Roadmapping as a Driver for Knowledge Creation: A Proposal for Improving Sustainable Practices in the Coffee Supply Chain from Chiapas, Mexico, Using Emerging Technologies. *Sustainability*, 12(14), 5817. <https://doi.org/10.3390/su12145817>
- Córdoba-Mora, Y. R., Lima-Solano, M., Gómez-Merino, F. C., Díaz-Porras, R. A., Contreras-Oliva, A., & Morales-Ramos, V. (2025). Key Concepts Used in Climate Change Mitigation Strategies in the Coffee Sector. *Sustainability*, 17(17), 7848. <https://doi.org/10.3390/su17177848>
- Dasgupta, S., & Roy, I. (2011). *Good agricultural governance. A resource guide focused on smallholder crop production*. FAO.
- Du Pisani, J. A. (2007). Sustainable development – historical roots of the concept. *Environmental Sciences*, 3(2), 86–93. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15693430600688831>
- Eliasson, K., Wiréhn, L., Neset, T.-S., & Linnér, B.-O. (2022). Transformations towards sustainable food systems: contrasting Swedish practitioner perspectives with the European Commission's Farm to Fork Strategy. *Sustainability Science*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01174-3>
- Ericksen, P. J. (2008). Conceptualizing food systems for global environmental change research. *Global Environmental Change*, 18(1), 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.09.002>
- FAO. (2014). Sustainability Assessment of Food and Agricultural System: Guidelines. In *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <http://www.fao.org/nr/sustainability/sustainability-assessments-safa>
- FAO. (2017a). Reflexiones sobre el sistema alimentario y perspectivas para alcanzar su sostenibilidad en América Latina y el Caribe. *Oficina Regional Para América Latina y El Caribe de La Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura (FAO)*, 1, 20.
- FAO. (2017b). *The future of food and agriculture – Trends and challenges*.
- FAO. (2018). *Agriculture to Achieve the SDGs: 20 interconnected actions to guide decision-makers*. (F. and A. O. of the U. Nations (ed.)).
- FAO. (2019). *El sistema alimentario en México - Oportunidades para el campo mexicano en la agenda 2030 del Desarrollo Sostenible*.
- FAO. (2023). FAOSTAT. Datos de Cultivos y Productos de Ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Feschet, P., Macombe, C., Garrabé, M., Loeillet, D., Saez, A. R., & Benhmad, F. (2013). Social impact assessment in LCA using the Preston pathway: the

- case of banana industry in Cameroon. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(2), 490-503.
- Flores, F. (2015). La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas. *Revista Espacio I+D Innovación Más Desarrollo*, 4(7), 174–194. <https://doi.org/10.31644/IMASD.7.2015.a07>
- Forrester, J. W. (1997). Industrial Dynamics. *Journal of the Operational Research Society*, 48(10), 1037–1041. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600946>
- Fraj, E., & Martínez, E. (2002). *Comportamiento del consumidor ecológico*. Esic Editorial.
- Geels, F. W. (2019). Socio-technical transitions to sustainability: a review of criticisms and elaborations of the Multi-Level Perspective. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 39, 187–201. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.06.009>
- Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2006). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), 78–104. <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>
- Giacobone, G., Castronuovo, L., Tiscordia, V., & Allimandi, L. (2018). Análisis de la cadena de suministro de frutas y verduras en Argentina. *Fundación Interamericana Del Corazón - Argentina*, 56. https://www.ficargentina.org/wp-content/uploads/2018/03/1812_CadenaValor.pdf
- Gómez-Velázquez, J., Vásquez-López, A., Regino-Maldonado, J., & Jurado-Celis, S. N. (2023). A review of local-scale agricultural sustainability in the coffee regions of Mexico. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 50(2). <https://doi.org/10.7764/ijanr.v50i2.2375>
- Guerrero-Carrera, J., & Hernández-Flores, J. A. (2024). Impacto del cambio climático en la producción de café en Veracruz bajo un enfoque Ricardiano. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 11(2). <https://doi.org/10.19136/era.a11n2.3896>
- Guerrero-Carrera, J., Hernández-Flores, J. A., & Jaramillo-Villanueva, J. L. (2025). DINÁMICA DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE *Coffea arabica* y *C. canephora* ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN TRES REGIONES DE MÉXICO. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 28(2). <https://doi.org/10.56369/tsaes.5822>
- Hanger-Kopp, S., Lemke, L. K.-G., & Beier, J. (2024). What qualitative systems mapping is and what it could be: integrating and visualizing diverse knowledge of complex problems. *Sustainability Science*, 19(3), 1065–1078. <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01497-3>
- Harvey, C. A., Pritts, A. A., Zwetsloot, M. J., Jansen, K., Pulleman, M. M., Ambrecht, I., Avelino, J., Barrera, J. F., Bunn, C., García, J. H., Isaza, C., Munoz-Ucros, J., Pérez-Alemán, C. J., Rahn, E., Robiglio, V., Somarriba, E.,

- & Valencia, V. (2021). Transformation of coffee-growing landscapes across Latin America. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(5), 62. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00712-0>
- Hasyimi, V., Putro, U. S., Novani, S., & Hendriadi, A. (2025). Critical systems thinking for managing complexity of food security. *Systems Research and Behavioral Science*, 42(6), 1731–1752. <https://doi.org/10.1002/sres.3088>
- HLPE. (2014). *Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security.*
- HLPE. (2018). La nutrición y los sistemas alimentarios. *Informe Del Grupo de Alto Nivel de Expertos En Seguridad Alimentaria y Nutrición Del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial*, Roma, 172. <http://www.fao.org/3/I7846ES/i7846es.pdf%0Ahttp://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/informes/es/>
- Ingram, J. (2011). A food systems approach to researching food security and its interactions with global environmental change. *Food Security*, 3(4), 417–431. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0149-9>
- Jia, F., Shahzadi, G., Bourlakis, M., & John, A. (2024). Promoting resilient and sustainable food systems: A systematic literature review on short food supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 435, 140364. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140364>
- Jiménez-Ortega, A. D., Aguilar Ibarra, A., Galeana-Pizaña, J. M., & Núñez, J. M. (2022). Changes over Time Matter: A Cycle of Participatory Sustainability Assessment of Organic Coffee in Chiapas, Mexico. *Sustainability*, 14(4), 2012. <https://doi.org/10.3390/su14042012>
- Jiménez-Ortega, A. D., Cotler, H., Ibarra, A. A., & Núñez, J. M. (2026). Export-oriented organic coffee cooperatives' visions and strategies on sustainability. *Annals of Public and Cooperative Economics*. <https://doi.org/10.1111/apce.70040>
- Lampridi, M. G., Sørensen, C. G., & Bochtis, D. (2019). Agricultural sustainability: A review of concepts and methods. *Sustainability*, 11(18), 5120.
- Leon-Romero, L. P., Zamora-Polo, F., Luque-Sendra, A., Aguilar-Fernández, M., & Francisco-Márquez, M. (2024). Characterisation and causal model of the holistic dynamics of the integral sustainability of the agri-food system. *PLOS ONE*, 19(6), e0305743. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305743>
- Levidow, L., Pimbert, M., & Vanloqueren, G. (2014). Agroecological Research: Conforming—or Transforming the Dominant Agro-Food Regime? *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38(10), 1127–1155. <https://doi.org/10.1080/21683565.2014.951459>
- Lima-Solano, M., Morales-Ramos, V., Gómez-Merino, F. C., Manson, R. H., Contreras-Oliva, A., & Díaz-Porras, R. A. (2025). COFFEE INNOVATION: GLOBAL TRENDS AND FUTURE PERSPECTIVES. *Agrociencia*, 1–15.

<https://doi.org/10.47163/agrociencia.v59i6.3207>

- Lima, U. M., & Lee, K. (2023). Governance and Asymmetry in Global Value Chains of the Coffee Industry: Possibility for Catch-Up by Emerging Economies. *Seoul Journal of Economics*, 36(1), 79–111. <https://doi.org/10.22904/sje.2023.36.1.003>
- Mausch, K., Hall, A., Hambloch, C., Conti, C., Hauser, M., Abraham, S., Hammond, P., & Moallemi, E. A. (2025). Foundations of a learning system for food system transformation under uncertainty. *Food Security*, 17(6), 1669–1685. <https://doi.org/10.1007/s12571-025-01565-1>
- Meadows, D. (2008). *Thinking in systems: A primer*. Chelsea green publishing.
- Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*, 5(1), 1653531. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>
- Moores, A., Charalampopoulos, D., Williams, A., & Schmidt Rivera, X. (2025). Incorporating circularity, sustainability, and systems thinking into an assessment framework for transformative food system innovation. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1502468>
- Morandin Ahuerma, I., Contreras Hernández, A., Ayala Ortiz, D. A., & Pérez Maqueo, O. (2023). La sustentabilidad y la cultura cafetalera mexicana. *Madera y Bosques*, 29(1), e2912132. <https://doi.org/10.21829/myb.2023.2912132>
- Muñoz-Rodríguez, M., Gómez-Pérez, D., Santoyo-Cortés, V. H., & Rosales-Lechuga, R. (2019). Los negocios del café. In *Universidad Autónoma Chapingo* (Primera ed). Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Pérez-Vázquez, A., Pérez-Sánchez, O., Lango-Reynoso, V., & Escamilla-Prado, E. (2024). El agroecosistema cafetalero: policultivo tradicional versus policultivo comercial en Chocamán, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(2), e3248. <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i2.3248>
- Perrin, A., Yannou-Le Bris, G., Angevin, F., & Pénicaud, C. (2023). Sustainability assessment in innovation design processes: place, role, and conditions of use in agrifood systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 43(1), 10. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00860-x>
- Ponte, S. (2002). The 'Latte Revolution'? Regulation, Markets and Consumption in the Global Coffee Chain. *World Development*, 30(7), 1099–1122. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(02\)00032-3](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(02)00032-3)
- Quiroz Guerrero, I., Pérez-Vázquez, A., Landeros Sánchez, C., Gallardo López, F., Velasco Velasco, J., & Benítez Badillo, G. (2024). Capacidad de

- resiliencia del agroecosistema café en Tezonapa, Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*, 55146. <https://doi.org/10.15517/am.2024.55146>
- Quiroz Guerrero, I., Pérez Vázquez, A., Landeros Sánchez, C., Gallardo López, F., Velasco Velasco, J., & Benítez Badillo, G. (2022). RESILIENCE OF COFFEE AGROECOSYSTEMS IN LIGHT OF CLIMATE CHANG. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(3). <https://doi.org/10.56369/tsaes.4161>
- Renard, M.-C. (2022). Values and the making of standards in 'sustainable' coffee networks: The case of 4C and Nestlé in México. *International Sociology*, 37(6), 758–776. <https://doi.org/10.1177/02685809221119289>
- Richey, L. A., & Ponte, S. (2021). Brand Aid and coffee value chain development interventions: Is Starbucks working aid out of business? *World Development*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105193>
- SADER. (2018). *México vs. la roya del café*.
- SAGARPA & SIAP. (2018). Atlas Agroalimentario 2012-2018. In SIAP. www.gob.mx/siap
- Salazar, F., Cavazos, J., & Vargas, G. (2014). Logística humanitaria: Un enfoque del suministro desde las cadenas agroalimentarias. *Informacion Tecnologica*, 25(4), 43–50. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000400007>
- Sánchez Morales, L. P., & Valdés Rodríguez, O. A. (2025). Contribuciones y limitaciones de los bosques cafetaleros a la sustentabilidad en Coatepec, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 31. <https://doi.org/10.21829/myb.2025.312665>
- SIACON. (2023). *Sistema de Información Agroalimentaria de consulta*. Consultado En La Versión Electrónica.
- SIAP. (2022). *Panorama Agroalimentario 2022*.
- SIAP. (2026). *Avance de siembras y cosechas*. Producción Mensual Agrícola. https://nube.agricultura.gob.mx/avance_agricola/
- Siles, P., Cerdán, C. R., & Staver, C. (2022). Smallholder Coffee in the Global Economy—A Framework to Explore Transformation Alternatives of Traditional Agroforestry for Greater Economic, Ecological, and Livelihood Viability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.808207>
- Sterman, J. (2002). System Dynamics: systems thinking and modeling for a complex world.
- Tendall, D. M., Joerin, J., Kopainsky, B., Edwards, P., Shreck, A., Le, Q. B., Kruetli, P., Grant, M., & Six, J. (2015). Food system resilience: Defining the concept. *Global Food Security*, 6, 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.08.001>
- Tinoco, J. A., Merino, A., Valdés-Velarde, E., & Escamilla-Prado, E. (2026).

- Carbon storage in coffee agroforestry systems: a bibliometric analysis and meta-analysis. *Agroforestry Systems*, 100(1), 5. <https://doi.org/10.1007/s10457-025-01389-0>
- Valdés-Rodríguez, O. A. (2025). Declaratorias de desastre y su afectación en los cultivos de temporal más valiosos de Veracruz. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 12(1). <https://doi.org/10.19136/era.a12n1.4015>
- Van Gigch, J. P. (2017). *Teoría general de sistemas* (Tercera ed). Editorial Trillas.
- Velandia, M., Trejo-Pech, C., Rodríguez-Padrón, B., Servín-Juárez, R., & Stripling, C. (2023). CHALLENGES AND MANAGERIAL STRATEGIES OF COFFEE COOPERATIVES FROM THE HUATUSCO REGION IN MEXICO: A LEADERS' PERSPECTIVE. *Agrociencia*. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i8.2741>
- Wigboldus, S., & Jochemsen, H. (2021). Towards an integral perspective on leveraging sustainability transformations using the theory of modal aspects. *Sustainability Science*, 16(3), 869–887. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00851-5>
- Wright, D. R., Bekessy, S. A., Lentini, P. E., Garrard, G. E., Gordon, A., Rodewald, A. D., Bennett, R. E., & Selinske, M. J. (2024). Sustainable coffee: A review of the diverse initiatives and governance dimensions of global coffee supply chains. *Ambio*, 53(7), 984–1001. <https://doi.org/10.1007/s13280-024-02003-w>
- Zahm, F., Ugaglia, A. A., Barbier, J. M., Carayon, D., Del'homme, B., Gafsi, M., ... & Rodrigues, I. (2024). Assessing farm sustainability: the IDEA4 method, a conceptual framework combining dimensions and properties of sustainability. *Cahiers Agricultures*, 33, 10.
- Zou, T., Dawodu, A., Mangi, E., & Cheshmehzangi, A. (2022). General limitations of the current approach in developing sustainable food system frameworks. *Global Food Security*, 33(April), 100624. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100624>

3 CAPÍTULO III: MARCO CONTEXTUAL

3.1 Panorama global del café

El café es uno de los productos agrícolas más importantes del comercio internacional y durante gran parte del siglo XX fue considerado el segundo producto primario más valioso del mercado mundial después del petróleo, lo que refleja su relevancia como fuente de divisas para numerosos países en desarrollo (CEDRSSA, 2014). Su cultivo, procesamiento y comercialización generan empleo para más de 125 millones de personas (entre 20 y 25 millones de familias) en más de 50 países de África, Asia y América, donde millones de pequeños productores dependen de esta actividad para su subsistencia (COMCAFE & ECOSUR, 2004).

La producción de café se concentra principalmente en regiones tropicales de América Latina, África y Asia. En 2021 el cultivo se realizó en 79 países sobre una superficie aproximada de 11.3 millones de hectáreas (Figura 3). No obstante, la producción mundial se encuentra altamente concentrada en un número reducido de países, entre los que destacan Brasil, Vietnam, Indonesia, Colombia, Etiopía y Honduras. En ese mismo año la producción mundial de café verde alcanzó cerca de 10 millones de toneladas, de las cuales el 83 % fue generado por diez países. Brasil lideró la producción con el 29.9 %, seguido de Vietnam (18.4 %) e Indonesia (7.6 %), mientras que México ocupó el onceavo lugar con el 1.7 % de la producción mundial (FAO, 2023).

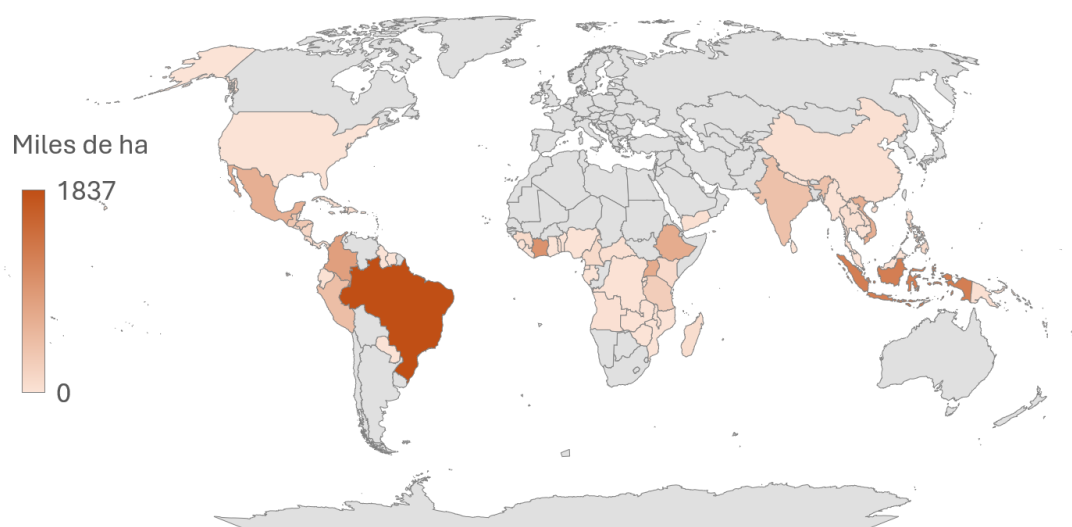


Figura 3. Naciones productoras de café en el mundo en 2021.

Fuente: Elaboración propia con datos de (FAO, 2023).

Durante las últimas dos décadas la producción mundial ha mostrado una tendencia creciente (Figura 4), impulsada principalmente por el dinamismo de países asiáticos como Vietnam e Indonesia, que presentan ventajas comparativas relacionadas con menores costos de producción y altos rendimientos del café robusta (COMCAFE & ECOSUR, 2004). En contraste, algunos países productores, como México, registran rendimientos significativamente menores al promedio mundial. En 2021 el rendimiento promedio global fue de 760 kg por hectárea, mientras que México registró aproximadamente 272 kg por hectárea, lo que evidencia importantes brechas de productividad (FAO, 2023).

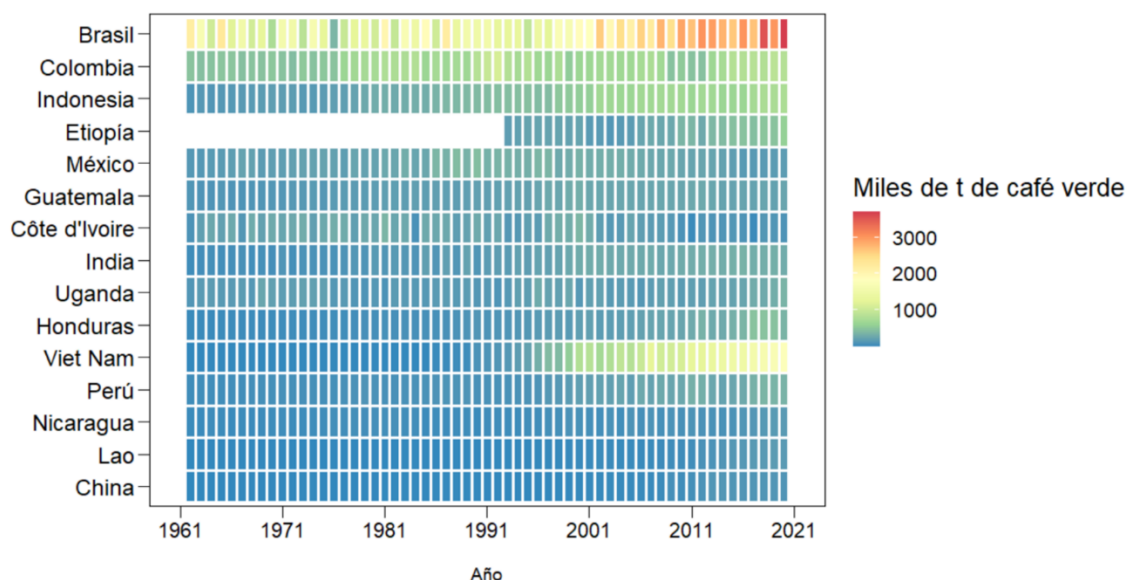


Figura 4. Evolución de las principales naciones productoras del café en el mundo.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT (2023).

El café también ocupa un lugar relevante en el comercio internacional. Brasil, Vietnam y Colombia se posicionan como los principales exportadores de café verde, mientras que los países industrializados concentran las actividades de mayor valor agregado dentro de la cadena, como el tostado, la industrialización y la comercialización del producto. En este contexto, países como Italia, Alemania y Suiza lideran las exportaciones de café procesado, mientras que el consumo se concentra principalmente en mercados como Estados Unidos y Europa (FAO, 2023; Lima & Lee, 2023).

En conjunto, el sistema cafetalero mundial se caracteriza por una marcada división entre países productores y países consumidores, donde los primeros se especializan en la producción primaria del grano y los segundos concentran las etapas de mayor valor agregado. Esta estructura genera importantes asimetrías en la distribución del valor dentro de la cadena global del café y constituye uno de los principales desafíos para mejorar la sostenibilidad y la equidad del sector.

3.2 El café en México

La producción cafetalera en México posee una gran relevancia económica, social y ambiental. Además de generar ingresos para miles de productores rurales, el cultivo se desarrolla frecuentemente bajo sistemas agroforestales que mantienen una cobertura vegetal permanente, lo que contribuye a la conservación del suelo y la reducción de procesos de erosión (Flores, 2015).

El café es un cultivo altamente dependiente de condiciones agroecológicas específicas, por lo que su producción se concentra principalmente en las regiones sur-sureste y centro del país. Estas zonas presentan altitudes entre 600 y 1,600 metros sobre el nivel del mar, precipitaciones de 1,000 a 3,000 mm y temperaturas promedio entre 17 y 23 °C (SAGARPA & SIAP, 2018). En 2025 el café se produjo en 15 estados de la República Mexicana con una superficie cosechada cercana a 665 mil hectáreas (Figura 5). Los estados de Chiapas, Veracruz y Puebla concentraron aproximadamente el 82 % de la producción nacional de café cereza (SIACON, 2026).



Figura 5. Entidades productoras de café en México 2026.

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

En los últimos años la producción nacional ha mostrado variaciones asociadas a factores climáticos, altos costos de producción, envejecimiento de los cafetales y la incidencia de plagas y enfermedades, particularmente la roya del café, detectada en México desde 1981 y considerada una de las principales amenazas para el cultivo (CEDRSSA, 2014; SADER, 2018). Asimismo, el rendimiento

promedio nacional se mantiene por debajo del promedio mundial, lo que evidencia limitaciones estructurales dentro del sistema productivo (FAO, 2023).

Desde el punto de vista comercial, aproximadamente el 80 % de la producción nacional se destina a los mercados de exportación, principalmente hacia Estados Unidos y Europa (SIAP, 2022). No obstante, México participa principalmente en la exportación de café verde, mientras que las etapas de mayor valor agregado dentro de la cadena se concentran en países industrializados.

A pesar de estas limitaciones, el sector cafetalero mexicano presenta oportunidades asociadas a mercados diferenciados como el café orgánico, el café de especialidad, de comercio justo y las certificaciones de sostenibilidad, que buscan mejorar las condiciones de producción, promover prácticas ambientales responsables y generar mayores ingresos para los productores (Richey & Ponte, 2021)

3.3 Características socioeconómicas de los productores

La caficultura se caracteriza a nivel mundial por estar dominada por pequeños productores. Se estima que aproximadamente el 70 % de la producción global de café proviene de explotaciones familiares con superficies menores a 10 hectáreas, muchas de las cuales cuentan con menos de 5 hectáreas de cultivo (COMCAFE & ECOSUR, 2004) . Esta estructura productiva implica que el café no solo representa un cultivo comercial, sino también un medio de vida fundamental para millones de hogares rurales.

En México, la producción cafetalera presenta características similares. La mayor parte de los cafeticultores son pequeños productores que cultivan el café en parcelas de reducida superficie y dependen de esta actividad como fuente principal o complementaria de ingresos. Además, el cultivo se desarrolla principalmente en regiones rurales con altos niveles de marginación, donde la caficultura constituye una actividad relevante para la generación de empleo y el sustento de las familias campesinas.

Sin embargo, los pequeños productores enfrentan diversas limitaciones estructurales, entre las que destacan bajos niveles de productividad, limitado acceso a financiamiento, escasa asistencia técnica y dificultades para integrarse en eslabones de mayor valor dentro de la cadena productiva. Como consecuencia, muchos cafeticultores comercializan su producción a precios inferiores a los costos de producción, lo que genera condiciones de baja rentabilidad y vulnerabilidad económica (Muñoz-Rodríguez et al., 2019).

Esta situación contribuye a la persistencia de un círculo vicioso caracterizado por baja inversión en las unidades productivas, reducción de la productividad y deterioro de las condiciones de vida de los productores. Asimismo, la limitada rentabilidad del cultivo ha provocado un creciente desinterés de las nuevas generaciones por continuar con la actividad cafetalera, lo que plantea desafíos para la sostenibilidad social del sector.

3.4 Sistemas de producción cafetalera

La producción de café comprende un conjunto de actividades que van desde el establecimiento del cultivo hasta el procesamiento del grano. El proceso inicia con la producción de plántulas en vivero, seguido por el establecimiento de las plantaciones, el manejo agronómico del cultivo, la cosecha y el procesamiento primario del fruto, que incluye etapas como despulpado, fermentación, secado y almacenamiento del café pergamino (CEDRSSA, 2014). Posteriormente, el grano puede someterse a procesos industriales como tostado, molienda o elaboración de café soluble.

En términos productivos, la caficultura se desarrolla bajo distintos sistemas de manejo determinados por las condiciones agroecológicas, las estrategias productivas y los niveles de tecnificación. En México predominan los sistemas tradicionales bajo sombra, en los que el cafeto se cultiva asociado con árboles forestales y frutales formando sistemas agroforestales complejos. Estos sistemas contribuyen a la conservación de la biodiversidad, la regulación del microclima y

la protección del suelo, además de ofrecer múltiples servicios ecosistémicos (Flores, 2015; Harvey et al., 2021; Sánchez Morales & Valdés Rodríguez, 2025)

Diversos estudios han señalado que los agroecosistemas cafetaleros bajo sombra presentan mayores niveles de resiliencia frente a perturbaciones ambientales, además de contribuir a la conservación de la biodiversidad y al almacenamiento de carbono, lo que refuerza su papel dentro de estrategias de producción sostenible (Quiroz Guerrero et al., 2024; Tinoco et al., 2026). No obstante, también existen sistemas más intensivos orientados a incrementar la productividad mediante el uso de variedades mejoradas, fertilización y prácticas de manejo agronómico más intensivas.

En términos productivos, la caficultura se desarrolla bajo distintos sistemas de manejo determinados por las condiciones agroecológicas, las estrategias productivas y los niveles de tecnificación vinculados a mercados diferenciados, como el café orgánico, el café de especialidad y las certificaciones de sostenibilidad. Estos esquemas buscan mejorar los ingresos de los productores mediante la diferenciación del producto y la adopción de prácticas productivas más sostenibles dentro de la cadena de valor del café (Lima-Solano et al., 2025; Richey & Ponte, 2021).

La coexistencia de distintos sistemas productivos refleja la heterogeneidad socioeconómica y ambiental de las regiones cafetaleras. Esta diversidad influye en los niveles de productividad, en la estructura de costos y en las oportunidades de inserción en mercados diferenciados, factores que resultan fundamentales para comprender la sostenibilidad del sistema cafetalero.

3.5 Problemática estructural del sistema cafetalero

El sistema cafetalero enfrenta diversos desafíos estructurales que limitan su sostenibilidad económica, social y ambiental. Uno de los principales problemas es la volatilidad de los precios internacionales del café, la cual se intensificó tras la eliminación en 1989 del sistema de cuotas de la Organización Internacional del

Café (OIC). Desde entonces, el mercado internacional se ha convertido en el principal mecanismo de regulación de la oferta y demanda del grano, generando fluctuaciones que afectan particularmente a los pequeños productores de los países en desarrollo (CEDRSSA, 2014).

Esta situación ha tenido efectos directos sobre la rentabilidad de la actividad cafetalera. Diversos estudios señalan que muchos pequeños productores comercializan su café a precios inferiores a los costos de producción, lo que genera un proceso de descapitalización de las unidades productivas. Cuando los ingresos obtenidos no cubren los costos de producción, los productores suelen reducir la inversión en sus plantaciones, lo que contribuye a la persistencia de bajos niveles de productividad y a la disminución de la rentabilidad del cultivo (Muñoz-Rodríguez et al., 2019).

A estos desafíos económicos se suman factores ambientales que afectan el desempeño del sistema cafetalero. Entre ellos destaca el cambio climático, el cual está modificando las condiciones agroclimáticas adecuadas para el cultivo del café. Proyecciones recientes indican que el incremento de la temperatura y los cambios en los patrones de precipitación podrían alterar significativamente la distribución geográfica de las zonas aptas para la producción, lo que obligará a implementar estrategias de adaptación en los sistemas productivos (Córdoba-Mora et al., 2025; Guerrero-Carrera & Hernández-Flores, 2024).

Estas alteraciones del clima que incrementan la temperatura y humedad han traído consigo un incremento en plagas y enfermedades como la roya del café (*Hemileia vastatrix*), que ha provocado severas pérdidas productivas en diversos países productores de América Latina. En México, los brotes de esta enfermedad han generado importantes reducciones en la producción en algunas regiones cafetaleras, afectando especialmente a los pequeños productores que cuentan con menores capacidades técnicas y financieras para enfrentar estos eventos.

Finalmente, las problemáticas del sector también se relacionan con la estructura de la cadena global del café, caracterizada por una distribución desigual del valor

agregado entre los distintos eslabones. Mientras que los productores participan principalmente en la producción primaria del grano, las etapas de mayor valor agregado (como el tostado, la industrialización y la comercialización) se concentran en países industrializados y en grandes empresas transnacionales (Richey & Ponte, 2021).

En conjunto, estas problemáticas evidencian que la caficultura enfrenta desafíos estructurales complejos que requieren ser analizados desde una perspectiva sistémica, considerando las interacciones entre factores económicos, sociales, ambientales e institucionales que configuran el funcionamiento del sistema cafetalero.

3.6 Literatura citada

- CEDRSSA. (2014). *Producción y mercado de café en el mundo y en México*. <http://bestteneverything.com/top-ten-most-traded-commodities/>.
- COMCAFE, & ECOSUR. (2004). *Plan estatal de manejo agroecológico del café en Chiapas Guía hacia una caficultura sustentable*.
- Córdoba-Mora, Y. R., Lima-Solano, M., Gómez-Merino, F. C., Díaz-Porras, R. A., Contreras-Oliva, A., & Morales-Ramos, V. (2025). Key Concepts Used in Climate Change Mitigation Strategies in the Coffee Sector. *Sustainability*, 17(17), 7848. <https://doi.org/10.3390/su17177848>
- FAO. (2023). *FAOSTAT*. Datos de Cultivos y Productos de Ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Flores, F. (2015). La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas. *Revista Espacio I+D Innovación Más Desarrollo*, 4(7), 174–194. <https://doi.org/10.31644/IMASD.7.2015.a07>
- Guerrero-Carrera, J., & Hernández-Flores, J. A. (2024). Impacto del cambio climático en la producción de café en Veracruz bajo un enfoque Ricardiano. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 11(2). <https://doi.org/10.19136/era.a11n2.3896>
- Harvey, C. A., Pritts, A. A., Zwetsloot, M. J., Jansen, K., Pulleman, M. M., Ambrecht, I., Avelino, J., Barrera, J. F., Bunn, C., García, J. H., Isaza, C., Muñoz-Ucros, J., Pérez-Alemán, C. J., Rahn, E., Robiglio, V., Somarriba, E., & Valencia, V. (2021). Transformation of coffee-growing landscapes across Latin America. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(5), 62. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00712-0>
- Lima-Solano, M., Morales-Ramos, V., Gómez-Merino, F. C., Manson, R. H.,

- Contreras-Oliva, A., & Díaz-Porras, R. A. (2025). COFFEE INNOVATION: GLOBAL TRENDS AND FUTURE PERSPECTIVES. *Agrociencia*, 1–15. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v59i6.3207>
- Lima, U. M., & Lee, K. (2023). Governance and Asymmetry in Global Value Chains of the Coffee Industry: Possibility for Catch-Up by Emerging Economies. *Seoul Journal of Economics*, 36(1), 79–111. <https://doi.org/10.22904/sje.2023.36.1.003>
- Muñoz-Rodriguez, M., Gómez-Pérez, D., Santoyo-Cortés, V. H., & Rosales-Lechuga, R. (2019). Los negocios del café. In *Universidad Autonoma Chapingo* (Primera ed). Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.
- Quiroz Guerrero, I., Pérez-Vázquez, A., Landeros Sánche, C., Gallardo López, F., Velasco Velasco, J., & Benítez Badillo, G. (2024). Capacidad de resiliencia del agroecosistema café en Tezonapa, Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*, 55146. <https://doi.org/10.15517/am.2024.55146>
- Richey, L. A., & Ponte, S. (2021). Brand Aid and coffee value chain development interventions: Is Starbucks working aid out of business? *World Development*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105193>
- SADER. (2018). *México vs. la roya del café*.
- SAGARPA & SIAP. (2018). Atlas Agroalimentario 2012-2018. In *SIAP*. www.gob.mx/siap
- Sánchez Morales, L. P., & Valdés Rodríguez, O. A. (2025). Contribuciones y limitaciones de los bosques cafetaleros a la sustentabilidad en Coatepec, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 31. <https://doi.org/10.21829/myb.2025.312665>
- SIACON. (2023). *Sistema de Información Agroalimentaria de consulta*. Consultado En La Versión Electrónica.
- SIAP. (2022). *Panorama Agroalimentario 2022*.
- Tinoco, J. A., Merino, A., Valdés-Velarde, E., & Escamilla-Prado, E. (2026). Carbon storage in coffee agroforestry systems: a bibliometric analysis and meta-analysis. *Agroforestry Systems*, 100(1), 5. <https://doi.org/10.1007/s10457-025-01389-0>

4 CAPÍTULO IV: SISTEMA ALIMENTARIO CAFETALERO EN CHIAPAS, PUEBLA Y VERACRUZ: EVALUACIÓN MULTIDIMENSIONAL DE LA SOSTENIBILIDAD³

4.1 Resumen

Introducción. El sistema alimentario cafetalero enfrentó presiones ambientales, económicas, sociales y organizativas que justificaron la evaluación integrada de su sostenibilidad en contextos territoriales contrastantes de México. **Objetivo.** Evaluar la sostenibilidad multidimensional de sistemas de producción cafetalera en tres regiones contrastantes de México mediante el diseño del Índice de Valoración de la Sostenibilidad (IVSo), e identificar tipologías productivas según su desempeño ambiental, social, económico y de gobernanza. **Materiales y métodos.** El estudio se realizó en 2023 en municipios cafetaleros de Chiapas, Puebla y Veracruz, México. Se aplicaron treinta encuestas estructuradas a productores y doce entrevistas a actores clave. La sostenibilidad se evaluó mediante cuarenta y dos variables ordinales agrupadas en cuatro dimensiones: ambiental, social, económica y de gobernanza. Se estimaron índices por dimensión y un índice global. La tipificación se efectuó mediante análisis de conglomerados jerárquicos con distancia euclídea y método de Ward. **Resultados.** La dimensión ambiental presentó los valores más altos, con mediana cercana a 0,60, mientras que la dimensión social registró los más bajos, con mediana cercana a 0,30. La dimensión económica mostró valores intermedios y la de gobernanza evidenció alta variabilidad. El índice global osciló entre 0,30 y 0,76. Se identificaron tres perfiles productivos: básico (43 %), desarrollado (33 %) y especializado (23 %). El índice global de la sostenibilidad por tipo de sistema productivo presentó valores de 0,39, 0,40 y 0,59, respectivamente. **Conclusiones.** La sostenibilidad del sistema alimentario cafetalero fue multidimensional y heterogénea. La gobernanza diferenció los

³ Artículo enviado a la revista Agronomía Mesoamericana. Estatus: en revisión. Autores: Reyes-de Jesús, K. A.; Aguilar-Ávila, J.; Almaguer-Vargas, G; y Altamirano-Cárdenas J.R.

perfiles productivos y condicionó el desempeño global del sistema. El IVSo y la tipificación aportaron una herramienta analítica para orientar intervenciones diferenciadas y fortalecer procesos de transición hacia sistemas alimentarios cafetaleros más sostenibles.

Palabras clave: gobernanza, sistemas agroforestales de café, análisis de conglomerados jerárquicos, índices compuestos

4.2 Abstract

Introduction. The coffee food system faced environmental, economic, social, and organizational pressures that justified an integrated evaluation of its sustainability across contrasting territorial contexts in Mexico. **Objective.** To evaluate the multidimensional sustainability of coffee production systems in three contrasting regions of Mexico through the design of the Sustainability Valuation Index (IVSo), and to identify productive typologies according to their environmental, social, economic, and governance performance. **Materials and methods.** The study was conducted in 2023 in coffee-producing municipalities of Chiapas, Puebla, and Veracruz, Mexico. Thirty structured surveys were applied to producers, and twelve interviews were conducted with key actors. Sustainability was assessed using forty-two ordinal variables grouped into four dimensions: environmental, social, economic, and governance. Dimension-specific indices and a global index were estimated. Typification was performed through hierarchical cluster analysis using Euclidean distance and Ward's method. **Results.** The environmental dimension showed the highest values, with a median close to 0.60, whereas the social dimension recorded the lowest, with a median close to 0.30. The economic dimension presented intermediate values, and governance exhibited high variability. The global index ranged from 0.30 to 0.76. Three productive profiles were identified: basic (43 %), developed (33 %), and specialized (23 %). The global sustainability index by type of production system showed values of 0.39, 0.40, and 0.59, respectively. **Conclusions.** Sustainability in the coffee food system was multidimensional and heterogeneous. Governance differentiated productive profiles and conditioned overall system performance. The IVSo and

the proposed typification provided an analytical tool to guide differentiated interventions and strengthen transition processes toward more sustainable coffee food systems.

Keywords: governance, coffee agroforestry systems, hierarchical cluster analysis, composite indices

4.3 Introducción

Los sistemas constituyen conjuntos de elementos interrelacionados organizados como un todo funcional, que pueden estructurarse jerárquicamente, de modo que estructuras de mayor escala integran subsistemas de menor dimensión (Van Gigh, 2017). El sistema alimentario comprende actores y actividades que abarcan desde la producción agrícola hasta el consumo de alimentos (Soares et al., 2020). Las interacciones entre sus componentes generan impactos económicos, sociales y ambientales en múltiples escalas territoriales (HLPE, 2020).

La literatura reciente señaló que el sistema alimentario puede comprenderse como una construcción múltiple cuya delimitación depende del enfoque analítico adoptado (Brock, 2023). El Informe del Grupo de Alto Nivel de Expertos describió su funcionamiento a partir de tres componentes interrelacionados: cadena de suministros, entornos alimentarios y comportamiento del consumidor (HLPE, 2018). Estos componentes condicionaron la disponibilidad, accesibilidad y calidad de los alimentos, así como la gestión de los recursos naturales y las condiciones de vida de los actores involucrados (FAO, 2017a).

La cadena de suministros integró actividades como producción, almacenamiento, transformación y comercialización de bienes, que determinaron la eficiencia productiva y la distribución del valor agregado. La organización de la cadena influyó en el acceso a mercados, la gestión del conocimiento entre actores, la estabilidad de ingresos y la adopción de prácticas productivas, en especial en sistemas dominados por pequeños productores (Clapp et al., 2018; HLPE, 2018;

Santos, 2022; Stoian et al., 2016). Estas dinámicas configuraron relaciones de poder y distribución de beneficios dentro del sistema alimentario.

Los entornos alimentarios comprendieron el contexto físico, económico, político y sociocultural en el cual los consumidores interactuaron con los alimentos. Este contexto influyó en la disponibilidad y la asequibilidad de los productos, así como en la conformación de las dietas (HLPE, 2020; Turner et al., 2018). La evidencia en América Latina indicó que las políticas públicas y las prácticas comerciales moldearon estos entornos y condicionaron la orientación del sistema alimentario hacia patrones más o menos sostenibles (Duran et al., 2021).

El comportamiento del consumidor respondió a factores individuales y contextuales que incidieron en la demanda y en la configuración del sistema alimentario (Sarwar & Loureiro, 2026). Las decisiones de consumo no solo reflejaron elecciones individuales, sino que también retroalimentaron dinámicas productivas y de gobernanza (Béné et al., 2020; FAO, 2019). Estas interacciones reforzaron la interdependencia entre producción, mercado y regulación institucional.

Los sistemas alimentarios experimentaron transformaciones asociadas al incremento de la productividad y a la reducción de costos en las últimas décadas (Cerón, 2020; Groot-Kormelinck et al., 2022). Estos cambios mejoraron la eficiencia insumo-producto, aunque generaron presiones ambientales y sociales (Benton & Bailey, 2019; Abebe et al., 2022). El crecimiento poblacional, la urbanización, la competencia por los recursos naturales y el cambio climático incrementaron la presión sobre estos sistemas. Estas condiciones evidenciaron la necesidad de transitar hacia modelos sostenibles que no comprometieran la capacidad de regeneración de los ecosistemas (FAO, 2017b; Frehner et al., 2022; Wünsche & Fernqvist, 2022).

La sostenibilidad del sistema alimentario se definió como la capacidad de garantizar la seguridad alimentaria y nutricional sin comprometer los recursos necesarios para las generaciones futuras (HLPE, 2018; Hosseini et al., 2025).

Este concepto integró las dimensiones ambiental, social y económica en su formulación inicial, mientras que enfoques recientes incorporaron la gobernanza como dimensión estructural para articular actores, políticas e instituciones en distintas escalas (Clancy, 2022; Eliasson et al., 2022; Mensah, 2019). La interdependencia entre salud humana, salud ambiental y organización productiva evidenció la necesidad de evaluaciones integradas capaces de capturar la complejidad sistémica en contextos agroproductivos específicos (Hosseini et al., 2025).

El café (*Coffea arabica* L., Rubiaceae) constituyó un producto de relevancia económica, social y cultural, especialmente en regiones donde predominaron pequeños productores que dependieron del cultivo como principal fuente de ingresos (FAO, 2023; Muñoz-Rodríguez et al., 2019). En México, la cafecultura involucró a más de quinientos mil productores, con alta concentración en Chiapas, Puebla y Veracruz. Estos territorios presentaron condiciones agroecológicas favorables, pero enfrentaron limitaciones estructurales asociadas a baja tecnificación y acceso restringido a mercados (SIAP, 2018). La articulación entre actores productivos, comerciales e institucionales influyó en la configuración del sector.

El sistema alimentario cafetalero enfrentó presiones ambientales y económicas que afectaron la estabilidad productiva de los actores involucrados. Los mecanismos de gobernanza fragmentados limitaron la articulación entre actores y la captura de valor (Reis-Nogueira & Oliveira-Lacerda, 2025). Esta situación redujo su capacidad de resiliencia frente a la volatilidad de precios, el cambio climático y la incidencia de plagas. Estas condiciones evidenciaron la necesidad de evaluaciones integrales capaces de capturar la interacción entre sus componentes y dimensiones del sistema (Joyce & Paquin, 2016).

Estudios recientes identificaron limitaciones en los marcos de análisis del sector, entre ellas la ausencia de indicadores cuantitativos integrales y la escasa integración de la gobernanza como dimensión estructural (Zou et al., 2022). Este vacío analítico requirió herramientas que permitieran evaluar de manera

integrada el desempeño sostenible del sistema alimentario cafetalero en contextos territoriales específicos. Estas limitaciones restringieron la comparabilidad y el análisis integral del sector.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la sostenibilidad multidimensional de sistemas de producción cafetalera en tres regiones contrastantes de México mediante el diseño del Índice de Valoración de la Sostenibilidad (IVSo), e identificar tipologías productivas según su desempeño en las dimensiones ambiental, social, económica y de gobernanza. Se planteó como hipótesis que mayores niveles de gobernanza en los sistemas de producción cafetalera se asociaron con valores más altos en las dimensiones ambiental, social y económica, así como en el índice de sostenibilidad global. Esta hipótesis orientó el análisis empírico y la interpretación de los resultados obtenidos.

4.4 Materiales y métodos

4.4.1 Área de estudio

La investigación se desarrolló en 2023 en los estados de Chiapas, Puebla y Veracruz, principales regiones productoras de café (*Coffea arabica* L., Rubiaceae) en México. Se seleccionaron municipios con actividad cafetalera en cada entidad federativa: Totutla, Ixhuacán de los Reyes, Coatepec y Córdoba en Veracruz; Tuzamapan de Galeana, Cuetzalan y Xicotepec en Puebla; y San Juan Cancuc y El Bosque en Chiapas (Figura 6). Estas regiones presentaron condiciones agroclimáticas contrastantes en altitud, temperatura y precipitación, además de diferencias en infraestructura productiva y acceso a mercados.

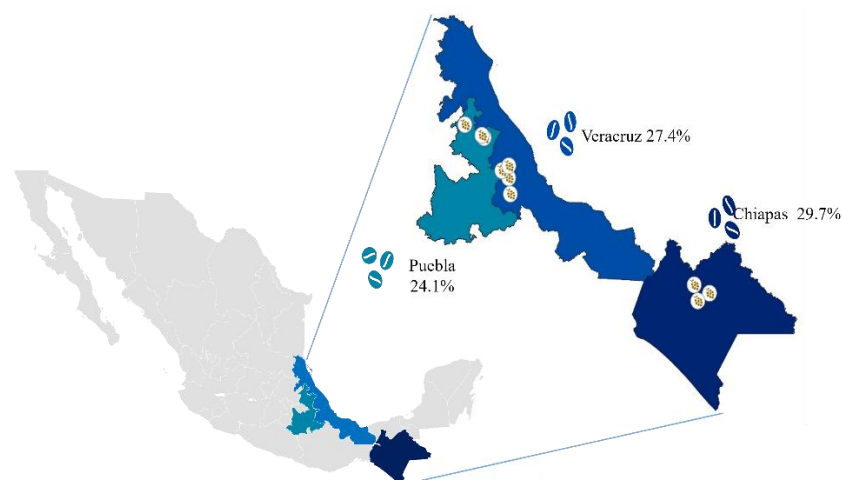


Figura 6. Área de estudio y porcentaje del valor de la producción de café por entidad federativa.

Fuente: elaboración propia con datos de SIACON (2023).

4.4.2 Diseño del estudio y colecta de información

El estudio correspondió a un diseño observacional, transversal y analítico con enfoque mixto. La unidad de análisis estuvo constituida por sistemas de producción cafetalera ($n = 30$). La investigación se estructuró en dos fases complementarias que permitieron integrar información cualitativa y cuantitativa.

La primera fase incluyó cinco entrevistas semiestructuradas a actores clave del sistema alimentario cafetalero. La selección se realizó mediante muestreo dirigido con base en experiencia, conocimiento del sector y vinculación institucional. Los entrevistados incluyeron un asesor técnico, dos productores con funciones organizativas y dos técnicos vinculados al programa federal Sembrando Vida.

La segunda fase se desarrolló entre mayo y agosto de 2023 mediante muestreo no probabilístico dirigido complementado con técnica de bola de nieve (Aguilar-Ávila et al., 2020; Hernández, 2021). Se aplicaron treinta encuestas estructuradas a productores y se realizaron doce entrevistas a profundidad con actores de distintos eslabones de la cadena de suministros. En Chiapas se contó con apoyo

de traducción del idioma tsotsil al español para facilitar la participación de productores cuya lengua materna no fue el español.

4.4.3 Instrumentos y variables analizadas

El cuestionario aplicado a productores se estructuró en cinco secciones: características sociodemográficas, entorno productivo, producción y transformación, comercialización e importancia de la cafecultura. Se evaluaron cuarenta y dos variables ordinales relacionadas con prácticas productivas, organizativas y de comercialización. Las variables incluyeron género, edad, escolaridad, experiencia productiva, tenencia de la tierra, apoyos gubernamentales, formas de organización, superficie cultivada, sistema productivo, manejo de sombra, uso de insumos, rendimiento y canales de comercialización.

Las entrevistas se grabaron con consentimiento informado y se transcribieron para su análisis. La base de datos se depuró mediante verificación cruzada entre cuestionarios y registros sonoros. El proceso incluyó eliminación de inconsistencias y revisión de valores extremos.

4.4.4 Enfoque analítico del sistema alimentario

El enfoque analítico del sistema alimentario se sustentó en la propuesta del HLPE (2018). El marco consideró tres componentes: cadena de suministros, entornos alimentarios y comportamiento del consumidor. La información recabada permitió caracterizar el sistema alimentario cafetalero a partir de esa estructura. El análisis identificó actores relevantes, flujos de producto y problemáticas asociadas en los territorios de estudio.

4.4.5 Diseño del indicador de sostenibilidad

La evaluación de la sostenibilidad se sustentó en la adaptación del marco Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems (SAFA) (FAO, 2014). Se analizaron treinta sistemas de producción mediante cuarenta y dos variables

ordinales agrupadas en cuatro dimensiones: ambiental, social, económica y de gobernanza. Cada variable recibió ponderación equivalente dentro de su dimensión.

La valoración se realizó mediante una escala ordinal tipo semáforo con cinco categorías: inaceptable (0,00–0,20), limitado (0,21–0,40), moderado (0,41–0,60), bueno (0,61–0,80) y óptimo (0,81–1,00). El Índice de Valoración de la Sostenibilidad por Dimensión (IVSD) se estimó como la relación entre la puntuación total obtenida y la puntuación máxima posible en cada dimensión. La ecuación empleada fue la siguiente:

$$(1) \quad IVSD_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n PTrPract_{jk}}{\sum_{j=1}^n PTmaxPract_{jk}}$$

En la ecuación (1), i representó el sistema de producción, k la dimensión evaluada y j la práctica analizada. El Índice de Valoración de la Sostenibilidad global (IVSo) se calculó como el promedio aritmético simple de los IVSD correspondientes a las cuatro dimensiones. El índice adoptó un rango teórico entre 0 y 1, donde valores cercanos a 1 representaron un mayor desempeño sostenible del sistema.

4.4.6 Análisis estadístico y tipificación de sistemas

La tipificación de sistemas productivos se realizó mediante análisis de conglomerados jerárquicos con base en los valores del IVSD correspondientes a las dimensiones ambiental, social, económica y de gobernanza. Se aplicó estandarización Z con el fin de homogenizar la varianza entre dimensiones. Se utilizó la distancia euclídea y el método de Ward para la construcción del dendrograma.

La normalidad de los datos se evaluó mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov. Cuando se verificó normalidad se aplicó análisis de varianza con prueba de Scheffé, y cuando no se verificó normalidad se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con comparaciones de Mann-Whitney. El nivel de significancia

se estableció en $p < 0,10$ debido al carácter exploratorio del estudio y al tamaño de la muestra. El análisis estadístico se realizó con el software SPSS versión 24.0.

4.5 Resultados

4.5.1 Caracterización del sistema alimentario cafetalero

La caracterización del sistema alimentario cafetalero se estructuró en tres componentes: cadena de suministros, entornos alimentarios y comportamiento del consumidor. La descripción permitió identificar actores, procesos y relaciones predominantes en los territorios analizados. La cadena de suministros concentró la mayor diversidad de interacciones productivas y comerciales.

Cadena de suministros

La cadena de suministros comprendió cuatro eslabones: sistemas productivos, almacenamiento y distribución, elaboración y envasado, y venta al por menor y mercados (Figura 7). La producción incluyó cultivo, cosecha y beneficio primario. Las etapas posteriores incorporaron secado, transformación y venta en distintos niveles de mercado.

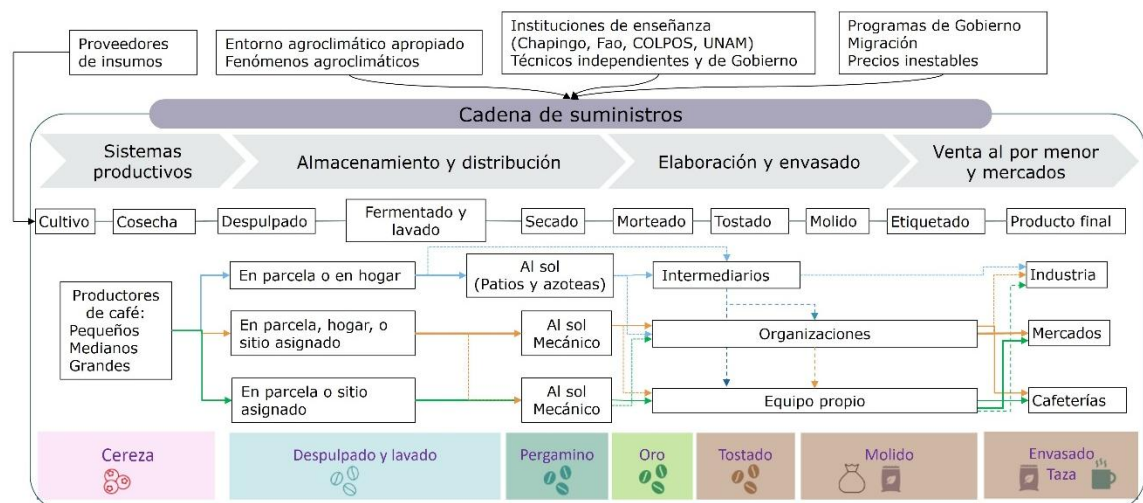


Figura 7. Estructura de la cadena de suministros del sistema alimentario cafetalero en Chiapas, Puebla y Veracruz, México, 2023. Esquema elaborado con base en entrevistas y encuestas aplicadas a actores del sistema.

Figure 7. Structure of the supply chain of the coffee food system in Chiapas, Puebla, and Veracruz, Mexico, 2023. Scheme based on interviews and surveys applied to system actors.

Los cafeticultores encuestados presentaron una edad promedio de 49,5 años y experiencia productiva entre uno y sesenta años, la mayoría pertenecientes a la tercera generación de familias cafetaleras. Predominó la participación masculina y el nivel educativo de primaria representó el 31 % de los casos. Una proporción significativa recibió apoyos gubernamentales principalmente de transferencias económicas y el 37% de las asociaciones reportadas se encontró legalmente constituida.

Los sistemas de producción registraron una superficie promedio de $2,3 \pm 2,1$ hectáreas y densidades cercanas a 2640 plantas por hectárea. Las parcelas se ubicaron en terrenos accidentados bajo sistemas de sombra con coberturas entre 20 % y 70 %. El sombreado se realizó por una diversidad de especies maderables, frutales, ornamentales y cultivos intercalados. El 43 % operó bajo manejo convencional y el resto incorporó prácticas agroecológicas.

Los principales insumos utilizados fueron plantas de café, fertilizantes y productos fitosanitarios. La selección de proveedores se basó en criterios de precio, cercanía y acceso a asistencia técnica. Las labores agrícolas fueron realizadas principalmente por el productor con apoyo familiar. Durante la cosecha se contrató mano de obra jornalera con un promedio de seis trabajadores por hectárea y participación femenina del 44 %. Las plagas más reportadas fueron la broca (*Hypothenemus hampei*) y la roya (*Hemileia vastatrix*).

El beneficio del café incluyó despulpado, fermentación, lavado, secado y almacenamiento. El secado se realizó mayoritariamente al sol, aunque algunos

sistemas utilizaron secado mecánico. Solo el 12 % contó con equipo propio para tostado, molido y envasado.

La comercialización se concentró en etapas tempranas de la cadena, con predominio de la venta de café pergamino (77 %). La mayoría participó en mercados locales o regionales y el 67 % dependió de intermediarios o “coyotes”. Los criterios de selección de canales incluyeron precio, pago inmediato y estándares de calidad. El precio pagado al productor se basó en precios de mercado vigente, precio del ciclo previo y costos de producción.

Entorno alimentario

El entorno alimentario presentó diferencias en el acceso físico y económico al café, así como en los mecanismos de promoción e información disponibles en los territorios analizados. La oferta se distribuyó en distintos canales de comercialización con características diferenciadas. Se registró variabilidad en la presencia de certificaciones y atributos asociados al producto.

El café artesanal se comercializó principalmente en hogares de productores, mercados locales, ferias del café y cafeterías locales. El café procesado industrialmente se distribuyó en supermercados, cafeterías de cadena y plataformas digitales. Los cafés diferenciados, vinculados a certificaciones o atributos de especialidad, registraron precios superiores en comparación con los cafés convencionales.

Los cafés diferenciados presentaron mayor dispersión en los rangos de precios, mientras que los cafés no diferenciados se comercializaron en rangos más homogéneos. El acceso económico al producto varió según el tipo de café y el canal de comercialización. Estas diferencias se observaron en los precios finales reportados en los distintos puntos de venta.

En términos de promoción, los cafés diferenciados incorporaron información relacionada con prácticas productivas, incluyendo manejo orgánico, producción bajo sombra y prácticas agroecológicas. Los empaques incluyeron datos sobre

origen geográfico e identidad cultural. Los cafés no diferenciados presentaron menor nivel de información visible en el punto de venta.

Una proporción limitada de productores contó con certificaciones formales asociadas a calidad e inocuidad. Estos distintivos se registraron en sistemas con mayor nivel de organización e infraestructura. En el resto de los casos la comercialización se realizó sin certificaciones formales.

Comportamiento del consumidor

El comportamiento del consumidor presentó diversificación en las formas de consumo y en los métodos de preparación del café. El producto se ofreció en presentaciones de grano, molido y preparado en taza. Se registró el uso de distintos métodos de extracción en los puntos de venta analizados.

Productores y otros actores del sistema participaron en actividades de capacitación relacionadas con tostado, catación y preparación del café. Estas actividades incluyeron evaluación de atributos sensoriales y ajustes en el perfil del producto. En los canales de comercialización de café en taza se proporcionó información sobre origen, características del grano y métodos de preparación.

4.5.2 Evaluación de sostenibilidad por dimensión

La evaluación de sostenibilidad mostró diferencias entre dimensiones y entre sistemas de producción (Figura 8). La distribución de los valores evidenció variabilidad en el desempeño de las unidades analizadas. Las dimensiones presentaron patrones diferenciados en términos de mediana y dispersión.

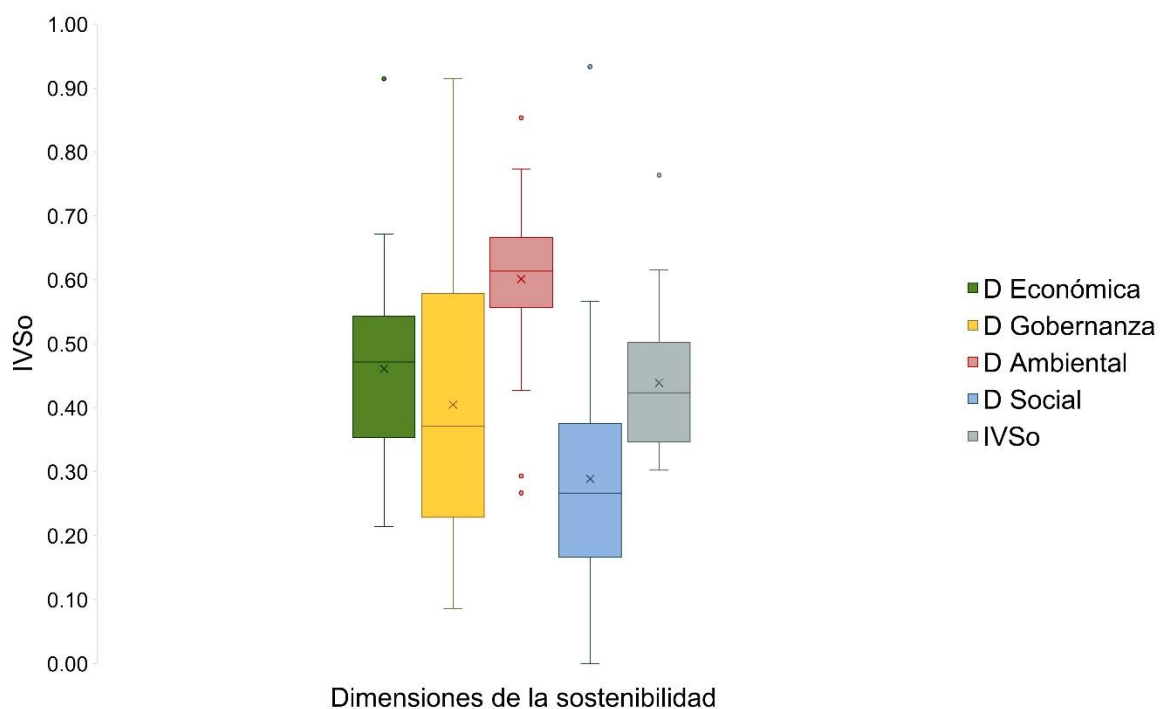


Figura 8. Distribución del Índice de Valoración de la Sostenibilidad por dimensión (IVSo) en sistemas de producción cafetalera de Chiapas, Puebla y Veracruz, México, 2023.

Figure 8. Distribution of the Sustainability Valuation Index by dimension (IVSD) in coffee production systems in Chiapas, Puebla, and Veracruz, Mexico, 2023.

La dimensión ambiental registró los valores más altos del conjunto, con mediana cercana a 0,60 y valores entre 0,27 y 0,85. La mayoría de los sistemas se ubicó en categorías moderadas y buenas según la escala establecida. La dispersión fue menor en comparación con otras dimensiones.

La dimensión social presentó la mediana más baja, cercana a 0,30, con valores entre 0,01 y 0,93. La concentración principal de sistemas se ubicó en categorías limitadas. Se observó amplia variabilidad entre unidades productivas.

La dimensión económica mostró valores intermedios, con mediana cercana a 0,45 y rango entre 0,21 y 0,91. La distribución evidenció heterogeneidad entre sistemas. Algunos casos alcanzaron categorías buenas, mientras que otros permanecieron en niveles limitados.

La dimensión de gobernanza presentó elevada variabilidad, con mediana cercana a 0,40 y valores entre 0,09 y 0,91. La dispersión fue mayor en comparación con la dimensión ambiental. Los valores se distribuyeron en todas las categorías de la escala.

4.5.3 Índice de sostenibilidad global

El Índice de Valoración de la Sostenibilidad global (IVSo) presentó valores entre 0,30 y 0,76. La mediana fue de 0,44 y la mayor concentración de sistemas se ubicó en categorías intermedias de sostenibilidad. La distribución mostró heterogeneidad en la combinación de desempeños ambientales, sociales, económicos y de gobernanza.

4.5.4 Tipificación de sistemas productivos

El análisis de conglomerados jerárquicos permitió identificar tres grupos de sistemas productivos diferenciados por sus valores en las dimensiones ambiental, social, económica y de gobernanza (Figura 9). El punto de corte del dendrograma definió conjuntos con tamaños de $n = 13$, $n = 10$ y $n = 7$. La agrupación reflejó patrones estructurales diferenciados en el desempeño multidimensional.

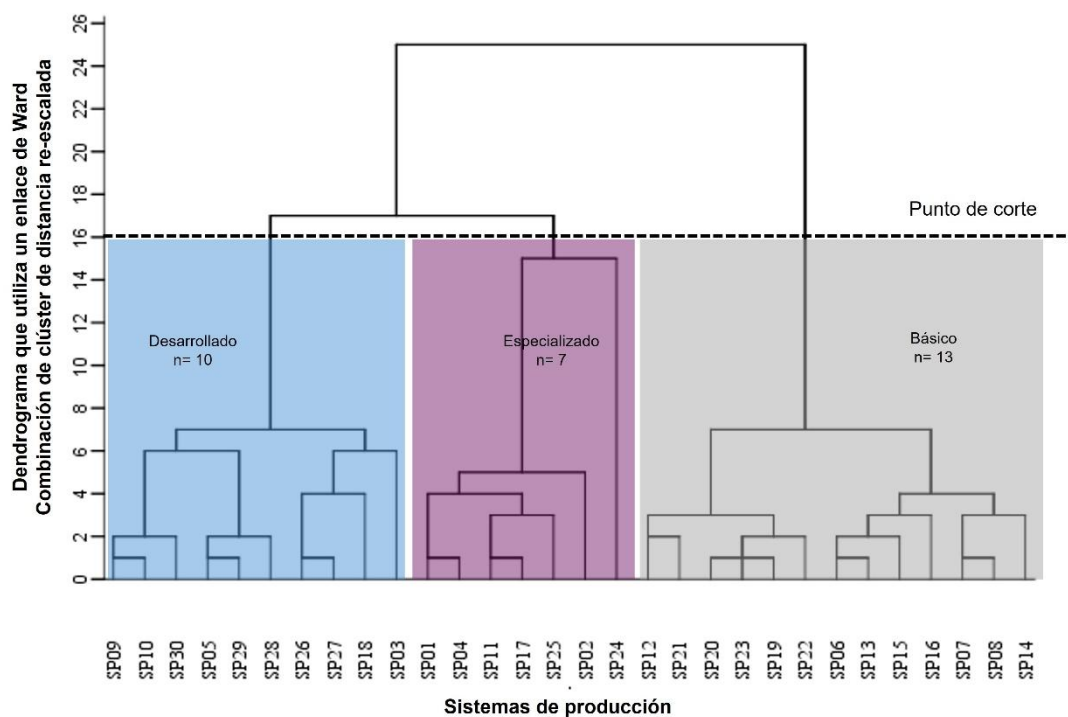


Figura 9. Dendrograma de agrupamiento jerárquico de sistemas de producción cafetalera con método de Ward y distancia euclídea reescalada en Chiapas, Puebla y Veracruz, México, 2023.

Figure 9. Hierarchical clustering dendrogram of coffee production systems using Ward's method and rescaled Euclidean distance in Chiapas, Puebla, and Veracruz, Mexico, 2023.

El grupo denominado básico representó el 43 % de los sistemas evaluados y presentó un IVSo promedio de 0,39. Este conjunto registró el valor más alto en la dimensión ambiental (0,66), mientras que las dimensiones social (0,31), económica (0,35) y de gobernanza (0,23) se ubicaron en categorías limitadas. La variabilidad interna fue menor en comparación con el grupo desarrollado.

El grupo desarrollado representó el 33 % de los sistemas y presentó un IVSo promedio de 0,40. Las dimensiones ambiental y económica registraron valores de 0,51, la dimensión de gobernanza alcanzó 0,42 y la dimensión social presentó 0,17. La dispersión interna fue mayor que en el grupo básico.

El grupo especializado representó el 23 % de los sistemas y presentó el IVSo promedio más alto, con 0,59. Este grupo registró valores de 0,71 en gobernanza, 0,63 en la dimensión ambiental, 0,60 en la económica y 0,43 en la social. La variabilidad interna fue menor que en el grupo desarrollado.

Las comparaciones entre tipologías evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones económica y de gobernanza ($p < 0,10$) (Figura 10). Estas diferencias se observaron en los valores promedio del índice por grupo. Las dimensiones ambiental y social no presentaron diferencias significativas entre sistemas productivos.

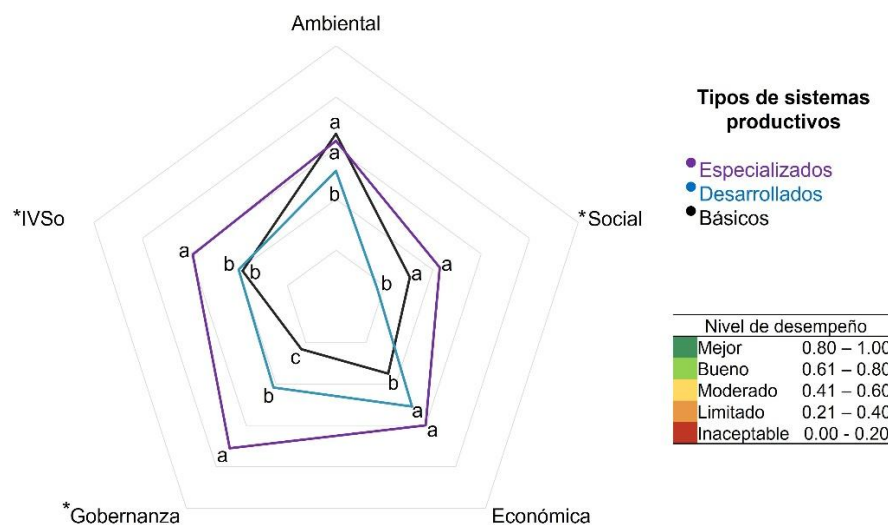


Figura 10. Valores promedio del Índice de Valoración de la Sostenibilidad por dimensión según tipo de sistema de producción cafetalera en Chiapas, Puebla y Veracruz, México, 2023. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Figure 10. Mean values of the Sustainability Valuation Index by dimension according to type of coffee production system in Chiapas, Puebla, and Veracruz, Mexico, 2023. Different letters indicate significant differences ($p < 0.10$).

La relación entre dimensiones se visualizó en los gráficos de dispersión (Figura 11). En el panel A se observó la distribución conjunta de los valores económicos y de gobernanza por grupo. En el panel B se presentó la distribución de las dimensiones ambiental y de gobernanza. La concentración de valores altos en gobernanza se registró en el grupo especializado.

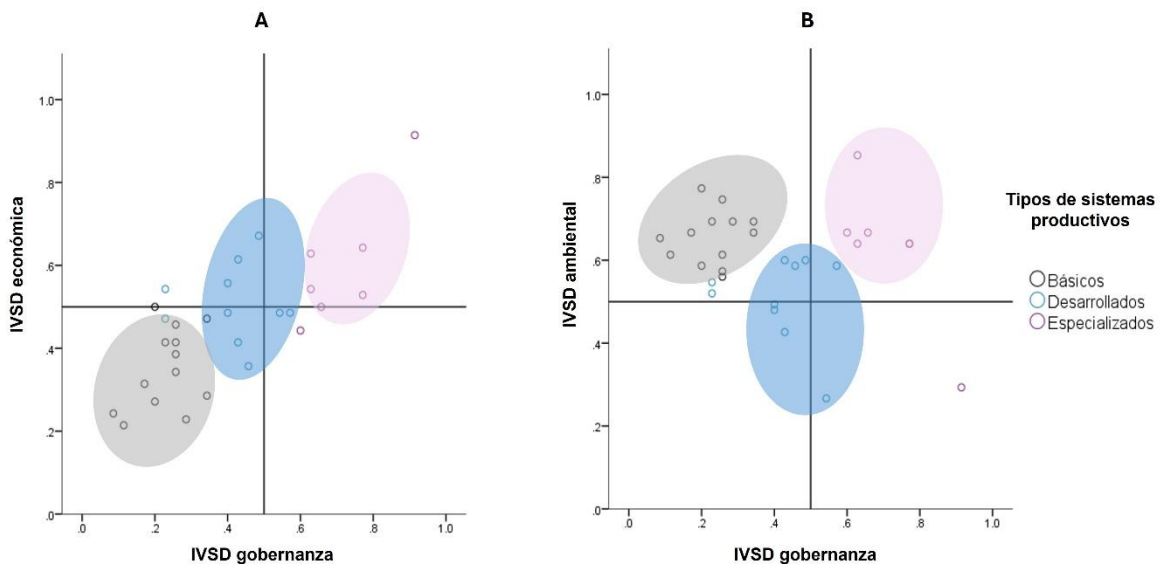


Figura 11. Relación entre dimensiones del Índice de Valoración de la Sostenibilidad por tipo de sistema de producción cafetalera en Chiapas, Puebla y Veracruz, México, 2023. A) Dimensiones económica y de gobernanza. B) Dimensiones ambiental y de gobernanza.

Figure 11. Relationship between Sustainability Valuation Index dimensions by type of coffee production system in Chiapas, Puebla, and Veracruz, Mexico, 2023. A) Economic and governance dimensions. B) Environmental and governance dimensions.

4.6 Discusión

El estudio confirmó la existencia de heterogeneidad estructural entre los sistemas de producción cafetalera analizados. La variabilidad observada en las dimensiones ambiental, social, económica y de gobernanza indicó que los sistemas no respondieron de manera homogénea a las condiciones productivas

y organizativas. La tipificación permitió identificar configuraciones diferenciadas de sostenibilidad, en concordancia con estudios que documentaron trayectorias contrastantes en sistemas agrícolas complejos (Huber et al., 2024; Rasool & Abler, 2023).

La dimensión ambiental presentó el desempeño relativo más alto del conjunto. Este comportamiento puede asociarse con la predominancia de sistemas bajo sombra y la diversificación de especies acompañantes, características frecuentes en la cafecultura tradicional mexicana. Investigaciones previas han señalado que los sistemas agroforestales de café favorecen la conservación de biodiversidad y servicios ecosistémicos (Nantongo et al., 2025). El mayor desempeño ambiental no se tradujo en resultados equivalentes en la dimensión económica, lo que evidenció brechas entre prácticas ambientalmente favorables y captura de valor.

La dimensión social registró los valores más bajos y no mostró diferencias significativas entre tipologías. Este patrón coincide con investigaciones que documentaron limitaciones persistentes en acceso a servicios, relevo generacional y capacitación técnica en territorios cafetaleros fragmentados (Snider et al., 2017; Vizuite & Vizuite, 2024). La homogeneidad relativa de esta dimensión sugiere que estas restricciones constituyeron una condición estructural compartida entre los sistemas evaluados.

Las diferencias significativas en las dimensiones económica y de gobernanza indicaron que la articulación organizativa influyó en el desempeño global. Estudios previos han vinculado niveles más altos de organización con mayor acceso a mercados diferenciados y mecanismos de fijación de precios (Stoian et al., 2016; Gómez-Limón et al., 2026). El grupo especializado concentró valores superiores en gobernanza y desempeño económico, lo que respalda la hipótesis de que la coordinación colectiva constituye un factor estructural en la sostenibilidad del sistema.

La elevada variabilidad en la dimensión de gobernanza reflejó trayectorias organizativas diferenciadas. La literatura ha reconocido la gobernanza como un componente central en la transformación de los sistemas alimentarios (Clapp et al., 2018; FAO, 2019). En el contexto cafetalero, mayores niveles de organización se han asociado con mejor captura de valor y menor dependencia de intermediarios (Stoian et al., 2016), lo que resultó consistente con los patrones observados.

La identificación de tres perfiles permitió interpretar la sostenibilidad como un proceso dinámico más que como una condición estática. Estudios realizados en Colombia y Centroamérica han documentado configuraciones similares, donde los sistemas evolucionan a lo largo de un continuo de desempeño (Samoggia & Fantini, 2023). Los sistemas básicos combinaron desempeño ambiental favorable con limitaciones en gobernanza y dimensión social, patrón documentado en otros contextos cafetaleros (Bacon et al., 2017). Los sistemas especializados alcanzaron configuraciones más equilibradas sin lograr niveles elevados de sostenibilidad global, lo que sugiere la presencia de límites estructurales asociados a dinámicas de mercado y arreglos institucionales más amplios (Gereffi et al., 2006; Stoian et al., 2016).

La relación observada entre gobernanza y desempeño económico fue consistente con estudios que vincularon capacidades organizativas con diferencias en resultados productivos y ambientales (Musafiri et al., 2020; Rasool & Abler, 2023). La concentración de valores altos en gobernanza dentro del grupo especializado indicó que la sostenibilidad no dependió exclusivamente de prácticas productivas, sino también de la capacidad de coordinación colectiva y acceso a información (Wright, et al., 2024). Este patrón sugiere que la articulación institucional influyó en la diferenciación estructural entre tipologías.

La comparación entre la percepción de sostenibilidad de los cafeticultores y los valores estimados mediante el IVSo evidenció discrepancias en algunos sistemas. Las brechas fueron menores en unidades con mayor nivel organizativo, lo que sugiere que el acceso a información y mecanismos de retroalimentación

influyeron en la autoevaluación productiva (Méndez et al., 2012). La evaluación multidimensional aportó una herramienta analítica capaz de visibilizar diferencias que no serían identificadas mediante mediciones unidimensionales.

El diseño transversal permitió identificar patrones estructurales en un momento específico. El tamaño de la muestra y el nivel de significancia adoptado indican que los resultados deben interpretarse como tendencias consistentes más que como inferencias poblacionales definitivas. Estudios longitudinales podrían evaluar la estabilidad temporal del índice y la evolución de las tipologías identificadas.

En conjunto, los resultados respaldaron la hipótesis de que la gobernanza desempeñó un papel transversal en la sostenibilidad del sistema alimentario cafetalero. La articulación organizativa influyó en la diferenciación productiva y en el desempeño económico. La integración de dimensiones permitió capturar interacciones complejas entre prácticas, organización y mercado que no serían evidentes mediante evaluaciones sectoriales aisladas.

4.7 Conclusiones

El estudio permitió evaluar la sostenibilidad de sistemas de producción que integran el sistema alimentario cafetalero en Chiapas, Puebla y Veracruz. La aplicación del índice evidenció heterogeneidad estructural entre sistemas productivos, lo que confirmó que la sostenibilidad no evolucionó de forma uniforme. La identificación de tipologías diferenciadas respondió al objetivo planteado.

La dimensión de gobernanza mostró capacidad para discriminar entre tipologías productivas y se asoció con mayores niveles de sostenibilidad global. Las pruebas estadísticas aplicadas respaldaron esta relación, lo que confirmó parcialmente la hipótesis sobre el papel estructural de la articulación organizativa. Esta asociación indicó que la coordinación colectiva se vinculó con diferencias en el desempeño del sistema.

La tipificación permitió interpretar la sostenibilidad como un proceso dinámico con trayectorias diferenciadas. El enfoque adoptado capturó interacciones entre prácticas productivas, organización y mercado en los territorios analizados. El instrumento desarrollado aportó una herramienta analítica reproducible para la evaluación de sostenibilidad en sistemas cafetaleros.

4.8 Agradecimientos

Los autores agradecen a los actores encuestados y entrevistados por brindar su valiosa información para esta investigación, esperamos refleje de la mejor manera sus opiniones. Esta investigación se ha realizado gracias al financiamiento de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) y el Centro Académico y de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CUESTAAM) y de la Dirección General de Investigación y Posgrado, ambos de la Universidad Autónoma Chapingo.

4.9 Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

4.10 Referencias

- Abebe, G. K., Traboulsi, A., & Aoun, M. (2022). Performance of organic farming in developing countries: A case of organic tomato value chain in Lebanon. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 37, e13. <https://doi.org/10.1017/S1742170521000478>
- Aguilar-Ávila, J., Martínez-González, E. G., Aguilar-Gallegos, N., & Altamirano-Cárdenas, J. R. (2020). *Análisis de procesos de innovación en el sector agroalimentario y rural*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Bacon, C. M., Sundstrom, W. A., Stewart, I. T., & Beezer, D. (2017). Vulnerability to cumulative hazards: Coping with the coffee leaf rust outbreak, drought, and food insecurity in Nicaragua. *World Development*, 93, 136–152. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.025>
- Béné, C., Fanzo, J., Haddad, L., Hawkes, C., Caron, P., Vermeulen, S., Herrero, M., & Oosterveer, P. (2020). Five priorities to operationalize the EAT–Lancet Commission report. *Nature Food*, 1(8), 457–459. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0136-4>

- Benton, T. G., & Bailey, R. (2019). The paradox of productivity: Agricultural productivity promotes food system inefficiency. *Global Sustainability*, 2, e6. <https://doi.org/10.1017/sus.2019.3>
- Brock, S. (2023). What is a food system? Exploring enactments of the food system multiple. *Agriculture and Human Values*, 40(3), 799–813. <https://doi.org/10.1007/s10460-023-10457-z>
- Cerón, A. F. G. (2020). Tan cerca y tan lejos de la agricultura 4.0 en Colombia. *Revista Universidad EAFIT*, 55(175), 78–85.
- Clancy, K. (2022). The origins, definitions and differences among concepts that underline food systems modeling. En A. Press (Ed.), *Food systems modelling* (pp. 13–36). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822112-9.00005-9>
- Clapp, J., Newell, P., & Brent, Z. W. (2018). The global political economy of climate change, agriculture and food systems. *The Journal of Peasant Studies*, 45(1), 80–88. <https://doi.org/10.1080/03066150.2017.1381602>
- Duran, A. C., Mialon, M., Crosbie, E., Jensen, M. L., Harris, J. L., Batis, C., Corvalán, C., & Taillie, L. S. (2021). Soluciones relacionadas con el entorno alimentario para prevenir la obesidad infantil en América Latina y en la población latina que vive en Estados Unidos. *Obesity Reviews*, 22(S5), e13344. <https://doi.org/10.1111/obr.13344>
- Eliasson, K., Wiréhn, L., Neset, T.-S., & Linnér, B.-O. (2022). Transformations towards sustainable food systems: Contrasting Swedish practitioner perspectives with the European Commission's Farm to Fork strategy. *Sustainability Science*, 17(6), 2345–2360. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01174-3>
- FAO. (2014). *Sustainability assessment of food and agriculture systems (SAFA) guidelines*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2017a). *Reflexiones sobre el sistema alimentario y perspectivas para alcanzar su sostenibilidad en América Latina y el Caribe*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2017b). *The future of food and agriculture: Trends and challenges*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2019). *El sistema alimentario en México: Oportunidades para el campo mexicano en la agenda 2030 del desarrollo sostenible*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2023). *FAOSTAT: Crops and livestock products*. <https://www.fao.org/faostat>
- Frehner, A., De Boer, I. J. M., Muller, A., Van Zanten, H. H. E., & Schader, C. (2022). Consumer strategies towards a more sustainable food system: Insights from Switzerland. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 115(4), 1039–1047. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqab401>
- Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2006). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), 78–104. <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>

- Gómez-Limón, J. A., Martín-García, J., & Granado-Díaz, R. (2026). Building a typology of farms based on their performance: A tool to support agricultural policy-making. *Journal of Environmental Planning and Management*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/09640568.2024.2391060>
- Groot-Kormelinck, A., Bijman, J., Trienekens, J., & Klerkx, L. (2022). Producer organizations as transition intermediaries? Insights from organic and conventional vegetable systems in Uruguay. *Agriculture and Human Values*. <https://doi.org/10.1007/s10460-022-10316-3>
- Hernández, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3), 6–8.
- HLPE. (2018). *Nutrition and food systems*. High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security.
- HLPE. (2020). *Food security and nutrition: Building a global narrative towards 2030*. High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security.
- Hosseini, E., Tsegay, Z. T., Smaoui, S., Elfalleh, W., Antoniadou, M., Varzakas, T., & Caraher, M. (2025). One Health Approaches to Ethical, Secure, and Sustainable Food Systems and Ecosystems: Plant-Based Diets and Livestock in the African Context. *Foods*, 15(1), 85. <https://doi.org/10.3390/foods15010085>
- Huber, R., Bartkowski, B., Brown, C., El Benni, N., Feil, J.-H., Grohmann, P., Joormann, I., Leonhardt, H., Mitter, H., & Müller, B. (2024). Farm typologies for understanding farm systems and improving agricultural policy. *Agricultural Systems*, 213, 103800. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103800>
- Joyce, A., & Paquin, R. L. (2016). The triple layered business model canvas: A tool to design more sustainable business models. *Journal of Cleaner Production*, 135, 1474–1486. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.067>
- Méndez, V. E., Bacon, C. M., & Cohen, R. (2012). Agroecology as a transdisciplinary, participatory, and action-oriented approach. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 44(7), 3–18.
- Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*, 5(1), 1653531. <https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>
- Muñoz-Rodríguez, M., Gómez-Pérez, D., Santoyo-Cortés, V. H., & Rosales-Lechuga, R. (2019). *Los negocios del café*. Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM
- Musafiri, C. M., Macharia, J. M., Ng'etich, O. K., Kiboi, M. N., Okeyo, J., Shisanya, C. A., Okwuosa, E. A., Mugendi, D. N., & Ngetich, F. K. (2020). Farming systems' typologies analysis to inform agricultural greenhouse gas emissions potential from smallholder rain-fed farms in Kenya. *Scientific African*, 8, e00458. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00458>
- Nantongo, J. S., Uwimbabazi, M., Buyinza, J., Sanguin, H., Agaba, H., & Fungo, B.

- (2025). Building a climate resilient Robusta coffee agroforestry system in Uganda: a research perspective. *Agroforestry Systems*, 99(5), 91. <https://doi.org/10.1007/s10457-025-01192-x>
- Rasool, A., & Abler, D. (2023). Heterogeneity in US farms: A new clustering by production potentials. *Agriculture*, 13(2), 258. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020258>
- Reis-Nogueira, J., & Oliveira-Lacerda, R. T. de. (2025). Bibliometric Analysis of Governance in Sustainable Supply Chains: Contributions to Research and Managerial Practice. *Journal of Technology Management & Innovation*, 20(3), 112–126. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242025000300112>
- Samoggia, A., & Fantini, A. (2023). Revealing the governance dynamics of the coffee chain in Colombia: A state-of-the-art review. *Sustainability*, 15(18), 13646. <https://doi.org/10.3390/su151813646>
- Santos, B. L. (2022). Gestión del conocimiento y sostenibilidad en la gestión de la cadena de suministro: revisión de literatura. *Telos Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 24(3), 732–748. <https://doi.org/10.36390/telos243.17>
- Sarwar, M., & Loureiro, S. M. C. (2026). Thematic evolution of green marketing over the past decades. *Spanish Journal of Marketing - ESIC*, 1–24. <https://doi.org/10.1108/SJME-12-2024-0350>
- SIAP. (2018). *Atlas Agroalimentario 2012-2018*. www.gob.mx/siap
- Snider, A., Gutiérrez, I., Sibelet, N., & Faure, G. (2017). Small farmer cooperatives and voluntary coffee certifications: Rewarding progressive farmers or engendering widespread change in Costa Rica? *Food Policy*, 69, 231–242. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.04.009>
- Soares, P., Almendra-Pegueros, R., Benítez-Brito, N., Fernández-Villa, T., Lozano-Lorca, M., Valera-Gran, D., & Navarrete-Muñoz, E. M. (2020). Sistemas alimentarios sostenibles para una alimentación saludable. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 24(2), 87–89. <https://doi.org/10.14306/renhyd.24.2.1058>
- Stoian, D., Donovan, J., Fisk, J., & Muldoon, M. F. (2016). Value chain development for rural poverty reduction: a reality check and a warning. In Editor (Ed.), *Innovation for inclusive value-chain development: Successes and challenges* (pp. 75–92).
- Turner, C., Aggarwal, A., Walls, H., Herforth, A., Drewnowski, A., Coates, J., Kalamatianou, S., & Kadiyala, S. (2018). Concepts and critical perspectives for food environment research: A global framework with implications for action in low- and middle-income countries. *Global Food Security*, 18, 93–101. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.08.003>
- Van Gigch, J. P. (2017). *Teoría general de sistemas* (3.^a ed.). Editorial Trillas.

- Vizuite, M. O., & Vizuite, K. E. (2024). Tipificación de los sistemas de cultivo de café, cacao y ganadero en la Amazonía ecuatoriana. *Revista Alfa*, 8(22), 49–58. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i22.247>
- Wright, D. R., Bekessy, S. A., Lentini, P. E., Garrard, G. E., Gordon, A., Rodewald, A. D., Bennett, R. E., & Selinske, M. J. (2024). Sustainable coffee: A review of the diverse initiatives and governance dimensions of global coffee supply chains. *Ambio*, 53(7), 984–1001. <https://doi.org/10.1007/s13280-024-02003-w>
- Wünsche, J. F., & Fernqvist, F. (2022). The potential of blockchain technology in the transition towards sustainable food systems. *Sustainability*, 14(13), 7739. <https://doi.org/10.3390/su14137739>
- Zou, T., Dawodu, A., Mangi, E., & Cheshmehzangi, A. (2022). General limitations of the current approach in developing sustainable food system frameworks. *Global Food Security*, 33, 100624. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100624>

5 CAPÍTULO V: BLOQUEO ESTRUCTURAL Y TRANSICIÓN RESTRINGIDA EN EL SISTEMA AGROALIMENTARIO CAFETALERO DEL SUR-CENTRO DE MÉXICO⁴

5.1 RESUMEN

La sostenibilidad del sistema agroalimentario cafetalero en México ha sido abordada principalmente desde enfoques productivos y ambientales; sin embargo, la persistencia de dependencia comercial y vulnerabilidad económica sugiere la presencia de restricciones estructurales más profundas. Este estudio analizó el sistema agroalimentario cafetalero del sur-centro de México con el objetivo de identificar las configuraciones relacionales que limitan su capacidad de transformación. Se adoptó un enfoque cualitativo basado en la Metodología de Sistemas Suaves, mediante 25 entrevistas a actores del sector en cuatro estados productores. El análisis se complementó con la construcción de un diagrama de bucles causales para formalizar interdependencias estructurales del sistema. Los resultados evidenciaron mecanismos de retroalimentación autorreforzados que estabilizan la captura de valor fuera del territorio, vinculando baja rentabilidad, restricción de inversión, fragmentación organizativa y vulnerabilidad sociodemográfica, configurando una dinámica de transición restringida. Aunque emergen nichos de innovación asociados a diferenciación comercial y adaptación al cambio climático del sistema productivo, estos operan de forma parcial y no modifican el régimen dominante. En conclusión, el sistema

⁴ Artículo enviado a la revista Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. Estatus: en revisión. Autores: Reyes-de Jesús, K. A.; Aguilar-Ávila, J.; Almaguer-Vargas, G; y Altamirano-Cárdenas J.R.

agroalimentario cafetalero presenta una transición restringida, en la cual las innovaciones emergen, pero permanecen contenidas dentro de configuraciones estructurales relativamente estables que reproducen condiciones persistentes de vulnerabilidad económica y dependencia comercial. El estudio aporta evidencia sobre los límites estructurales de la transición hacia sistemas agroalimentarios más sostenibles en territorios cafetaleros.

Palabras clave: dinámicas de retroalimentación, captura de valor, gobernanza agroalimentaria, interdependencias estructurales, sostenibilidad territorial.

5.2 ABSTRACT

The sustainability of the coffee agri-food system in Mexico has mainly been examined from productive and environmental perspectives; however, the persistence of commercial dependence and economic vulnerability suggests the presence of deeper structural constraints. This study analyzed the coffee agrifood system of south-central Mexico with the aim of identifying the relational configurations that limit its capacity for transformation. A qualitative approach based on Soft Systems Methodology was adopted, through 25 interviews with sector actors across four producing states. The analysis was complemented by the construction of a causal loop diagram to formalize the structural interdependencies within the system. The results revealed self-reinforcing feedback mechanisms that stabilize value capture outside the producing territories, linking low profitability, restricted investment, organizational fragmentation, and sociodemographic vulnerability thus configuring a dynamic of restricted transition. Although niches of innovation associated with commercial

differentiation and productive adaptation are emerging, they operate only partially and do not modify the dominant regime. In conclusion, the coffee agrifood system exhibits a restricted transition, in which innovations emerge but remain contained within relatively stable structural configurations that reproduce persistent conditions of economic vulnerability and commercial dependence. This study provides evidence of the structural limits to the transition toward more sustainable agrifood systems in coffee-growing territories.

Keywords: agrifood governance, feedback dynamics, structural interdependencies, territorial sustainability, value capture.

5.3 INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad del sector cafetalero en América Latina, y particularmente en México, ha sido abordada desde múltiples perspectivas ambientales, productivas y organizativas. En el ámbito biofísico se han documentado procesos de resiliencia agroecosistémica, adaptación al cambio climático, manejo agroforestal y conservación de la biodiversidad en paisajes cafetaleros de la región (Harvey et al., 2021; Pérez-Vázquez et al., 2024; Quiroz Guerrero et al., 2022). Asimismo, diversos estudios señalan que las variaciones climáticas impactan en la rentabilidad del cultivo y en el valor de la tierra, incrementando la vulnerabilidad económica de los pequeños productores (Valdés-Rodríguez, 2025).

De forma complementaria, algunos trabajos han incorporado herramientas de evaluación ambiental, como análisis de ciclo de vida y la estimación de huella hídrica para examinar el desempeño ecológico de los sistemas cafetaleros y su

contribución a la sostenibilidad territorial (Calvillo-Arriola & Sotelo-Navarro, 2024). En paralelo, otras investigaciones han abordado las dimensiones organizativas y comerciales de la cafecultura, analizando el papel de cooperativas, certificaciones de sostenibilidad y estrategias de diferenciación en la inserción de pequeños productores en mercados globales (Contreras-Medina et al., 2020; Jiménez-Ortega et al., 2022; Renard, 2022).

Aunque esta literatura documenta avances importantes en innovación productiva, adaptación al cambio climático y organización colectiva, diversos trabajos coinciden en señalar que estas iniciativas no siempre se traducen en transformaciones estructurales en la distribución de valor dentro de la cadena cafetalera. En contextos dominados por pequeña producción e inserción asimétrica en mercados globales, las mejoras técnicas o comerciales pueden coexistir con condiciones persistentes de dependencia comercial, fragmentación organizativa y limitada capacidad de negociación por parte de los productores (Gereffi et al., 2006; Ponte, 2002). Este contraste sugiere que las limitaciones del sistema cafetalero no pueden entenderse únicamente desde déficits productivos o tecnológicos, sino también desde configuraciones relacionales que condicionan su dinámica económica y organizativa.

En consecuencia, comprender la sostenibilidad del sistema alimentario cafetalero requiere de enfoques analíticos capaces de integrar simultáneamente dimensiones productivas, comerciales, organizativas y territoriales. Desde la literatura sobre sistemas alimentarios, la transformación hacia modelos más sostenibles se concibe como un proceso complejo, caracterizado por

interacciones entre múltiples actores, asimetrías de poder y trayectorias de cambio no lineales (Alonso-Adame et al., 2024; Mausch et al., 2025). En este marco, el concepto de *lock-in* describe situaciones en las que arreglos institucionales, comerciales y organizativos se autorrefuerzan, dificultando la modificación del régimen dominante aun cuando existen alternativas viables (Geels, 2019).

Las trayectorias de cambio dentro de los sistemas alimentarios pueden adoptar distintos patrones. En un extremo se encuentra el estancamiento, caracterizado por ausencia de innovación significativa; en el otro, la transición transformadora implica una reconfiguración profunda de reglas y relaciones dentro del sistema (Harvey et al., 2021; Wigboldus & Jochemsen, 2021). Entre ambos extremos pueden surgir trayectorias intermedias donde emergen innovaciones parciales sin alterar sustantivamente la estructura dominante.

El sistema alimentario cafetalero del sur-centro de México constituye un caso ilustrativo de estas tensiones. A pesar de los avances en el análisis de dimensiones productivas, ambientales y organizativas del sector cafetalero, aún existe una comprensión limitada de las interdependencias estructurales que condicionan su capacidad de transformación en contextos dominados por pequeña producción. En este contexto, la Metodología de Sistemas Suaves (MSS) resulta pertinente para analizar situaciones problemáticas complejas en sistemas socioeconómicos donde existen múltiples actores, percepciones divergentes y relaciones causales no lineales (Checkland & Poulter, 2020).

El objetivo de este estudio fue analizar y estructurar la situación problemática del sistema alimentario cafetalero en regiones estratégicas del sur-centro de México mediante la MSS, a fin de explicar las configuraciones que restringen su capacidad de transformación. El análisis aporta evidencia empírica y una interpretación sistémica de las interdependencias que limitan la transformación del sistema cafetalero, contribuyendo al debate sobre transiciones agroalimentarias en contextos de pequeña producción.

5.4 MATERIALES Y MÉTODOS

5.4.1 Enfoque metodológico

El estudio adoptó un enfoque cualitativo interpretativo sustentado en la Metodología de Sistemas Suaves (MSS) (Checkland & Poulter, 2020). El análisis se orientó a examinar la interacción entre dimensiones económicas, organizativas, sociodemográficas y productivo-ambientales en el sistema agroalimentario cafetalero, para identificar configuraciones estructurales que condicionan su trayectoria de transformación.

5.4.2 Área de estudio y participantes

La investigación se desarrolló durante 2023 en cuatro estados productores de café del sur-centro de México: Chiapas, Puebla, Veracruz y Oaxaca, los cuales concentran el 91 % de la producción nacional (SIAP, 2026) y presentan diversidad organizativa y territorial.

Se realizaron 25 entrevistas semiestructuradas en profundidad a actores vinculados a distintos componentes del sistema cafetalero, incluyendo

productores de pequeña y mediana escala, representantes de organizaciones, actores de transformación y comercialización, intermediarios, asesores técnicos y promotores del sector. Las entrevistas tuvieron una duración aproximada de 40 a 60 minutos.

Los criterios de selección fueron: i) participación en el sistema cafetalero; (ii) experiencia relevante en la actividad; y (iii) inserción en diferentes funciones de la cadena de valor. La selección fue intencional y orientada a capturar diversidad funcional y territorial. Las características principales de los actores entrevistados se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Características de los actores entrevistados.

Característica		Actores		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Estado	Chiapas	x	x	x	x	x	x	x	x																			
	Veracruz												x	x	x	x	x											
	Puebla																		x	x	x	x	x	x				
	Oaxaca																								x	x	x	x
Función en el sistema alimentario cafetalero	Producción convencional	x	x				x	x	x							x	x				x	x				x		x
	Producción orgánica		x		x	x														x							x	
	Producción agroecológica										x	x		x	x		x				x	x	x	x				
	Producción regenerativa															x												
	Transformación	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Certificación orgánica				x																x							
	Certificado de especialidad											x			x													
	Asesoría técnica				x			x							x				x		x	x			x		x	
	Asesoría organizacional				x										x				x								x	
	Asesoría comercial				x														x								x	
	Compra insumos en volumen																		x									
	Asocia productores			x	x									x							x	x						
	Miembro de asociación																		x									
	Comercialización - intermediarios	x	x				x																	x			x	x
	Comercialización consolidada		x		x					x									x		x		x	x				
	Intermediario comercial					x		x							x				x				x					
	Especialización - Barista			x	x									x		x		x		x		x	x					
	Venta en taza			x	x						x		x	x	x		x			x		x						
	Venta de subproductos				x						x				x	x					x							
	Venta mayoreo				x												x	x			x	x	x					
	Venta menudeo				x			x				x		x	x	x	x	x			x	x	x	x				
	Promoción de producto			x	x								x		x		x					x	x					
	Marca propia				x											x	x				x	x	x					
	Ecoturismo											x	x				x					x						
	Maquinaria y equipo especializado				x											x												
	Cobro por servicios ambientales				x																	x						

5.4.3 Variables y dimensiones de análisis del sistema alimentario cafetalero

Con el propósito de analizar los factores que condicionan el funcionamiento del SA cafetalero y su transición hacia la sostenibilidad, se definieron un conjunto de variables agrupadas en dimensiones analíticas. Este enfoque sistémico permitió operacionalizar el análisis al considerar la interacción entre componentes económicos, organizativos, sociodemográficos y productivo-ambientales, reconociendo su interdependencia y la emergencia de dinámicas propias de sistemas complejos. Las dimensiones consideradas fueron las siguientes:

Dimensión económica, que incluye variables como precios, costos de producción, acceso a mercados y el grado de dependencia de intermediarios, las cuales influyen en la rentabilidad y viabilidad económica del sistema.

Dimensión organizativa, que contempla variables como nivel de organización, existencia de estructuras colectivas, articulación entre actores y mecanismos de gobernanza.

Dimensión sociodemográfica, que integra variables como la edad, experiencia productiva, nivel de escolaridad y relevo generacional, las cuales inciden en la continuidad de la actividad cafetalera y en la adopción de innovaciones.

Dimensión productivo-ambiental, que considera variables asociadas al manejo del cultivo, uso de insumos, productividad y prácticas de conservación de los

recursos naturales, las cuales determinan tanto el desempeño productivo como la sostenibilidad ambiental del sistema.

5.4.4 Aplicación de la Metodología de Sistemas Suaves (MSS)

El estudio siguió las etapas clásicas de la MSS: (i) exploración de la situación problemática no estructurada; (ii) construcción de una visión rica que represente actores, tensiones e interdependencias; (iii) formulación de la definición raíz; (iv) elaboración de un modelo conceptual del sistema de actividad humana derivado de la definición raíz; (v) comparación entre modelos conceptuales y dinámica empírica observada, y (vi) identificación de cambios sistémicamente deseables y culturalmente factibles. El concepto de transición restringida operó como lente analítico preliminar y fue refinado a partir de la evidencia empírica.

5.4.5 Estrategia analítica

Las entrevistas fueron transcritas y analizadas mediante codificación temática orientada a dimensiones económicas, organizativas, sociodemográficas y productivo-ambientales. A partir de patrones recurrentes en los discursos de los actores, se identificaron relaciones causales entre variables del sistema, las cuales fueron sintetizadas en un diagrama de bucles causales (Causal Loop Diagram, CLD) utilizando el software Vensim® PLE (Ventana Systems Inc.). El CLD se empleó como herramienta heurística para representar interdependencias cualitativas entre variables y reconocer mecanismos de retroalimentación autorreforzada y compensatoria que condicionan la capacidad de transformación del sistema.

Este proceso permitió identificar configuraciones estructurales y factores condicionantes que no fueron definidos a priori, sino que emergieron de la interacción entre variables, en congruencia con el enfoque sistémico. Asimismo, facilitó vincular la evidencia empírica con la interpretación sistémica, fortaleciendo la coherencia metodológica y el análisis de las dinámicas de transición hacia la sostenibilidad.

5.4.6 Criterios de rigor

El rigor analítico se sustentó en la triangulación territorial y funcional de los actores entrevistados, así como en la coherencia entre visión rica, definición raíz, modelo conceptual y diagrama causal. Dado el carácter cualitativo del estudio, el propósito no fue la generalización estadística, sino la estructuración analítica de interdependencias sistémicas en el sistema cafetalero.

5.5 RESULTADOS

Los resultados se presentan siguiendo las etapas analíticas de la MSS. Primero se describe la situación problemática identificada en el trabajo de campo, posteriormente se sintetiza en una visión rica del sistema, se formula la definición raíz mediante el esquema CATWOE (Customers, Actors, Transformation, Weltanschauung, Owners y Environmental constraints), se construye el modelo conceptual, después se compara el modelo conceptual con la dinámica empírica mediante un diagrama de bucles causales, y finalmente se identifican los cambios sistémicamente deseables y culturalmente factibles.

5.5.1 Situación problemática no estructurada del sistema alimentario cafetalero

El sistema alimentario cafetalero presentó limitaciones persistentes en los ámbitos comercial, organizativo, económico y demográfico. Aunque se identificaron iniciativas de mejora productiva y comercial, su alcance fue variable y no lograron consolidarse de manera integrada en todos los casos.

En la dimensión comercial, la mayoría de los productores vendió café en cereza o pergamino a intermediarios locales o empresas vinculadas a mercados internacionales. El precio recibido se determinó principalmente con base en referencias externas, particularmente la cotización internacional del café. Diversos entrevistados señalaron que, aunque reconocen que el canal convencional ofrece precios menores que algunos mercados diferenciados, continúan utilizándolo debido a la liquidez inmediata que proporciona y a su presencia directa en las comunidades.

En algunos casos, la relación con intermediarios incluyó esquemas informales de financiamiento, como adelantos de pago o crédito para insumos. Esta situación reforzó la dependencia del canal convencional de comercialización y limitó la capacidad de los productores para explorar alternativas de venta. Incluso en organizaciones consolidadas, la venta directa a menudo coexistió con el canal convencional, especialmente para volúmenes de café que no cumplieron con los estándares requeridos por mercados diferenciados.

En la dimensión organizativa, se identificó la presencia de cooperativas y organizaciones regionales con distintos niveles de consolidación institucional. No obstante, la acción colectiva se describió como intermitente y, en varios casos, dependiente de liderazgos específicos. En diversas localidades predominó la acción individual, lo que limitó la capacidad de coordinación territorial y negociación colectiva.

En el plano económico-productivo, los entrevistados señalaron que la rentabilidad del cultivo condiciona la capacidad de inversión en renovación de cafetales, infraestructura de procesamiento y mejora de calidad. La adopción de prácticas agroecológicas, procesos de certificación o trazabilidad fue percibida como deseable, pero frecuentemente limitada por los costos asociados y por la incertidumbre respecto al precio final recibido.

En la dimensión sociodemográfica, se mencionaron procesos de envejecimiento de los productores, migración juvenil y reducción de mano de obra disponible. La actividad cafetalera compitió con alternativas laborales percibidas como más rentables o estables, lo que incide en la continuidad generacional y en la disponibilidad de trabajo durante periodos críticos como la cosecha.

En relación con la dimensión ambiental-productiva, los entrevistados señalaron presiones asociadas a plagas, enfermedades, variabilidad climática y fluctuaciones en los rendimientos. La capacidad de adaptación frente a estos factores se encontró vinculada a la disponibilidad de recursos económicos y organizativos.

En conjunto, la situación problemática se caracterizó por la coexistencia de iniciativas de mejora productiva y comercial con limitaciones persistentes en rentabilidad, coordinación organizativa, relevo generacional y capacidad de adaptación al cambio climático del sistema productivo.

5.5.2 Situación problemática expresada (visión rica)

Con base en la evidencia empírica obtenida en las entrevistas, la situación problemática del sistema cafetalero se expresó como una configuración relacional en la que interactúan múltiples actores, intereses y restricciones estructurales. Esta comprensión inicial se sistematizó mediante una visión rica del sistema (Figura 12).

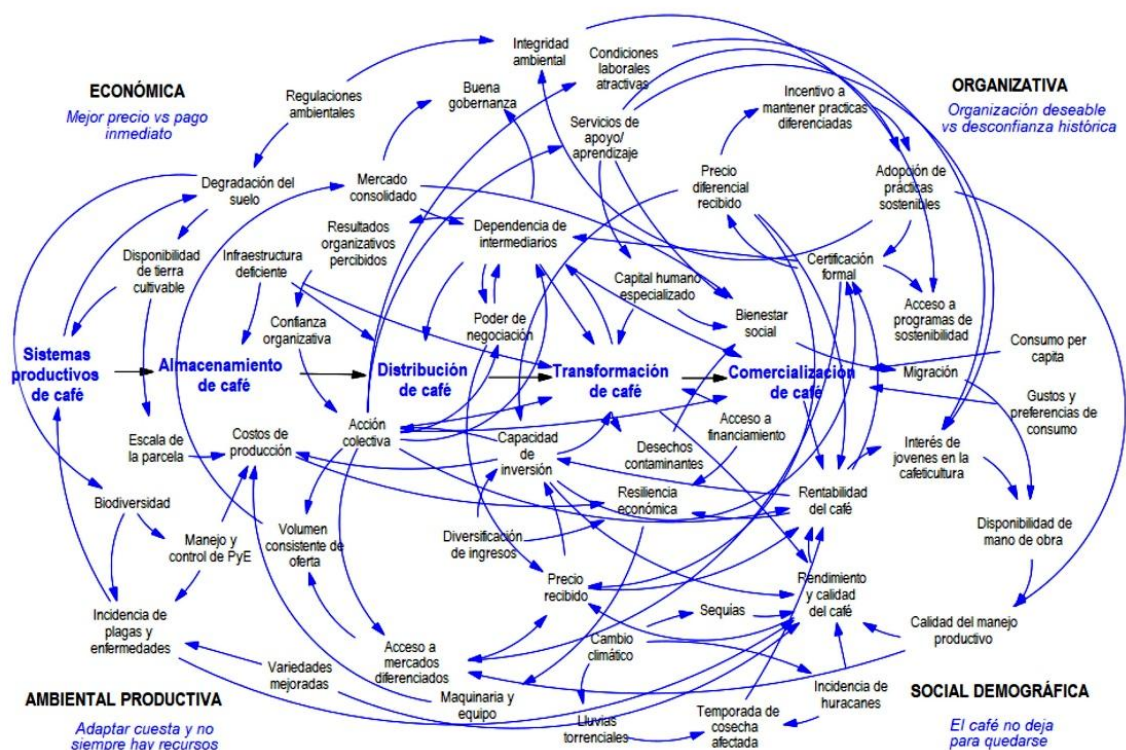


Figura 12. Situación problemática expresada en la visión rica del sistema alimentario cafetalero en el sur-centro de México.

La Figura 12 sintetiza esta estructura sistémica al representar las principales variables y relaciones identificadas, organizadas en cuatro dimensiones interdependientes: económica, organizativa, sociodemográfica y productivo-ambiental. Esta representación permite visualizar las interdependencias y mecanismos de retroalimentación que condicionan la dinámica del sistema cafetalero.

Dimensión económica. Los pequeños productores se encontraron insertos en un mercado global caracterizado por volatilidad de precios y determinación externa de las cotizaciones. La necesidad de liquidez inmediata y el acceso limitado a capital de trabajo fortalecieron la dependencia de intermediarios locales como principal canal de comercialización.

Dimensión organizativa. Se identificó la presencia de cooperativas y organizaciones con distintos niveles de consolidación institucional. Aunque algunas organizaciones han logrado desarrollar estrategias comerciales diferenciadas, la coordinación colectiva se describió como heterogénea y en varios casos dependió de liderazgos específicos y de la confianza entre los miembros, que limitaron la estabilidad de estrategias comerciales y productivas de largo plazo.

Dimensión social-demográfica. Se identificaron procesos de envejecimiento de productores, migración juvenil y reducción de mano de obra disponible, factores que inciden en la continuidad generacional de la actividad cafetalera.

Dimensión ambiental-productiva. Se identificaron presiones asociadas a plagas, enfermedades, variabilidad climática y exigencias crecientes de calidad. La capacidad de adaptación frente a estos factores se encontró condicionada por la disponibilidad de recursos económicos, asistencia técnica y capacidades organizativas.

Las cuatro dimensiones mostraron relaciones de interdependencia. La baja rentabilidad limitó la inversión productiva; la inversión restringida afectó la mejora de calidad y la capacidad de negociación comercial; y la fragmentación organizativa redujo la coordinación colectiva necesaria para acceder a mercados diferenciados.

La visión rica también evidenció diferentes formas de comprender la actividad cafetalera entre los actores, incluyendo el café como actividad de subsistencia, como mercancía inserta en mercados globales, como producto territorial diferenciado y como espacio de prácticas agroecológicas.

5.5.3 Definición raíz del sistema

Con base en la visión rica se formuló una definición raíz del sistema mediante el esquema CATWOE, con el fin de identificar los elementos estructurales que configuran la dinámica del sistema alimentario cafetalero.

Clientes (C). Se identificaron como principales beneficiarios o afectados a los productores de pequeña escala y sus familias, así como a las comunidades rurales cuya economía depende de la cafecultura. También se consideraron las organizaciones locales que buscan mejorar su inserción en la cadena de valor.

Actores (A). Incluyeron productores, cooperativas, intermediarios, empresas compradoras y exportadoras, tostadores locales e instituciones públicas o de apoyo técnico.

Transformación (T). Se definió como el tránsito desde un sistema alimentario cafetalero caracterizado por dependencia comercial, fragmentación organizativa y limitaciones financieras hacia una estructura más articulada, con mejores condiciones de negociación y mayor capacidad de captura de valor en origen.

Cosmovisión (W). La visión del mundo que sustenta esta transformación parte de que la sostenibilidad del sistema cafetalero no depende únicamente de mejoras productivas, sino también de cambios en las relaciones organizativas y comerciales.

Propietarios (O). Se identificaron empresas exportadoras, compradores internacionales, intermediarios con control territorial de acopio, grandes tostadores, así como, liderazgos organizativos e instituciones públicas que pueden incidir en los procesos de cambio.

Restricciones ambientales (E). Entre las restricciones del entorno se identificaron la volatilidad del precio internacional del café, la necesidad de liquidez inmediata, las limitaciones de capital de trabajo, la variabilidad climática y las trayectorias organizativas previas que influyen en los niveles de confianza.

A partir de estos elementos, la *definición raíz* del sistema se formuló como: Un sistema de actividad humana organizado por productores, organizaciones y

actores comerciales que busca transformar una producción cafetalera caracterizada por dependencia comercial, fragmentación organizativa y restricciones financieras hacia una estructura mejor articulada, con mayor capacidad de captura de valor en origen y sostenibilidad económica, organizativa y socioambiental.

5.5.4 Modelo conceptual del sistema

A partir de la definición raíz formulada, se elaboró un modelo conceptual que representa el conjunto de actividades necesarias para materializar la transformación sostenible del sistema cafetalero (Figura 13). El modelo conceptual integró cuatro dimensiones interdependientes: reconfiguración comercial, fortalecimiento organizativo, viabilidad socioeconómica y adaptación productivo-ambiental (capacidad de adaptación al cambio climático).

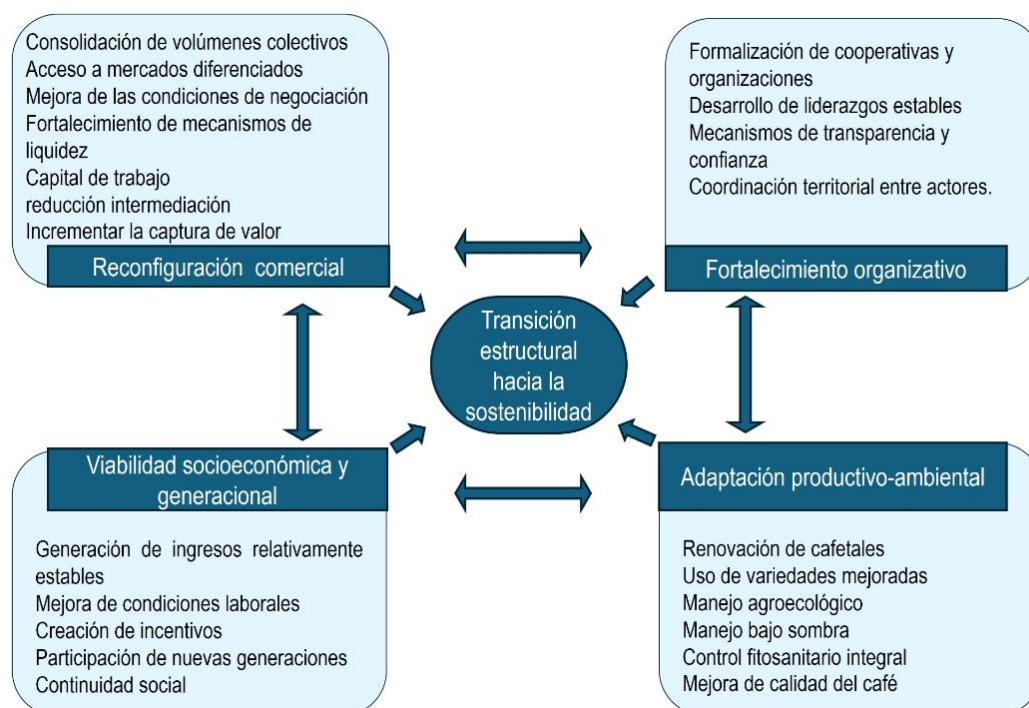


Figura 13. Modelo conceptual del sistema de actividades necesarias para fortalecer la captura de valor y la articulación organizativa en el sistema cafetalero.

Reconfiguración comercial. Incluyó la consolidación de volúmenes colectivos, el acceso a mercados diferenciados, la mejora de las condiciones de negociación, el fortalecimiento de mecanismos de liquidez y capital de trabajo, y la reducción relativa de la intermediación, orientados a incrementar la captura de valor en origen.

Fortalecimiento organizativo. Contempló la formalización institucional de cooperativas y organizaciones locales, el desarrollo de liderazgos estables, la implementación de mecanismos internos de transparencia y confianza, y la coordinación territorial entre actores. Estas actividades se consideraron fundamentales para sostener procesos productivos y comerciales coordinados.

Viabilidad socioeconómica y generacional. Incluyó la generación de ingresos relativamente estables, la mejora de condiciones laborales y la creación de incentivos para la participación de nuevas generaciones en la actividad cafetalera. La continuidad social del sistema se consideró condición necesaria para su sostenibilidad.

Adaptación productivo-ambiental. Incorporó la renovación de cafetales, el manejo agroecológico y bajo sombra, el control fitosanitario coordinado y la mejora de calidad del producto. Estas actividades se vincularon con la capacidad técnica, económica y organizativa disponible.

El modelo conceptual plantea la estructura integrada de actividades necesarias para avanzar hacia una configuración más articulada del sistema cafetalero. El fortalecimiento organizativo facilita la coordinación comercial; las mejoras comerciales influyen en la rentabilidad; la rentabilidad permite inversión productiva; y esta impacta en la calidad, el acceso a mercados y la continuidad generacional.

5.5.5 Comparación entre el modelo conceptual y dinámica empírica

Con el fin de contrastar el modelo conceptual con la dinámica empírica observada en el trabajo de campo, se elaboró un diagrama de bucles causales que permitió representar las brechas estructurales entre el sistema deseable y la dinámica observada (Figura 14). A través de esta formalización fue posible identificar mecanismos de retroalimentación que ayudan a explicar por qué las actividades planteadas en el modelo conceptual no logran consolidarse de manera integrada en la dinámica real del sistema.

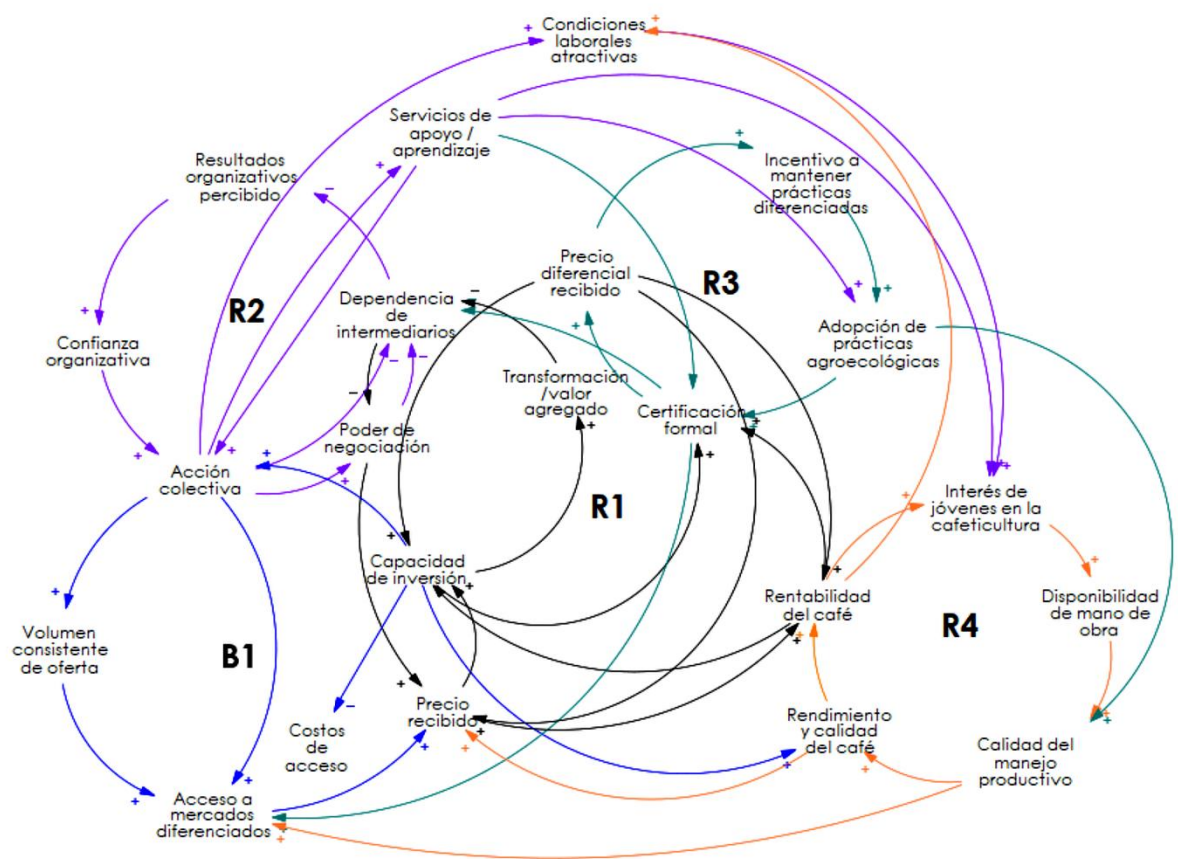


Figura 14. Diagrama de bucles causales del sistema alimentario cafetalero. Los bucles reforzadores (R) y de balance (B) permiten explicar las brechas entre el modelo conceptual y la dinámica observada del sistema.

Brecha de viabilidad económica. El modelo conceptual plantea que la mayor rentabilidad permitiría sostener procesos de inversión productiva y mejora de calidad. Sin embargo, la evidencia empírica mostró que la rentabilidad percibida por los productores suele ser limitada. El bucle R1 evidencia una secuencia autorreforzada en la que bajos ingresos restringen la inversión en renovación de cafetales, certificación e infraestructura productiva. La inversión limitada reduce las posibilidades de mejora de calidad y acceso a mercados diferenciados, lo que

mantiene bajos los ingresos y reproduce la condición inicial de rentabilidad reducida.

De esta forma, el sistema tiende a estabilizarse en una dinámica de baja acumulación de capital productivo. Esta secuencia genera una brecha entre la necesidad de inversión planteada en el modelo conceptual y la capacidad real de los productores para sostener procesos de mejora productiva y comercial.

Brecha de articulación organizativa. El modelo conceptual plantea que la consolidación organizativa permitiría mejorar la coordinación colectiva, fortalecer la negociación comercial y facilitar el acceso a mercados diferenciados. No obstante, la evidencia empírica mostró que la articulación organizativa suele ser heterogénea y, en muchos casos, intermitente.

El bucle R2 evidencia una dinámica en la que la fragmentación organizativa limita la consolidación de volúmenes colectivos y reduce el poder de negociación frente a compradores e intermediarios. Cuando los resultados de la acción colectiva son percibidos como limitados, la disposición de los productores a participar en procesos organizativos tiende a disminuir, lo que reproduce nuevamente la fragmentación inicial. Esta dinámica genera una brecha entre el fortalecimiento organizativo requerido por el modelo conceptual y la capacidad real de coordinación colectiva observada en el sistema.

Brecha de escalamiento de la diferenciación. El modelo conceptual plantea que el acceso a mercados diferenciados permitiría mejorar las condiciones de comercialización y aumentar la captura de valor en origen. Sin embargo, la

evidencia empírica mostró que estas estrategias suelen coexistir con el canal convencional de comercialización.

El bucle R3 muestra que la necesidad de liquidez inmediata y la heterogeneidad en la calidad del café mantienen la utilización del mercado convencional como principal mecanismo de venta. De manera complementaria, el bucle B1 indica que el acceso a mercados diferenciados puede generar mejoras en el precio recibido y en la rentabilidad en determinados casos. No obstante, este efecto se encuentra condicionado por los costos de certificación, los requisitos técnicos y la dependencia parcial del canal convencional. En consecuencia, la diferenciación comercial opera con alcance limitado y no logra consolidarse como mecanismo dominante de inserción en la cadena, generando una brecha entre el potencial de los mercados diferenciados y su capacidad real de escalamiento en el sistema.

Brecha de viabilidad sociodemográfica. El modelo conceptual plantea que la sostenibilidad del sistema requiere condiciones socioeconómicas que favorezcan la permanencia generacional en la actividad cafetalera. Sin embargo, la evidencia empírica mostró procesos de envejecimiento de los productores, migración juvenil y reducción de la disponibilidad de mano de obra.

El bucle R4 evidencia una dinámica en la que la rentabilidad limitada del cultivo reduce el interés de las nuevas generaciones por permanecer en la actividad. La disminución de mano de obra afecta el manejo del cultivo y la calidad del café, lo que repercute nuevamente en los ingresos generados por la actividad. Esta

secuencia refuerza la reducción del atractivo económico de la cafecultura y limita la continuidad generacional, generando una brecha entre las condiciones necesarias para la reproducción social del sistema y la dinámica sociodemográfica observada.

A partir de las dimensiones que conforman el modelo conceptual y su contraste con la dinámica empírica se identifican un conjunto de brechas que abordan la mayoría de las dimensiones. En conjunto, los bucles identificados muestran que las dimensiones económicas, organizativas, comerciales y sociodemográficas del sistema cafetalero se encuentran interrelacionadas mediante mecanismos de retroalimentación que tienden a estabilizar la configuración actual del sistema. Estas interdependencias explican por qué las mejoras productivas, organizativas o comerciales no logran consolidarse de manera simultánea, generando las condiciones estructurales que caracterizan al sistema como una transición restringida.

5.5.6 Cambios sistémicamente deseables y culturalmente factibles.

A partir de la comparación entre el modelo conceptual y la dinámica empírica formalizada en el diagrama causal, se identificaron posibles líneas de cambio orientadas a modificar las interdependencias observadas en el sistema cafetalero. Estos cambios se consideraron sistémicamente deseables en relación con la definición raíz y culturalmente factibles en función de las capacidades y restricciones identificadas en el trabajo de campo.

Reducción de la vulnerabilidad de liquidez. La necesidad de liquidez inmediata se identificó como un elemento clave para disminuir la dependencia del canal convencional de comercialización. El fortalecimiento de mecanismos de capital de trabajo vinculados a organizaciones locales, tales como fondos rotatorios o esquemas de financiamiento colectivo, podrían ampliar las alternativas de comercialización disponibles.

Consolidación organizativa gradual. Aparece como condición necesaria para mejorar la coordinación colectiva y fortalecer el poder de negociación. Procesos progresivos de formalización institucional, liderazgo estable y mecanismos de transparencia interna pueden contribuir a mejorar la articulación territorial.

Integración parcial estratégica en mercados diferenciados. La combinación entre volúmenes consolidados y acceso parcial a mercados diferenciados podría permitir estabilizar ingresos y fortalecer la posición comercial sin abandonar completamente los canales tradicionales.

Incentivos para continuidad generacional. Mediante estrategias que vinculen rentabilidad, valor agregado territorial y participación de jóvenes en la actividad cafetalera, pueden contribuir a fortalecer la reproducción social del sistema cafetalero.

En conjunto, estos cambios no se plantean como transformaciones inmediatas, sino como posibles ajustes incrementales orientados a modificar gradualmente las interdependencias identificadas en el sistema.

5.6 DISCUSIÓN

5.6.1 Persistencia del bloqueo estructural del sistema alimentario cafetalero

Los resultados de este estudio sugieren que las limitaciones del sistema alimentario cafetalero no pueden explicarse únicamente por factores productivos o tecnológicos. Aunque diversas investigaciones han documentado procesos de innovación productiva y adaptación al cambio climático en sistemas cafetaleros de América Latina (Harvey et al., 2021; Pérez-Vázquez et al., 2024; Quiroz Guerrero et al., 2024), el análisis realizado indica que dichas innovaciones suelen desarrollarse dentro de configuraciones estructurales que reproducen dependencia comercial y baja captura de valor en origen. En este sentido, los hallazgos confirman que la sostenibilidad del sistema cafetalero no depende exclusivamente de mejoras técnicas, sino de las interdependencias económicas, organizativas y comerciales que estructuran su dinámica.

Los bucles causales identificados mostraron que dimensiones económicas, organizativas, comerciales y sociodemográficas interactúan mediante mecanismos de retroalimentación que dificultan la transformación estructural del sistema. En particular, la baja rentabilidad limita la capacidad de inversión productiva, la fragmentación organizativa reduce el poder de negociación colectiva y la dependencia del mercado convencional restringe el escalamiento de estrategias de diferenciación comercial. Estas dinámicas coinciden con estudios que señalan que la inserción de pequeños productores en cadenas agroalimentarias globales suele caracterizarse por asimetrías en la distribución

de valor y capacidad limitada de negociación (Gereffi et al., 2006; Ponte, 2002). En este contexto, las dinámicas observadas en el sistema cafetalero pueden interpretarse como configuraciones de bloqueo estructural que estabilizan determinadas formas de organización económica dentro de la cadena de valor, limitando la capacidad de los productores para modificar su posición dentro del sistema.

5.6.2 Innovación parcial y límites de la transformación

Uno de los hallazgos centrales es la coexistencia entre iniciativas de innovación y persistencia de estructuras dominantes de comercialización. La presencia de cooperativas activas, estrategias de diferenciación comercial y procesos de mejora productiva indican que el sistema no se encuentra en una situación de estancamiento absoluto. Sin embargo, estas innovaciones operan de manera parcial y no logran modificar simultáneamente dimensiones que estructuran el funcionamiento del sistema.

Este patrón coincide con la literatura sobre transiciones sociotécnicas, que señala que la emergencia de innovaciones en nichos no necesariamente conduce a la transformación del régimen dominante cuando persisten configuraciones institucionales y económicas que estabilizan las estructuras existentes (Geels, 2019; Wigboldus & Jochemsen, 2021).

Estudios recientes han documentado la resiliencia y adaptación de los agroecosistemas cafetaleros mexicanos frente a presiones climáticas y fitosanitarias (Calvillo-Arriola & Sotelo-Navarro, 2024; Quiroz Guerrero et al.,

2022, 2024), así como avances en evaluaciones ambientales como análisis de ciclo de vida y huella hídrica (Calvillo-Arriola & Sotelo-Navarro, 2024). Los resultados de este estudio no contradicen estas evidencias, pero sugieren que la adaptación productivo-ambiental se encuentra condicionada por la rentabilidad y la capacidad de inversión de los productores. En ausencia de estabilidad financiera, las mejoras ambientales tienden a mantenerse en escalas limitadas.

5.6.3 Dependencia comercial y gobernanza

La persistencia del canal convencional de comercialización, aun en presencia de estrategias de diferenciación, se alinea con análisis previos sobre gobernanza en redes de café sostenible. Renard (2022) señala que los esquemas de certificación y estándares globales pueden generar mejoras relativas para los productores, pero no necesariamente alteran las asimetrías estructurales que organizan la captura de valor en la cadena.

Investigaciones sobre cooperativas orgánicas exportadoras han mostrado que la sostenibilidad depende tanto de la gobernanza interna de las organizaciones como de las condiciones externas de mercado (Jiménez-Ortega et al., 2022; 2026). Los resultados del presente estudio sugieren que la dependencia comercial persiste incluso cuando existen estrategias de diferenciación, lo que refuerza la idea de que dichas estrategias tienden a operar como complemento del canal convencional más que como sustituto estructural.

La heterogeneidad organizativa observada en el sistema coincide con investigaciones que analizan los desafíos de gestión y liderazgo en cooperativas

cafetaleras mexicanas (Velandia et al., 2023). En este sentido, la consolidación institucional aparece como una condición clave para sostener estrategias comerciales diferenciadas y fortalecer la confianza interna entre los miembros de las organizaciones. Adicionalmente, estudios sobre conocimiento tradicional y manejo agroecológico destacan la importancia de la articulación entre saber local e institucionalización organizativa (Ávila-Bello et al., 2023; Contreras-Medina et al., 2024). Cuando esta articulación es débil o intermitente, las estrategias colectivas tienden a fragmentarse, limitando su impacto estructural.

5.6.4 Transición restringida en sistemas agroalimentarios de pequeña producción

Los resultados respaldan la noción de transición restringida planteada en este estudio para describir trayectorias de cambio en las cuales emergen innovaciones productivas, organizativas o comerciales sin que estas logren modificar de manera sustantiva las relaciones estructurales que organizan el sistema. A diferencia del estancamiento absoluto, la transición restringida implica la existencia de procesos de cambio y experimentación; sin embargo, estos cambios se desarrollan dentro de configuraciones institucionales y económicas que limitan su capacidad de escalar y consolidarse. En este sentido, el sistema presenta dinamismo e innovación, pero permanece condicionado por interdependencias estructurales que estabilizan el régimen dominante.

Este planteamiento se relaciona con la literatura sobre lock-in estructural en sistemas sociotécnicos (Geels, 2019), la cual señala que los sistemas productivos pueden incorporar innovaciones sin modificar sustancialmente las

estructuras económicas e institucionales que sostienen el régimen dominante (Levidow et al., 2014; Wigboldus & Jochemsen, 2021). En contextos de pequeña producción insertos en mercados globales, estas dinámicas suelen generar impactos diferenciados entre productores, agravando la vulnerabilidad de aquellos con menor acceso a recursos productivos y capacidades de adaptación (Campbell, 2021; Guerrero-Carrera & Hernández-Flores, 2024; Siles et al., 2022)

En conjunto, estos hallazgos coinciden con investigaciones que señalan que la sostenibilidad de la cafeticultura mexicana se encuentra atravesada por tensiones entre cultura productiva local, inserción en mercados globales y gobernanza territorial (Gómez-Velázquez et al., 2023; Morandin et al., 2023). En este sentido, la estabilidad observada no implica inmovilidad, sino la absorción parcial de innovaciones dentro de configuraciones relativamente estables que tienden a reproducir las relaciones existentes de producción, mercado y acceso a recursos.

5.6.5 Implicaciones para la sostenibilidad de sistemas cafetaleros

Los resultados de este estudio sugieren que las estrategias centradas exclusivamente a mejorar productividad, calidad o certificación pueden resultar insuficientes para transformar las condiciones estructurales del sistema cafetalero. Aunque estas iniciativas pueden generar mejoras puntuales, su impacto se ve limitado cuando persisten configuraciones organizativas y comerciales que restringen la capacidad de negociación de los productores.

En este sentido, la sostenibilidad del sistema cafetalero parece depender no solo de innovaciones productivas, sino también de procesos de articulación organizativa, gobernanza territorial y fortalecimiento de capacidades colectivas que permitan modificar gradualmente las condiciones de inserción en la cadena de valor. Desde esta perspectiva, los cambios identificados como culturalmente factibles pueden interpretarse como ajustes incrementales orientados a modificar las interdependencias que sostienen los mecanismos de bloqueo estructural del sistema.

5.7 CONCLUSIONES

El análisis del sistema agroalimentario cafetalero del sur-centro de México mostró que la problemática del sector no se explica por déficits técnicos aislados, sino por configuraciones relacionales que reproducen dependencia comercial, restricción financiera y fragmentación organizativa. La evidencia empírica permitió identificar interdependencias autorreforzadas que estabilizan el régimen dominante de captura de valor, incluso en presencia de iniciativas de diferenciación comercial, certificación y adaptación al cambio climático de los sistemas productivos.

El sistema no se encuentra en una situación de estancamiento absoluto; existen nichos de innovación y aprendizaje organizativo y estrategias de mejora productiva. No obstante, dichas innovaciones operan de manera parcialmente desacoplada y no alcanzan la articulación simultánea necesaria para reconfigurar las condiciones estructurales de negociación, rentabilidad y reproducción social. En este sentido, el sistema presenta una transición restringida, entendida como

una trayectoria de cambio donde emergen innovaciones productivas y organizativas, pero estas permanecen contenidas dentro de configuraciones estructurales que limitan su capacidad de transformar el régimen dominante.

En este sentido intervenciones centradas exclusivamente en productividad o certificación resultan insuficientes si no se modifican simultáneamente las interdependencias que vinculan liquidez, organización colectiva y captura de valor en la cadena. Esto implica la necesidad de estrategias integrales que articulen instrumentos financieros, fortalecimiento organizativo y mecanismos comerciales orientados a mejorar la posición de los productores dentro del sistema.

En consecuencia, la transición hacia sistemas agroalimentarios cafetaleros más sostenibles depende menos de innovaciones tecnológicas aisladas y más de la reconfiguración estratégica de las dinámicas relacionales que estructuran la inserción de los productores en la cadena de valor. Este estudio aporta elementos analíticos que pueden contribuir al diseño de estrategias de desarrollo territorial y gobernanza de cadenas de valor en sistemas agroalimentarios dominados por pequeña producción.

5.8 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Este estudio se basó en un número limitado de entrevistas y busca analizar las interdependencias del sistema más que generalizar estadísticas; futuras investigaciones podrían ampliar el análisis con enfoques longitudinales, modelación cuantitativa o comparaciones regionales.

5.9 LITERATURA CITADA

- Alonso-Adame, A., Van Meensel, J., Marchand, F., Van Passel, S., & Farahbakhsh, S. (2024). Sustainability transitions in agri-food systems through the lens of agent-based modeling: a systematic review. *Sustainability Science*, 19(6), 2101–2118. <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01551-0>
- Ávila-Bello, C. H., Hernández-Romero, Á. H., Vázquez-Luna, D., Lara-Rodríguez, D. A., Martínez-Jerónimo, A., Meneses-García, B. N., & Sánchez-Sandoval, X. M. (2023). Design of complex agroecosystems: traditional and formal knowledge to conserve agrobiodiversity in the Santa Marta Mountains, Veracruz, México. *Environment, Development and Sustainability*, 26(3), 7129–7161. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03002-9>
- Béné, C., Fanzo, J., Haddad, L., Hawkes, C., Caron, P., Vermeulen, S., Herrero, M., & Oosterveer, P. (2020). Five priorities to operationalize the EAT–Lancet Commission report. *Nature Food*, 1(8), 457–459. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0136-4>
- Béné, C., Fanzo, J., Prager, S. D., Achicanoy, H. A., Mapes, B. R., Alvarez Toro, P., & Bonilla Cedrez, C. (2020). Global drivers of food system (un)sustainability: A multi-country correlation analysis. *PLOS ONE*, 15(4), e0231071. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231071>
- Britos, S. (2015). *La calidad de la dieta infantil y los entornos alimentarios: factores clave hacia una nutrición más saludable* (Vol. 3).
- Brock, S. (2023). What is a food system? Exploring enactments of the food system multiple. *Agriculture and Human Values*, 40(3), 799–813. <https://doi.org/10.1007/s10460-023-10457-z>
- Bustamante, M., Rillo, C., Niang, I., Baker, L., & Vidueira, P. (2024). Harvesting insights for transformation: Developing and testing a participatory food systems modeling framework in Southern Senegal's poultry system. *Agricultural Systems*, 217, 103941. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.103941>
- Calvillo-Arriola, A. E., & Sotelo-Navarro, P. X. (2024). A step towards sustainability: life cycle assessment of coffee produced in the indigenous community of Ocotepec, Chiapas, Mexico. *Discover Sustainability*, 5(1), 17. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00194-6>
- Campbell, D. (2021). Environmental change and the livelihood resilience of coffee farmers in Jamaica: A case study of the Cedar Valley farming region. *Journal of Rural Studies*, 81, 220–234. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.10.027>
- Campos, J.-A., Murga, N. L., Rituay, P.-A., & García, L. M. (2021). Sostenibilidad del café: revisión sistemática de la literatura. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(95), 943–961. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.95.30>
- CEDRSSA. (2014). *Producción y mercado de café en el mundo y en México*. <https://bestteneverything.com/top-ten-most-traded-commodities/>.

- Checkland, P., & Poulter, J. (2020). Soft Systems Methodology. In *Systems Approaches to Making Change: A Practical Guide* (pp. 201–253). Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7472-1_5
- Chopin, P., Mubaya, C. P., Descheemaeker, K., Öborn, I., & Bergkvist, G. (2021). Avenues for improving farming sustainability assessment with upgraded tools, sustainability framing and indicators. A review. In *Agronomy for Sustainable Development* (Vol. 41, Issue 2). <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00674-3>
- Clancy, K. (2022). The origins, definitions and differences among concepts that underlie food systems modeling. In A. Press. (Ed.), *Food Systems Modelling* (pp. 13–36). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822112-9.00005-9>
- COMCAFE, & ECOSUR. (2004). *Plan estatal de manejo agroecológico del café en Chipas Guía hacia una cafecultura sustentable*.
- Contreras-Medina, D. I., Contreras-Medina, L. M., & Cerroblanco-Vázquez, V. (2024). Sustainable Agriculture Management: Environmental, Economic and Social Conjunctures for Coffee Sector in Guerrero, via Traditional Knowledge Management. *Sustainability*, 16(16), 6864. <https://doi.org/10.3390/su16166864>
- Contreras-Medina, D. I., Contreras-Medina, L. M., Pardo-Núñez, J., Olvera-Vargas, L. A., & Rodríguez-Peralta, C. M. (2020). Roadmapping as a Driver for Knowledge Creation: A Proposal for Improving Sustainable Practices in the Coffee Supply Chain from Chiapas, Mexico, Using Emerging Technologies. *Sustainability*, 12(14), 5817. <https://doi.org/10.3390/su12145817>
- Córdoba-Mora, Y. R., Lima-Solano, M., Gómez-Merino, F. C., Díaz-Porras, R. A., Contreras-Oliva, A., & Morales-Ramos, V. (2025). Key Concepts Used in Climate Change Mitigation Strategies in the Coffee Sector. *Sustainability*, 17(17), 7848. <https://doi.org/10.3390/su17177848>
- Dasgupta, S., & Roy, I. (2011). *Good agricultural governance. A resource guide focused on smallholder crop production*. FAO.
- Du Pisani, J. A. (2007). Sustainable development – historical roots of the concept. *Environmental Sciences*, 3(2), 86–93. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15693430600688831>
- Eliasson, K., Wiréhn, L., Neset, T.-S., & Linnér, B.-O. (2022). Transformations towards sustainable food systems: contrasting Swedish practitioner perspectives with the European Commission's Farm to Fork Strategy. *Sustainability Science*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01174-3>
- Ericksen, P. J. (2008). Conceptualizing food systems for global environmental change research. *Global Environmental Change*, 18(1), 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.09.002>

- FAO. (2014). Sustainability Assessment of Food and Agricultural System: Guidelines. In *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <http://www.fao.org/nr/sustainability/sustainability-assessments-safa>
- FAO. (2017a). Reflexiones sobre el sistema alimentario y perspectivas para alcanzar su sostenibilidad en América Latina y el Caribe. *Oficina Regional Para América Latina y El Caribe de La Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura (FAO)*, 1, 20.
- FAO. (2017b). *The future of food and agriculture – Trends and challenges*.
- FAO. (2018). *Agriculture to Achieve the SDGs: 20 interconnected actions to guide decision-makers*. (F. and A. O. of the U. Nations (ed.)).
- FAO. (2019). *El sistema alimentario en México - Oportunidades para el campo mexicano en la agenda 2030 del Desarrollo Sostenible*.
- FAO. (2023). *FAOSTAT*. Datos de Cultivos y Productos de Ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Flores, F. (2015). La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas. *Revista Espacio I+D Innovación Más Desarrollo*, 4(7), 174–194. <https://doi.org/10.31644/IMASD.7.2015.a07>
- Forrester, J. W. (1997). Industrial Dynamics. *Journal of the Operational Research Society*, 48(10), 1037–1041. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600946>
- Fraj, E., & Martínez, E. (2002). *Comportamiento del consumidor ecológico*. Esic Editorial.
- Geels, F. W. (2019). Socio-technical transitions to sustainability: a review of criticisms and elaborations of the Multi-Level Perspective. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 39, 187–201. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.06.009>
- Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2006). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), 78–104. <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>
- Giacobone, G., Castronuovo, L., Tiscordia, V., & Allimandi, L. (2018). Análisis de la cadena de suministro de frutas y verduras en Argentina. *Fundación Interamericana Del Corazón - Argentina*, 56. https://www.ficargentina.org/wp-content/uploads/2018/03/1812_CadenaValor.pdf
- Gómez-Velázquez, J., Vásquez-López, A., Regino-Maldonado, J., & Jurado-Celis, S. N. (2023). A review of local-scale agricultural sustainability in the coffee regions of Mexico. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 50(2). <https://doi.org/10.7764/ijanr.v50i2.2375>
- Guerrero-Carrera, J., & Hernández-Flores, J. A. (2024). Impacto del cambio climático en la producción de café en Veracruz bajo un enfoque Ricardiano. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 11(2). <https://doi.org/10.19136/era.a11n2.3896>

- Guerrero-Carrera, J., Hernández-Flores, J. A., & Jaramillo-Villanueva, J. L. (2025). DINÁMICA DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE *Coffea arabica* y *C. canephora* ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN TRES REGIONES DE MÉXICO. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 28(2). <https://doi.org/10.56369/tsaes.5822>
- Hanger-Kopp, S., Lemke, L. K.-G., & Beier, J. (2024). What qualitative systems mapping is and what it could be: integrating and visualizing diverse knowledge of complex problems. *Sustainability Science*, 19(3), 1065–1078. <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01497-3>
- Harvey, C. A., Pritts, A. A., Zwetsloot, M. J., Jansen, K., Pulleman, M. M., Armbrrecht, I., Avelino, J., Barrera, J. F., Bunn, C., García, J. H., Isaza, C., Munoz-Ucros, J., Pérez-Alemán, C. J., Rahn, E., Robiglio, V., Somarriba, E., & Valencia, V. (2021). Transformation of coffee-growing landscapes across Latin America. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(5), 62. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00712-0>
- Hasyimi, V., Putro, U. S., Novani, S., & Hendriadi, A. (2025). Critical systems thinking for managing complexity of food security. *Systems Research and Behavioral Science*, 42(6), 1731–1752. <https://doi.org/10.1002/sres.3088>
- HLPE. (2014). *Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*.
- HLPE. (2018). La nutrición y los sistemas alimentarios. *Informe Del Grupo de Alto Nivel de Expertos En Seguridad Alimentaria y Nutrición Del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial*, Roma, 172. <http://www.fao.org/3/I7846ES/i7846es.pdf%0Ahttp://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/informes/es/>
- Ingram, J. (2011). A food systems approach to researching food security and its interactions with global environmental change. *Food Security*, 3(4), 417–431. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0149-9>
- Jia, F., Shahzadi, G., Bourlakis, M., & John, A. (2024). Promoting resilient and sustainable food systems: A systematic literature review on short food supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 435, 140364. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140364>
- Jiménez-Ortega, A. D., Aguilar Ibarra, A., Galeana-Pizaña, J. M., & Núñez, J. M. (2022). Changes over Time Matter: A Cycle of Participatory Sustainability Assessment of Organic Coffee in Chiapas, Mexico. *Sustainability*, 14(4), 2012. <https://doi.org/10.3390/su14042012>
- Jiménez-Ortega, A. D., Cotler, H., Ibarra, A. A., & Núñez, J. M. (2026). Export-oriented organic coffee cooperatives' visions and strategies on sustainability. *Annals of Public and Cooperative Economics*. <https://doi.org/10.1111/apce.70040>
- Leon-Romero, L. P., Zamora-Polo, F., Luque-Sendra, A., Aguilar-Fernández, M.,

- & Francisco-Márquez, M. (2024). Characterisation and causal model of the holistic dynamics of the integral sustainability of the agri-food system. *PLOS ONE*, 19(6), e0305743. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305743>
- Levidow, L., Pimbert, M., & Vanloqueren, G. (2014). Agroecological Research: Conforming—or Transforming the Dominant Agro-Food Regime? *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38(10), 1127–1155. <https://doi.org/10.1080/21683565.2014.951459>
- Lima-Solano, M., Morales-Ramos, V., Gómez-Merino, F. C., Manson, R. H., Contreras-Oliva, A., & Díaz-Porras, R. A. (2025). COFFEE INNOVATION: GLOBAL TRENDS AND FUTURE PERSPECTIVES. *Agrociencia*, 1–15. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v59i6.3207>
- Lima, U. M., & Lee, K. (2023). Governance and Asymmetry in Global Value Chains of the Coffee Industry: Possibility for Catch-Up by Emerging Economies. *Seoul Journal of Economics*, 36(1), 79–111. <https://doi.org/10.22904/sje.2023.36.1.003>
- Mausch, K., Hall, A., Hambloch, C., Conti, C., Hauser, M., Abraham, S., Hammond, P., & Moallemi, E. A. (2025). Foundations of a learning system for food system transformation under uncertainty. *Food Security*, 17(6), 1669–1685. <https://doi.org/10.1007/s12571-025-01565-1>
- Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*, 5(1), 1653531. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>
- Moore, A., Charalampopoulos, D., Williams, A., & Schmidt Rivera, X. (2025). Incorporating circularity, sustainability, and systems thinking into an assessment framework for transformative food system innovation. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1502468>
- Morandin Ahuerma, I., Contreras Hernández, A., Ayala Ortiz, D. A., & Pérez Maqueo, O. (2023). La sustentabilidad y la cultura cafetalera mexicana. *Madera y Bosques*, 29(1), e2912132. <https://doi.org/10.21829/myb.2023.2912132>
- Muñoz-Rodríguez, M., Gómez-Pérez, D., Santoyo-Cortés, V. H., & Rosales-Lechuga, R. (2019). Los negocios del café. In *Universidad Autónoma Chapingo* (Primera ed). Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Pérez-Vázquez, A., Pérez-Sánchez, O., Lango-Reynoso, V., & Escamilla-Prado, E. (2024). El agroecosistema cafetalero: policultivo tradicional versus policultivo comercial en Chocamán, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(2), e3248. <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i2.3248>
- Perrin, A., Yannou-Le Bris, G., Angevin, F., & Pénicaud, C. (2023). Sustainability

- assessment in innovation design processes: place, role, and conditions of use in agrifood systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 43(1), 10. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00860-x>
- Ponte, S. (2002). The 'Latte Revolution'? Regulation, Markets and Consumption in the Global Coffee Chain. *World Development*, 30(7), 1099–1122. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(02\)00032-3](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(02)00032-3)
- Quiroz Guerrero, I., Pérez-Vázquez, A., Landeros Sánchez, C., Gallardo López, F., Velasco Velasco, J., & Benítez Badillo, G. (2024). Capacidad de resiliencia del agroecosistema café en Tezonapa, Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*, 55146. <https://doi.org/10.15517/am.2024.55146>
- Quiroz Guerrero, I., Pérez Vázquez, A., Landeros Sánchez, C., Gallardo López, F., Velasco Velasco, J., & Benítez Badillo, G. (2022). RESILIENCE OF COFFEE AGROECOSYSTEMS IN LIGHT OF CLIMATE CHANG. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(3). <https://doi.org/10.56369/tsaes.4161>
- Renard, M.-C. (2022). Values and the making of standards in 'sustainable' coffee networks: The case of 4C and Nestlé in México. *International Sociology*, 37(6), 758–776. <https://doi.org/10.1177/02685809221119289>
- Richey, L. A., & Ponte, S. (2021). Brand Aid and coffee value chain development interventions: Is Starbucks working aid out of business? *World Development*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105193>
- SADER. (2018). *Méx/SOvs. la roya del café*.
- SAGARPA & SIAP. (2018). Atlas Agroalimentario 2012-2018. In SIAP. www.gob.mx/siap
- Salazar, F., Cavazos, J., & Vargas, G. (2014). Logística humanitaria: Un enfoque del suministro desde las cadenas agroalimentarias. *Información Tecnológica*, 25(4), 43–50. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000400007>
- Sánchez Morales, L. P., & Valdés Rodríguez, O. A. (2025). Contribuciones y limitaciones de los bosques cafetaleros a la sustentabilidad en Coatepec, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 31. <https://doi.org/10.21829/myb.2025.312665>
- SIACON. (2023). *Sistema de Información Agroalimentaria de consulta*. Consultado En La Versión Electrónica.
- SIAP. (2022). *Panorama Agroalimentario 2022*.
- SIAP. (2026). *Avance de siembras y cosechas*. Producción Mensual Agrícola. https://nube.agricultura.gob.mx/avance_agricola/
- Siles, P., Cerdán, C. R., & Staver, C. (2022). Smallholder Coffee in the Global Economy—A Framework to Explore Transformation Alternatives of Traditional Agroforestry for Greater Economic, Ecological, and Livelihood Viability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6.

<https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.808207>

- Tendall, D. M., Joerin, J., Kopainsky, B., Edwards, P., Shreck, A., Le, Q. B., Kruetli, P., Grant, M., & Six, J. (2015). Food system resilience: Defining the concept. *Global Food Security*, 6, 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.08.001>
- Tinoco, J. A., Merino, A., Valdés-Velarde, E., & Escamilla-Prado, E. (2026). Carbon storage in coffee agroforestry systems: a bibliometric analysis and meta-analysis. *Agroforestry Systems*, 100(1), 5. <https://doi.org/10.1007/s10457-025-01389-0>
- Valdés-Rodríguez, O. A. (2025). Declaratorias de desastre y su afectación en los cultivos de temporal más valiosos de Veracruz. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 12(1). <https://doi.org/10.19136/era.a12n1.4015>
- Velandia, M., Trejo-Pech, C., Rodríguez-Padrón, B., Servín-Juárez, R., & Stripling, C. (2023). CHALLENGES AND MANAGERIAL STRATEGIES OF COFFEE COOPERATIVES FROM THE HUATUSCO REGION IN MEXICO: A LEADERS' PERSPECTIVE. *Agrociencia*. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i8.2741>
- Wigboldus, S., & Jochemsen, H. (2021). Towards an integral perspective on leveraging sustainability transformations using the theory of modal aspects. *Sustainability Science*, 16(3), 869–887. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00851-5>
- Wright, D. R., Bekessy, S. A., Lentini, P. E., Garrard, G. E., Gordon, A., Rodewald, A. D., Bennett, R. E., & Selinske, M. J. (2024). Sustainable coffee: A review of the diverse initiatives and governance dimensions of global coffee supply chains. *Ambio*, 53(7), 984–1001. <https://doi.org/10.1007/s13280-024-02003-w>
- Zou, T., Dawodu, A., Mangi, E., & Cheshmehzangi, A. (2022). General limitations of the current approach in developing sustainable food system frameworks. *Global Food Security*, 33(April), 100624. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100624>

6 CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

6.1 Discusión general

El análisis del SA cafetalero mexicano desde un enfoque de sostenibilidad multidimensional y pensamiento sistémico permitió identificar los factores estructurales que condicionan su funcionamiento y sus posibilidades de transición hacia modelos más sostenibles. A partir de la síntesis sistémica presentada en la Figura 12, se observa que la sostenibilidad del sistema no depende únicamente del desempeño productivo o ambiental de los sistemas de producción, sino de la interacción entre factores económicos, sociales, organizativos, institucionales y ecológicos que, en conjunto, configuran su dinámica.

La evaluación de la sostenibilidad evidenció una marcada heterogeneidad entre los sistemas productivos cafetaleros, asociada con diferencias en el acceso a recursos, condiciones sociodemográficas, gobernanza territorial, inserción en mercados y manejo de los agroecosistemas, los cuales constituyen factores clave que condicionan tanto el desempeño actual como las posibilidades de mejora del sistema. En este contexto, los sistemas agroforestales de café representan una base importante para la sostenibilidad ambiental, debido a su contribución a la conservación de la biodiversidad y a la provisión de servicios ecosistémicos; sin embargo, su permanencia depende de condiciones económicas favorables y del reconocimiento del valor ambiental de estos sistemas productivos, lo que pone en evidencia la interdependencia entre dimensiones ecológicas y económicas.

Asimismo, el estudio mostró que las dinámicas de mercado, y las relaciones dentro de la cadena de valor influyen de manera significativa en la sostenibilidad del sector, constituyéndose en factores condicionantes de carácter estructural. La dependencia de intermediarios, la volatilidad de los precios y la limitada captura de valor en origen reducen la capacidad de los productores para mejorar sus sistemas productivos y fortalecer sus estrategias organizativas, limitando así las posibilidades de transición hacia esquemas más sostenibles.

Desde una perspectiva sistémica, la investigación permitió identificar mecanismos de retroalimentación que reproducen condiciones de vulnerabilidad en el sector cafetalero. Estos mecanismos reflejan la presencia de configuraciones estructurales que refuerzan dinámicas de bajo desempeño, lo que sugiere que muchos de los problemas del sistema no responden a causas aisladas, sino a la interacción de múltiples factores que operan de manera simultánea.

En síntesis, la sostenibilidad del SA cafetalero mexicano depende de la articulación entre prácticas productivas sostenibles, fortalecimiento organizativo, mejores condiciones de mercado y políticas públicas integrales, todos ellos identificados como factores condicionantes del sistema. En este sentido, el enfoque multidimensional y sistémico utilizado en esta investigación no solo permite una comprensión más profunda de la complejidad del sector, sino que también aporta elementos para identificar puntos de intervención estratégicos que favorezcan su transición hacia configuraciones más sostenibles.

6.2 Conclusiones generales

El análisis del SA cafetalero mexicano, desde un enfoque de sostenibilidad multidimensional y pensamiento sistémico, evidenció que el funcionamiento de sus componentes responde a una estructura heterogénea, en la que coexisten distintos subsistemas productivos con niveles diferenciados de sostenibilidad y grados de especialización en el producto final ofertado. Esta diversidad refleja desigualdades en el acceso a recursos, capacidades organizativas y condiciones de mercado.

Los resultados confirman que la sostenibilidad del sistema no depende únicamente del desempeño productivo o ambiental de los sistemas de producción, sino de la interacción entre factores económicos, sociales, ambientales y de gobernanza. Estas interdependencias generan restricciones estructurales que condicionan su desempeño y limitan su transición hacia modelos más sostenibles.

En este sentido, se valida la hipótesis de investigación y se destaca la necesidad de diseñar estrategias integrales y diferenciadas que reconozcan la naturaleza sistémica del sector, articulando prácticas productivas sostenibles, fortalecimiento organizativo, mejores condiciones de mercado y políticas públicas orientadas a promover cambios sostenibles en el largo plazo.

6.3 Contribuciones de la investigación

La presente investigación aporta contribuciones conceptuales, metodológicas y empíricas al estudio de los SA y la sostenibilidad en el sector cafetalero.

En el plano conceptual, fortalece el análisis de la cafecultura desde el enfoque de SA y de sostenibilidad multidimensional, al integrar las dimensiones ambiental, económica, social y de gobernanza en el estudio.

En el plano metodológico, propone una estrategia analítica que combina la construcción de un índice de sostenibilidad con herramientas del pensamiento sistémico, como la Metodología de Sistemas Suaves y los diagramas de bucles causales, lo que permite identificar no solo los niveles diferenciados de sostenibilidad entre sistemas productivos, sino también las relaciones e interdependencias que explican su comportamiento.

Finalmente, en el plano empírico, la investigación genera evidencia sobre la heterogeneidad de los sistemas cafetaleros y sobre los factores estructurales que condicionan su sostenibilidad, aportando elementos útiles para orientar estrategias de fortalecimiento organizativo, diseño de políticas públicas y procesos de transición hacia sistemas cafetaleros más sostenibles.

6.4 Limitantes de la investigación

La investigación presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. El estudio se realizó en un contexto territorial específico, por lo que los hallazgos reflejan las condiciones particulares del SA

cafetalero analizado y su generalización a otros territorios debe realizarse con cautela. Asimismo, parte de la información proviene de datos proporcionados por los actores clave, lo que puede implicar variaciones en los registros disponibles. La construcción del índice de sostenibilidad se basó en la selección y ponderación de indicadores sustentados en la literatura, pero diferentes enfoques metodológicos podrían generar interpretaciones complementarias. Finalmente, el análisis sistémico mediante la MSS y los diagramas de bucles causales representa una aproximación analítica de las interrelaciones del sistema, susceptible de ampliarse y profundizarse en investigaciones futuras. No obstante, estas limitaciones también evidencian una de las principales fortalezas del estudio, al integrar información empírica de actores locales, un enfoque multidimensional de sostenibilidad y herramientas de pensamiento sistémico, lo que permite comprender de manera más integral las dinámicas y restricciones que configuran la sostenibilidad del SA cafetalero analizado.