



Evaluación multidimensional de sostenibilidad en un sistema de producción cafetalero †

[Multidimensional sustainability assessment in a coffee production system]

Iván Jair González-Valencia¹, Leticia Myriam Sagarnaga-Villegas¹,
Vinicio Horacio Santoyo-Cortés^{1*} and Julio Díaz-José²

¹*Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Federal México-Texcoco km. 38.5. C.P. 56235, Estado de México, México. Email:*

*ivan.gonzalez@ciestaam.edu.mx, msagarnaga@ciestaam.edu.mx,
hsantoyo@ciestaam.edu.mx**

²*Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana. Camino Amatlán - Peñuela, C.P 94945 Amatlán. México. Email: juliodiaz@uv.mx*

**Corresponding author*

SUMMARY

Background. Sustainability in coffee production is relevant because of its social and environmental impact. The fragility of profitability, together with the need for responsible practices that consider social and environmental well-being, demands a comprehensive analysis of the issue. **Objective.** To evaluate the sustainability of certified coffee production and propose strategies to accredit compliance with the required indicators, considering the characteristics of small-scale coffee production in Mexico. **Methodology.** Work was carried out with coffee growers in the state of Chiapas, Mexico, through MESMIS; the certifications provided evidence of compliance with environmental and social sustainability; while for economic sustainability the cash flow generated was considered and compared with the requirements to overcome the family poverty line. **Results.** The production system studied, with four certifications, shows evidence of compliance with all the environmental and social sustainability indicators of the MESMIS. However, this framework does not consider important factors such as migration and the absence of generational renewal. Economic sustainability is met, although it is fragile due to price volatility and yield variability. Compliance with economic sustainability also depends on the size of the family and the existence of other family income. **Implication.** Shade-grown coffee, which has organic production and fair market certificates, is environmentally and socially sustainable with the MESMIS criteria; it is also economically sustainable with the current price and yield conditions, but due to the instability of the market it needs to be complemented with other sources of income, to be more robust. **Conclusion.** Although certified shade-grown coffee farming reflects environmental and social sustainability, economic sustainability remains fragile; therefore, it is a priority to strengthen it and promote the permanence of younger generations in the activity.

Key words: Comprehensive sustainability; certifications; socio-environmental; multidimensional indicators.

RESUMEN

Antecedentes. La sostenibilidad en la producción cafetalera es relevante por su impacto social y ambiental. La fragilidad de la rentabilidad, junto con la necesidad de prácticas responsables que consideren el bienestar social y ambiental, demanda un análisis integral. **Objetivo.** Evaluar la sostenibilidad de la producción de café certificado y proponer estrategias para acreditar el cumplimiento de los indicadores requeridos, considerando las características de la producción de café en pequeña escala en México. **Metodología.** Se trabajó con cafecultores del estado de Chiapas, México, a través del MESMIS; las evidencias de cumplimiento de la sostenibilidad ambiental y social fueron por medio de las certificaciones; mientras que para la sostenibilidad económica se consideró el flujo de efectivo generado y se comparó con los requerimientos para superar la línea de pobreza familiar. **Resultados.** El sistema de producción estudiado, al contar con cuatro certificaciones, muestra evidencia del cumplimiento de todos los indicadores de sostenibilidad ambiental y social genéricos del MESMIS. No obstante, este marco no considera factores de importancia

† Submitted August 27, 2025 – Accepted December 22, 2025. <http://doi.org/10.56369/tsaes.6566>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = I.J. González-Valencia: <https://orcid.org/0009-0004-2933-6664>; L.M. Sagarnaga-Villegas: <https://orcid.org/0000-0001-6425-7209>; V.H. Santoyo-Cortés: <https://orcid.org/0000-0003-0400-1724>; J. Díaz-José: <https://orcid.org/0000-0003-0182-8814>

como la migración y la ausencia de renuevos generacionales. La sostenibilidad económica se cumple, aunque es frágil por la volatilidad de los precios y la variabilidad de los rendimientos. El cumplimiento de la sostenibilidad económica también depende del tamaño de la familia y de la existencia de otros ingresos familiares. **Implicación.** La cafeticultura bajo sombra, que cuenta con certificados de producción orgánica y mercado justo, es sostenible ambiental y socialmente con los criterios MESMIS; también es sostenible económicamente con las condiciones actuales de precios y rendimiento, pero por la inestabilidad del mercado requiere ser complementada con otras fuentes de ingresos, para ser más robusta. **Conclusión.** Si bien la cafeticultura bajo sombra certificada refleja la sostenibilidad ambiental y social, la sostenibilidad económica permanece frágil; por ello, es prioritario fortalecerla y promover la permanencia de las generaciones jóvenes en la actividad.

Palabras claves: Sostenibilidad integral; certificaciones; socioambiental; indicadores multidimensionales.

INTRODUCCIÓN

La agricultura moderna ha generado importantes transformaciones productivas, pero también impactos ambientales que incluyen deforestación, degradación del suelo, contaminación de cuerpos acuíferos y pérdida de biodiversidad (Medina, 2018; Barchuk, 2020). Estos efectos han impulsado la búsqueda de sistemas agrícolas sostenibles que garanticen la producción de alimentos sin comprometer los recursos naturales. En este contexto, la cafeticultura constituye un caso emblemático por su relevancia ambiental, social y económica en los países tropicales y subtropicales.

En México, el café se cultiva principalmente en regiones montañosas de los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla, donde se concentra más del 50% de la producción nacional proveniente de pequeños productores con menos de dos hectáreas (ha) (SIAP, 2024). Estos sistemas, caracterizados por un manejo predominantemente bajo sombra, cumplen una función ambiental crucial al conservar la biodiversidad, facilitan la recarga hídrica y amortiguan los efectos del cambio climático (Lucio, 2022; Abigaba *et al.*, 2024). Sin embargo, la cafeticultura mexicana enfrenta algunos desafíos estructurales: la localización en zonas de difícil acceso, una limitada mecanización y, por tanto, una alta dependencia de la mano de obra familiar y por supuesto la volatilidad de los precios internacionales (Hernández-Aguilera *et al.*, 2019a). A ellos se suman procesos sociales como migración rural y el envejecimiento de la población productora, lo que amenaza el relevo generacional (Ruiz-García *et al.*, 2020).

En términos económicos, los ingresos del café dependen de factores externos como los precios del mercado, rendimiento y la intermediación comercial (Luna y Wilson, 2015). Estas condiciones hacen que la rentabilidad del café sea frágil, especialmente para los pequeños productores, quienes deben equilibrar la estabilidad económica con la conservación ambiental y la cohesión social (García-Kuhl y Oriens, 2025). Por ello, resulta pertinente una evaluación de la sostenibilidad que articule sus dimensiones centrales: económica, social y ambiental, cuya consideración

conjunta resulta fundamental para comprender el desempeño del sistema.

Son diversos los marcos metodológicos que se han propuesto para evaluar la sostenibilidad agrícola, entre ellos Response-Inducing Sustainability Evaluation (RISE) por Häni *et al.* (2003) y Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems (SAFA) por FAO (2014). Sin embargo, el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS) de Masera *et al.* (1999) destaca por su flexibilidad y capacidad para adaptarse a sistemas campesinos, mixtos y agroforestales (Martínez-Castro *et al.*, 2015). Este enfoque permite identificar atributos, criterios e indicadores que integran las tres dimensiones de la sostenibilidad, facilitando el diagnóstico en unidades heterogéneas. Esta característica ha permitido la aplicación en distintos tipos de producción campesina, comercial y mixta bajo diversas condiciones, siendo utilizado en más de 60 estudios de caso en México, incluyendo cultivos como maíz (Guevara-Hernández *et al.*, 2024), milpa (González-Esquivel *et al.*, 2023) y agave (Herrera-Pérez *et al.*, 2023), entre otros.

En este marco, el presente estudio se propone evaluar la sostenibilidad de un sistema de producción cafetalero certificado en el estado de Chiapas, utilizando como base el MESMIS, analizando la correspondencia entre los indicadores y las prácticas exigidas por las certificaciones ambientales, sociales y de mercado. A partir de ello, se busca responder las siguientes preguntas de investigación: ¿En qué medida las certificaciones orgánicas y de comercio justo garantizan la sostenibilidad integral del sistema cafetalero? ¿Qué tan sólida es la sostenibilidad económica frente a la volatilidad de precios y rendimientos?

El análisis propuesto permitirá identificar fortalezas y debilidades del sistema, así como proponer estrategias que contribuyan a consolidar una cafeticultura ambientalmente responsable, socialmente equilibrada y económicamente viable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El estado de Chiapas, además de reconocerse por su tradición cafetalera, es el principal productor de café en México. En la zona sur, el municipio de Mapastepec, esta actividad se ha consolidado como uno de los principales medios de subsistencia para numerosos pequeños productores en la zona montañosa (Figura 1), gracias a las condiciones agroclimáticas favorables: altitudes que oscilan entre los 1,000 y 1,600 m.s.n.m., con una precipitación media anual cercana a los 3,000 mm y una temperatura promedio de 22 °C (INEGI, 2024). Además, la presencia de comunidades indígenas ha contribuido a preservar prácticas agrícolas tradicionales que fortalecen la identidad cultural y el arraigo al cultivo del café (Escamilla-Prado *et al.*, 2021). Se trabajó con productores asociados a la Unión de Productores Agroecológicos de N de O SPR establecida en el municipio de Mapastepec.

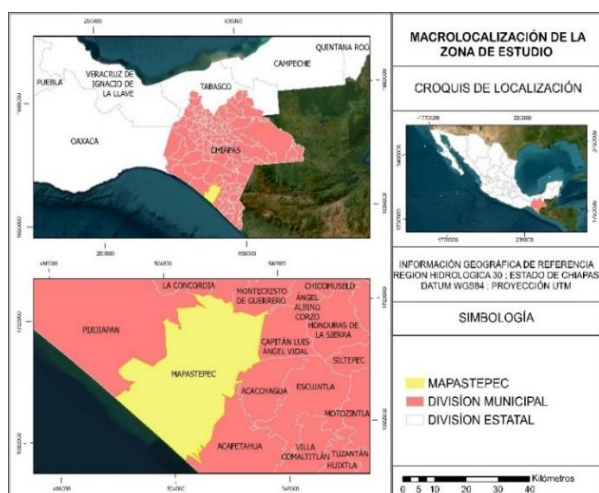


Figura 1. Zona de estudio.

Método

La investigación se realizó en tres etapas. Se caracterizó el sistema de producción, para lo cual primero se realizaron 48 entrevistas semiestructuradas durante el año 2024, priorizando la participación voluntaria y accesibilidad de los productores pertenecientes a la unión. Se obtuvo el consentimiento informado de los participantes (Figura 2). La aplicación de entrevistas se detuvo al alcanzar la saturación teórica, es decir, el punto en que las respuestas comenzaron a ser consistentes y no se obtuvieron datos nuevos ni relevantes (Bouncken *et al.*, 2025), lo que indicó que el tema había sido suficientemente explorado, de acuerdo con los

principios de la investigación cualitativa atenuando las limitaciones metodológicas.

La entrevista, con base en la propuesta de Moguel y Toledo (1998), incluyó aspectos como la diversidad de plantas de café, aprovechamiento de especies, mantenimiento del sistema productivo y cobertura del dosel. De manera complementaria, se realizaron observaciones en campo participativas para reconocer las características sociales, organizativas, técnicas y de mercado, como la estructura familiar y comercialización. Posteriormente, se identificaron las certificaciones obtenidas de la unión y se realizó un análisis documental, el cual consistió en revisar las actividades de cumplimiento de los marcos normativos y legales en los cuales se basan dichas certificaciones, y hacer una aproximación de los indicadores que conforman los criterios de diagnóstico y atributos del MESMIS.

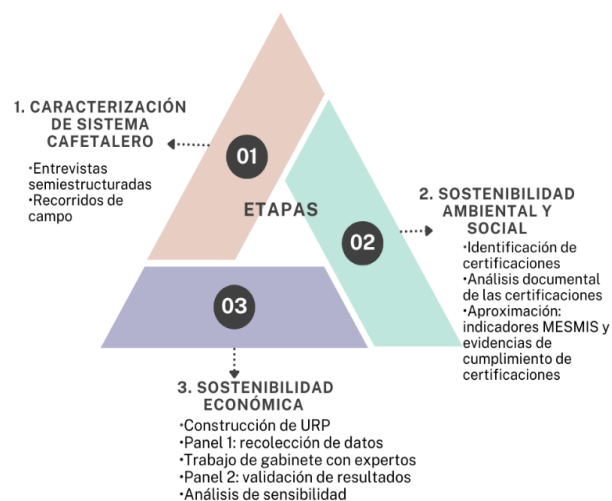


Figura 2. Etapas metodológicas para la evaluación multidimensional de sostenibilidad en un sistema de producción cafetalero.

Para establecer los parámetros productivos y evaluar la sostenibilidad económica establecida por MESMIS, se usó la técnica de paneles de productores propuesta por Sagarnaga-Villegas *et al.* (2018), un método prospectivo que permite trabajar con unidades que no cuentan con registros contables rigurosos. En un primer panel, la información de campo se recabó modelando una Unidad Representativa de Producción (URP). En este ejercicio participaron nueve productores de los previamente entrevistados, quienes fueron seleccionados por su conocimiento del cultivo, experiencia en la zona y disposición a compartir información. Se estimaron ingresos y costos de producción desembolsados para un ciclo productivo anual en una ha, incluyendo el mantenimiento y la renovación de la finca. Posteriormente, en un segundo panel se consensó la información con los panelistas.

El cultivo de café es una actividad tradicional y de base familiar; por tanto, se propone analizar la sostenibilidad económica desde una perspectiva agropecuaria no empresarial, distinta a la de cultivos altamente tecnificados y orientados al mercado. En consecuencia, se analizó la rentabilidad de la URP tomando como base los costos desembolsados y los ingresos por café, considerando rendimientos y precios para el año base 2024. Para una aproximación a los indicadores propuestos por MESMIS, el análisis económico se basó en el flujo de efectivo de la actividad, pues resulta pertinente considerar desembolsos tangibles e inmediatos.

Finalmente, se analizó el umbral de sostenibilidad económica apoyado en la evolución de las líneas de pobreza por ingresos propuestas por el CONEVAL (2018), considerando la línea con mayor ingreso, formada por el Ingreso Suficiente para Cubrir Línea de Pobreza Extrema Rural por Ingresos (ISCLPERI), equivalente al valor monetario de la canasta alimentaria por persona al mes, considerando para el estudio el promedio anual 2024, para una familia con residencia rural. Es importante considerar que la línea de pobreza por ingreso es un referente monetario que permite identificar si el ingreso de una persona es suficiente para adquirir los bienes de una canasta básica; no representan un modelo de gasto ideal, ya que este varía según las necesidades y preferencias de cada hogar.

Se analizaron los ciclos 2023, 2024 y 2025. Para garantizar la comparabilidad interanual del umbral de sostenibilidad económica con la línea de pobreza, los ingresos y los costos de 2023 y 2025 se actualizaron a pesos mexicanos (MXN) constantes de 2024, utilizando el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC). Esto eliminó el efecto de la inflación y permitió una base homogénea de análisis

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sistema de producción

La región de estudio se encuentra a una altitud de 1500 m.s.n.m, las huertas establecidas son de propiedad ejidal y presentan una densidad de plantación de 3,000 plantas/ha. El ciclo productivo inicia en el mes de junio, la producción de café es arábica en diversas variedades, principalmente Bourbon, que representa el 28% del total, ello a pesar de su susceptibilidad a la roya (*Hemileia vastatrix* Berk. & Broome), su predominancia puede atribuirse a su adaptabilidad a zonas con altitudes superiores a los 1,000 m.s.n.m, su buen nivel de producción y su calidad física y sensorial (Escamilla-Prado *et al.*, 2015).

Se ha observado una reconfiguración varietal del cafetal debido al brote de la roya, lo que explica la

creciente presencia de variedades resistentes como Sarchimor (Cerdeira *et al.*, 2020). Se trata de un sistema bajo sombra, con especies como guanil (*Inga jinicuil*) y coralillo (*Erythrina poeppigiana*), este sistema agroforestal es un recurso clave que predomina en México y que es valorado por las certificaciones ambientales (Córdova *et al.*, 2020).

El sistema de manejo es completamente orgánico, con alta demanda de mano de obra en actividades como control de malezas y cosecha; esta última realizada entre los meses de octubre y enero. El rendimiento promedio estimado es de 2 t/ha de café cereza, la edad promedio de las plantaciones es de 15 años. En cuanto a la comercialización, las variedades se venden en pergamino; esto significa que son los productores quienes llevan a cabo el proceso de transformación, que incluye el despulpado, la fermentación y el secado de los granos.

Con base en la clasificación propuesta por Moguel y Toledo (1998), las huertas analizadas corresponden a un sistema tradicional de policultivo. Este sistema representa una etapa avanzada de manipulación del ecosistema del bosque nativo. Se destaca una diversidad media-alta de plantas de café y una alta diversidad de especies, con la introducción de algunas especies de interés, como frutales; chirimoya (*Annona cherimola*); maderables; chalum (*Inga vera*); medicinales; cola de caballo (*Equisetum hyemale*); y utilizadas como combustible, como el espino (*Acacia spp.*).

El mantenimiento del sistema a través de podas es frecuente, y la cobertura del dosel varía entre el 40% y el 70%. Este dosel es un elemento clave del sistema, ya que, según Ruelas-Mojardín *et al.* (2014), aumenta la complejidad y la biodiversidad del cafetal, lo que reduce su vulnerabilidad a la roya. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por López-García *et al.* (2016), quienes mencionan que este sistema es frecuente en la zona sur de Chiapas. Además, Escamilla-Prado *et al.* (2021) reportaron una prevalencia del 78% del sistema tradicional de policultivo en Mapastepec, Chiapas.

Evaluación de sostenibilidad social y ambiental

La URP analizada cuenta con las siguientes certificaciones: USDA Organic, Orgánico México, Unión Europea Ecológico y Fairtrade. El análisis consistió en estudiar los marcos normativos y regulatorios en los cuales se basan dichas certificaciones, entre ellos: National Organic Program (NOP); Ley de Productos Orgánicos y sus Lineamientos para la Operación Orgánica de las Actividades Agropecuarias (2013); Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre

la producción y etiquetado de productos ecológicos; y Fairtrade International.

Las certificaciones se analizaron de acuerdo con su correspondencia con los atributos y criterios de diagnóstico establecidos para sistemas agroforestales de las dimensiones ambiental y social del MESMIS.

Dado que el cumplimiento de una certificación asegura la adopción plena de las actividades asociadas a la misma, estar certificado se consideró evidencia de la realización de las buenas prácticas vinculadas a los indicadores MESMIS correspondientes (Tabla 1).

Tabla 1. Prácticas certificadas asociadas a los indicadores MESMIS.

Dimensión	Atributo	Criterio de diagnóstico	Indicador MESMIS	Evidencias certificadas asociadas al indicador MESMIS
Ambiental	Estabilidad, resiliencia, confiabilidad	Diversidad de especies y/o géneros Conservación de recursos	Índices de diversidad	Conservación de biodiversidad
			Composición de especies	Evitar cambio uso de suelo
			Cambio de área forestal	Formación de suelos
			Cambio de calidad de la masa forestal	Conservación del suelo
			Incendios forestales	Densidad de plantación óptima
		Fragilidad del sistema	Nivel de erosión del suelo	Manejo de nutrientes
			Captura de carbono	Uso eficiente del agua
			Regeneración	Semillas
				Semillero y vivero orgánico
			Capacidad de superar eventos graves	Podas y renovación
Social	Adaptabilidad	Calidad de vida	Resolución de conflictos	Manejo de plagas y enfermedades
			Índices de calidad de vida	Manejo de malezas
		Capacidad de cambio e innovación	Sostenibilidad energética	Salud y seguridad en el trabajo
			Capacitación y generación de conocimientos	Adaptación y mitigación de cambio climático
		Distribución costo, beneficio, igualdad, decisiones	Asimilación de innovaciones	
			Beneficios del sistema	Libres de trabajado forzoso y obligatorio
		Participación	Grado de democratización	Libres de discriminación
			Involucramiento en implementación y monitoreo del sistema	Trabajo y protección infantil
		Control	Derechos de propiedad (individuales o colectivos) reconocidos	Libertad de asociación y negociación colectiva
			Decisión sobre aspectos críticos del sistema de manejo	
	Autodependencia (autogestión)	Organización	Tipo, estructura y permanencia de las organizaciones locales	Condiciones de empleo

De acuerdo con Masera *et al.* (1999), los atributos de sostenibilidad representan las propiedades esenciales que deben estar presentes en un sistema de manejo de recursos naturales para que pueda considerarse sostenible. Estos atributos permiten identificar fortalezas y debilidades del sistema en sus distintas dimensiones, lo que construye la base para definir los criterios de diagnóstico, entendidos como principios evaluativos más específicos que permiten analizar la manifestación de dichos atributos en la realidad concreta del sistema. En conjunto, ambos conceptos orientan la formulación de indicadores que posibilitan una evaluación integral, flexible y contextualizada de la sostenibilidad.

Una distinción clave entre el enfoque propuesto de MESMIS y el análisis basado en certificaciones radica en el tipo de información que se utiliza para evaluar la sostenibilidad. El marco MESMIS se centra en la evaluación de resultados mediante indicadores, los cuales se seleccionan para reflejar directamente el desempeño del sistema en relación con sus atributos. Estos indicadores pueden incluir variables cuantitativas o cualitativas (como índices de diversidad, nivel de erosión del suelo o grado de democratización) y posibilitan identificar tendencias, impactos y transformaciones reales en el sistema evaluado.

En contraste, el análisis a partir de certificaciones se basa principalmente en la verificación de actividades o evidencias de cumplimiento de estándares predefinidos por los marcos normativos, como el uso de semillas orgánicas, la existencia de planes de manejo de plagas o capacitaciones a los trabajadores. Estas evidencias constituyen prácticas exigidas por normas técnicas, las cuales, vistas desde el enfoque MESMIS posibilitan el cumplimiento del esquema establecido para cubrir criterios y atributos.

Además, se contempla el cumplimiento de las certificaciones de acuerdo con su conformidad normativa; es decir, no existen puntos medios en cuanto a la aplicación normativa. Es así que, si los atributos logran ser cubiertos, se cuenta con evidencia de un modelo de producción que preserva el medio ambiente y también fomenta la participación activa de la comunidad, promoviendo un desarrollo social justo y sostenible a largo plazo. Por ello, validar el cumplimiento de los indicadores de sostenibilidad MESMIS mediante certificaciones orgánicas es un beneficio colateral del cumplimiento normativo, sin generar costos adicionales.

En el caso específico del café, Dilas-Jiménez *et al.* (2020) destacan que la certificación de café orgánico fortalece el capital humano mediante conocimientos, habilidades laborales y salud, además de consolidar organizaciones de productores. Del mismo modo,

Garza-Treviño (2014) al analizar el impacto socioeconómico de las certificaciones en cafetaleros, concluye que estas mejoran la calidad de vida de los productores al garantizar mejores precios y reducir costos desembolsados de producción, aunque requieren más disponibilidad de trabajo familiar.

Por otro lado, algunos estudios de impacto muestran que la participación en esquemas de certificación no necesariamente garantiza una mejora en los medios de vida de los pequeños productores, ya que no siempre existe una relación causal entre ambos factores (Beuchelt y Zeller, 2011). Cruz-Morales y Soletto-Polanco (2017), a través de una revisión de la literatura y un estudio de caso, ilustran que la certificación orgánica del café, aunque brinda beneficios, no siempre reduce la pobreza en pequeños productores de áreas protegidas. Además, este proceso requiere costos de inversión para la solicitud y acreditación, lo cual se considera como una limitante que afecta especialmente a pequeños productores (Peralta-Abarca, *et al.*, 2022).

Desde ambas posturas, se observa consenso en que obtener un sello de certificación ofrece ciertos beneficios. El café se considera especial cuando cumple con estándares que aseguran prácticas deseables, como la protección de la biodiversidad en los ecosistemas cafetaleros, la implementación de técnicas agrícolas sustentables y condiciones laborales justas y estos atributos son comunicados al consumidor a través de sellos (Hernández-Aguilera *et al.*, 2019). Originalmente, estos esquemas nacieron como un nicho para diferenciar productos éticos y sostenibles. Sin embargo, en los últimos años este segmento se ha vuelto altamente competitivo, fragmentado y difuso (Muñoz-Rodríguez *et al.*, 2019).

Esta transformación responde a distintos impulsores, entre ellos, el mercado ha comenzado a reconocer primas por sostenibilidad y calidad, lo que convierte al café certificado en una estrategia atractiva para los pequeños productores para enfrentar la volatilidad de los precios internacionales (Kilian *et al.*, 2006). Además, al ser las certificadoras entidades privadas que obtienen ingresos por cada proceso de certificación, se generan incentivos económicos, por lo cual se amplía su presencia. Sin embargo, esta situación ha orillado a una saturación de procesos certificadores (De Janvry *et al.*, 2012).

En este contexto, Bray y Neilson (2017) plantean que los beneficios asociados a las certificaciones deben considerarse principalmente como efectos colaterales, en tanto que dependen más de la solidez y calidad de los programas que promueven la participación que de la certificación en sí misma. Bajo esta perspectiva, y siguiendo la noción de beneficios colaterales derivados del cumplimiento normativo, la Figura 3 presenta las actividades que evidencian las buenas prácticas

correspondientes a las dimensiones ambiental y social conforme a la óptica MESMIS.

Este enfoque se basa en la idea de que cada certificación establece un conjunto de requisitos específicos o normativos, los cuales requieren cumplimiento de manera clara en una actividad determinada, sin considerar puntos intermedios. Así, el análisis facilita identificar el alcance de cada certificación respecto a los indicadores de sostenibilidad planteados por MESMIS, contemplando tanto la dimensión ambiental como la social.

Las certificaciones orgánicas son frecuentes en la producción de café, en el caso de USDA Organic, Orgánico México y la Unión Europea, se aprecia un fuerte énfasis en la producción agrícola y el manejo ambiental, estos esquemas normativos se enfocan en asegurar prácticas ecológicas específicas, tales como la conservación de la biodiversidad y la reducción del uso de agroquímicos. Sin embargo, sus lineamientos no suelen incluir requisitos sociales estrictos más allá de exigir el cumplimiento de la legislación laboral nacional vigente. Por ello, prácticamente no contribuyen a la dimensión social de los indicadores MESMIS.

Por otra parte, la certificación de Fairtrade integra criterios sociales que van más allá del ámbito meramente ambiental. Estos lineamientos contemplan la mejora de las condiciones laborales, la protección infantil frente al trabajo y la no discriminación, así como la promoción de un comercio más equitativo. En el análisis, esto se refleja en el cumplimiento de indicadores relacionados con la equidad, la autogestión y la participación de los trabajadores en la toma de decisiones, cubriendo así de manera más amplia los componentes sociales del MESMIS.

En el análisis se detectó que el cumplimiento de un indicador se logra con diferentes prácticas. Por ejemplo, sobre la formación de suelos, en la certificación USDA Organic, su contribución se valida a través de una o más de las siguientes actividades; abonos verdes, compost, té de compost o vermicompost. Esto es porque las certificaciones se centran en las actividades como evidencia de cumplimiento y hay indicadores que se cumplen por diferentes rutas.

En este análisis, centrado en las actividades vinculadas al cumplimiento normativo de cada certificación y su correspondencia con los indicadores de sostenibilidad del marco MESMIS, se observó que Fairtrade presenta el mayor nivel de cumplimiento (75%), destacando por su amplia cobertura en las dimensiones ambiental y social. En contraste, la certificación de la Unión Europea Ecológica mostró el menor cumplimiento (40%), reflejando una menor cobertura en dichas dimensiones. No obstante, al analizar las cuatro certificaciones, ocurre un traslape que permite una cobertura más amplia de los indicadores de sostenibilidad propuestos por MESMIS.

La evaluación de la sostenibilidad ambiental y social en la producción de café, utilizando el MESMIS a través de certificaciones como las analizadas en esta investigación, es posible, ya que sirven como base para valorar aspectos clave del sistema cafetalero. No obstante, al considerar las características particulares de la cafecultura de pequeña escala en México, se detectó que los indicadores genéricos del MESMIS para sistemas agroforestales no abarcan algunos elementos estructurales que requieren especial atención, como la migración rural, el envejecimiento de los productores y la falta de renovación generacional.

Certificación	Ambiental													Social					Cumplimiento MESMIS		
	Conservación de biodiversidad	Cambio uso de suelo	Formación de suelos	Conservación del suelo	Densidad de plantación óptima	Manejo de nutrientes	Uso eficiente del agua	Podas y renovación	Semillas	Semillero y vivero orgánico	Manejo de plagas y enfermedades	Manejo de malezas	Sostenibilidad energética	Adaptación y mitigación de cambio climático	Salud y seguridad en el trabajo	Libres de trabajado forzoso y obligatorio	Libres de discriminación	Trabajo y protección infantil		Libertad de asociación y negociación colectiva	Condiciones de empleo
Fairtrade	●			●			●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	🟡 75%
USDA Organic	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●							🟡 60%
Unión Europea	●	●		●	●				●	●	●	●									🔴 40%
Orgánico México	●		●	●		●		●	●	●	●	●	●								🔴 50%
Traslape de certificaciones	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	🟢 100%

Figura 3. Evidencia de buenas prácticas certificadas correspondientes a las dimensiones ambiental y social conforme a la óptica MESMIS.

Estos factores sociales, especialmente la migración juvenil, no son fácilmente abordables a través de los indicadores actuales de MESMIS (Leyva *et al.*, 2021); al igual que las certificaciones, no obstante, al utilizar paneles como instrumento de colecta de información se da acceso a contemplar estos factores y tener una evaluación más amplia. Taylor y Yúnez-Naude (1999) analizan la migración en el sector agrícola, destacando que las economías rurales son diversificadas y no exclusivamente agrícolas, revelando que los mayores retornos educativos se obtienen fuera del sector agrícola, lo que impulsa a los hogares más escolarizados a diversificar sus estrategias económicas. Esto evidencia que los pequeños productores no dependen exclusivamente de la agricultura, sino que responden de manera racional a las limitaciones estructurales del campo.

En el mismo sentido, Escamilla-Prado *et al.* (2018) destacan que el problema del relevo generacional ha sido escasamente tratado en la investigación de sostenibilidad en cafeticultura, a pesar de que diversos estudios lo reconocen como uno de los desafíos más preocupantes para el futuro del sector. La edad promedio de los caficultores en México, que actualmente ronda los 55 años, evidencia la urgencia de incorporar estos aspectos en los esquemas de evaluación y en las políticas de sostenibilidad rural.

Evaluación de sostenibilidad económica

En el análisis de costos de la URP, se identifica que las labores culturales representan el principal componente de los costos totales, con una participación del 42%. Este resultado refleja la alta demanda de trabajo y recursos que requiere el manejo del cultivo. En particular, las actividades de renovación y mantenimiento del sistema, como la reposición de plantas, aplicación de abonos, podas y control de plagas y enfermedades, concentran la mayor parte de los costos asociados a este rubro, como se muestra en la Tabla 2.

El sistema orgánico analizado requiere de 90 jornales año/ha, duplicando el estimado de 45 jornales año/ha requerido en sistemas cafetaleros convencionales, según lo reportado por Vázquez-López *et al.* (2022) para el norte de Chiapas, mostrando gran dependencia de la mano de obra, además, se observó que más del 60% de los productores pagan a los trabajadores un salario por debajo del mínimo y emplean en promedio 45 jornales anuales. En el presente estudio, se observó que el 100% de los jornales fueron pagados a una tarifa fija de \$200.00 MXN. Esta cantidad representa únicamente el 72% del salario mínimo diario establecido que es de \$278.80 MXN (CONASAMI, 2025) y emplean aproximadamente 90 jornales por ha al año, lo que indica que el sistema productivo de café certificado es intensivo en el uso de mano de obra.

A pesar de las dificultades que enfrenta el sector, la cafeticultura se mantiene como una actividad relevante para los pequeños productores. Esto se debe a que el sistema opera bajo un esquema organizado en una unión de productores y con contratos establecidos, lo que permite acceder a precios más atractivos y estables que aquellos ofrecidos por intermediarios (Luna y Wilson, 2015). Otro factor que motiva a los productores a continuar con la actividad es la diversificación productiva que generan los sistemas agroforestales, los cuales reducen los riesgos de mercado y fortalecen la sostenibilidad ambiental. Además, la identidad cultural y el arraigo comunitario contribuyen a mantener el vínculo social con la tierra, consolidando la permanencia de la cafeticultura como práctica integral en las comunidades rurales (Vázquez-López *et al.*, 2022).

Tabla 2. Costos de producción de un ciclo productivo por hectárea en un sistema cafetalero.

Costos	Desembolsado (\$ MXN)	Porcentaje (%)
Labores culturales / mano de obra directa	18,600	42
Cosecha y acarreo	24,060	54
Materiales - Vida útil menor a un año	2,110	5
Combustibles y energía eléctrica	1,500	3
Subtotal costos desembolsados	44,570	100

Otro de los rubros de mayor demanda de mano de obra es la cosecha y el acarreo, los cuales representan aproximadamente el 54% de los costos totales, debido a que son actividades completamente manuales y la remuneración se realiza por kg de café recolectado. A lo largo del año, se efectúan entre dos y tres cortes por ciclo productivo, lo que coincide con lo reportado por Medina-Meléndez *et al.* (2016). En la región de La Frailesca, Chiapas, el 74.1% de los productores mantiene esta dinámica de múltiples cortes, mientras que el 25.9% realiza únicamente un solo corte. Esta actividad representa una importante derrama económica y social, al generar ingresos para los jornaleros locales y reflejar la fuerte dependencia regional de esta práctica, que involucra y beneficia a más de tres millones de personas en el país vinculadas directa o indirectamente con la cafeticultura (SIAP, 2023).

Finalmente, los costos asociados a materiales con una vida útil menor a un año, así como los correspondientes a combustibles y energía eléctrica, aunque representan

una proporción más baja en comparación con otros rubros, también forman parte de la estructura de costos del sistema. En específico, estos insumos tienen una participación del 5% y del 3%, respectivamente, dentro del total de costos de producción.

Respecto a los ingresos, lo representativo en la zona de estudio es la comercialización de café pergamino. En 2024, el kg alcanzó un precio de \$70.00 MXN, por lo que, el quintal se comercializó en \$4,025 MXN, contemplando tres cortes sucesivos en el año, generando un ingreso bruto anual por ha de \$80,500 MXN. La URP modelada únicamente recibe ingresos por el producto principal, es decir, por café, con el fin de evaluar de manera precisa su rentabilidad como cultivo base. Esta delimitación permite una comparación homogénea entre unidades productoras y responde a la importancia económica del café, que representa la principal fuente de ingresos en la mayoría de los casos.

Umbral de sostenibilidad económica

Para el análisis del umbral de sostenibilidad económica se consideró ingresos, erogaciones y utilidad. En la Figura 4 se plantean diferentes escenarios con rendimientos en quintales por ha de café pergamino (qq/ha) de la URP y precios percibidos en pesos mexicanos por kg de café. Se consideró la superficie promedio de la zona de estudio, la cual responde a 4 ha, y el umbral se forma a partir del ingreso suficiente para cubrir la línea de pobreza rural de CONEVAL, (2018). Dicha línea es calculada mensualmente y por persona, para este análisis se presenta anual y de acuerdo al número promedio de integrantes en la

familia de la zona de estudio, estimada en cuatro personas; es así como se obtiene el umbral: ISCLPERI = \$85,480 MXN. Las combinaciones de precios y rendimientos que estén por encima del ISCLPERI son considerados sostenibles económicamente.

En el año 2024, la URP presenta un rendimiento de 20 qq/ha y un precio de \$70.00 MXN por kg, en este sentido, los costos son cubiertos en su totalidad con una utilidad de \$143,720 MXN. Bajo este contexto, los ingresos generados son suficientes para cubrir el ISCLPERI; es decir, la actividad tiene sostenibilidad económica. Tomando en cuenta que los rendimientos obtenidos son diferentes entre productores y variables entre años, se realizó un análisis de sensibilidad, considerando que los productores consensaron rendimientos máximos y mínimos de 22 qq/ha y 15 qq/ha respectivamente. Las familias productoras que presentaron rendimientos mínimos no reciben ingresos suficientes para cubrir el ISCLPERI; esta situación evidencia riesgos de vulnerabilidad económica, ya que sus ingresos no son suficientes para cubrir la línea de pobreza rural.

De acuerdo con los informes de cosecha de la unión de productores, para el año 2023 el precio de venta obtenido por la URP, en pesos mexicanos de 2024, fue de \$60.00 MXN el kg y en 2025 de \$85.00 MXN, mientras que, la producción se mantuvo en 20 qq/ha. Para que la rentabilidad alcanzada en 2024 fuera similar a la observada en 2023, los rendimientos debían ser de 22 qq/ha, con el aumento de precio en el año 2025 para lograr una rentabilidad similar a la observada en 2023, es necesario obtener un rendimiento de solamente 18 qq/ha.

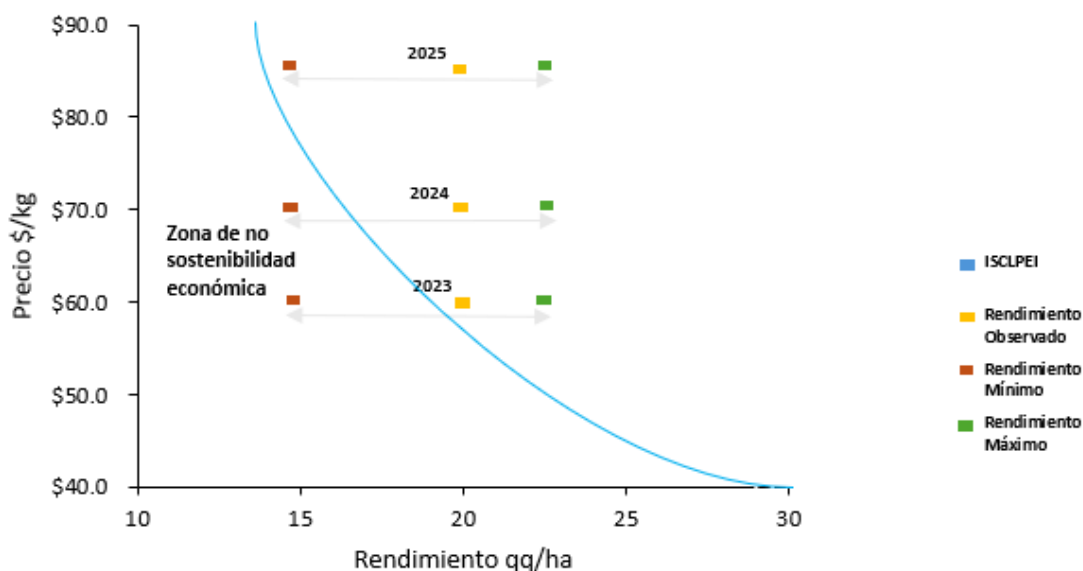


Figura 4. Umbral de sostenibilidad económica en un sistema de producción cafetalero. Nota. qq = 57.7 kg.

El análisis de sensibilidad realizado muestra que los productores que obtienen bajos rendimientos son más vulnerables a los cambios en el precio de venta, ya que, mientras en el año 2023 no obtienen ingresos suficientes para cubrir necesidades básicas de acuerdo al umbral marcado por el ISCLPERI, para el 2025 el incremento en el precio les permitió obtener ingresos por encima del umbral, aun cuando se mantuvieron los mismos rendimientos. El precio del café se caracteriza por ser incierto y volátil (Xotlanihua-Flores y Crespo-Stupková, 2024), lo que ubica a este tipo de productores en situación de vulnerabilidad y riesgo. Es importante mencionar que el umbral de sostenibilidad económica, considerado en este análisis, puede cambiar significativamente según el número de integrantes de la familia.

Al evaluar la sostenibilidad económica de un sistema productivo basado en una materia prima estandarizada en el mercado global, es fundamental reconocer la variabilidad de los precios. En este contexto, incluso cuando se alcanza cierta estabilidad económica, esta puede ser frágil frente a las fluctuaciones tanto de precios como de volúmenes de producción. En este sentido, se coincide con Jiménez-López y López-Arévalo (2024) en su estudio sobre estrategias socioeconómicas de pequeños productores de café ante la volatilidad del mercado, quienes muestran que el principal desafío económico no radica únicamente en los precios internacionales, sino también en la capacidad de producción, la cual puede ser decisiva para mejorar la calidad de vida de las familias productoras.

Sostenibilidad integral

Históricamente México es considerado como líder en producción orgánica certificada (Nava-Tablada, 2016), pero en el ciclo 2014-2015 se observó una tendencia decreciente en la producción de café cereza, con una disminución de 23%, originada principalmente por la roya, que debilita la planta en plazos muy cortos (Huerta-Palacios, Holguín y Anzueta, 2016).

Xotlanihua-Flores y Crespo-Stupková (2024) mencionan que, a pesar de dicha situación, el futuro de la cafecultura mexicana puede ser optimista, pues, de acuerdo con las metas planteadas en el informe anual de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural en el periodo 2020-2024, se prevé un aumento de la producción de café en el país de 24.64%, este incremento se basa principalmente en la renovación de cafetales con variedades resistentes a la roya como catimores (Costa Rica 95, Colombia y Anacafé 14, entre otros). Además, es importante considerar que la cafecultura en México es una actividad agrícola de constantes transformaciones por las exigencias de los mercados, las políticas públicas orientadas a la

agricultura y los conocimientos empíricos y cosmovisión productiva de las familias cafetaleras. En este sentido, aunque el sistema de producción posee una propuesta de valor que gira en torno a los atributos diferenciadores: orgánico, producido bajo sombra en alturas mayores a 900 m.s.n.m, cosecha selectiva y beneficio en húmedo (Muñoz-Rodríguez *et al.*, 2019), los precios y la producción continúan siendo variables y en caso de crisis, pueden llegar a impedir el logro de la sostenibilidad económica.

Las familias de zonas rurales en países en desarrollo han experimentado un cambio estructural, migrando de las tradicionales actividades agrícolas y pecuarias hacia ocupaciones agroindustriales, comerciales o turísticas, impulsadas por factores como el relevo generacional y la necesidad de maximizar ingresos (Fletes-Ocón y Hernández-Méndez, 2023). En consecuencia, los productores han optado por combinar actividades agrícolas y no agrícolas como una estrategia integral para sostener su productividad e ingresos. Autores como Anderzén *et al.* (2020) destacan la diversificación como clave para fortalecer la seguridad alimentaria y mejorar el nivel de vida de las familias cafetaleras.

En el contexto ambiental y social, las certificaciones permitieron identificar un área de oportunidad estratégica: el cumplimiento de buenas prácticas productivas exigidas por los marcos normativos puede actuar como catalizador para mejorar el rendimiento agrícola. Esta relación entre cumplimiento normativo y productividad, si bien no es directa, apunta a una sinergia potencialmente favorable, por ejemplo, la roya mostró debilidades y generó repuestas de manejo que propician mejorar la productividad, si bien el diferencial de precios es el principal atractivo de las certificaciones, con poco énfasis en la productividad, en este sentido, Alarcón-Márquez *et al.* (2024) muestran que las certificaciones pueden ser útiles para el incrementar la productividad y que el efecto de este incremento puede ser tanto o más relevante que el diferencial de precios.

Es crucial considerar que el incremento en la productividad no debe ser percibido como incompatible con la sostenibilidad ambiental y social. Por el contrario, puede reforzar simultáneamente la conservación de los recursos naturales y el bienestar de las comunidades rurales. Por tanto, las certificaciones tienen la capacidad de desempeñar un papel dual: como mecanismos de acceso a mercados diferenciados y como instrumentos orientadores para la adopción de buenas prácticas.

CONCLUSIONES

El sistema cafetalero evaluado muestra una sostenibilidad ambiental y social consistente,

sustentada en prácticas agroecológicas verificadas mediante certificaciones, las cuales funcionan como aproximaciones útiles a los indicadores ambientales y sociales MESMIS. Esto evidencia una contribución ambiental y social relevante en zonas pobres y de laderas. Dada la baja escala de los productores, para lograr las certificaciones el papel de la organización de productores ha sido fundamental. Por otra parte, la sostenibilidad económica es frágil por la volatilidad de precios y la variabilidad anual de rendimientos, por lo que la diversificación de ingresos familiares resulta necesaria. Finalmente, se encontró que procesos sociales como la migración, el envejecimiento de los productores y la falta de relevo generacional no son captados por los indicadores actuales MESMIS; ello limita la comprensión integral del sistema y constituye un área de oportunidad para futuros trabajos.

Agradecimientos

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), a la Universidad Autónoma Chapingo, al Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) y especialmente a la Unión de Productores Agroecológicos de N de O SPR.

Funding. The present work did not receive funding.

Conflict of interest statement. The authors declare that they have no conflict of interest with respect to this manuscript.

Compliance with ethical standards. Informed consent was obtained from all research participants.

Data availability. Data are available from the corresponding author upon reasonable request.

Author contribution statement (CRediT). **I.J. González-Valencia** – Conceptualization, Methodology, Investigation, Data curation. **L.M. Sagarnaga-Villegas** – Validation, Methodology, Writing – original draft. **V.H. Santoyo-Cortés** – Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Supervision. **J. Díaz-José** – Writing – review & editing, Visualization, Data curation.

REFERENCES

Abigaba, D., Chemura, A., Gornott, C. and Schauburger, B., 2024. The potential of agroforestry to buffer climate change impacts on suitability of coffee and banana in Uganda. *Agroforestry Systems*, 98(6), pp. 1555–1577. <https://doi.org/10.1007/s10457-024-01025-3>

Alarcón-Márquez, M.G., Santoyo-Cortés, V.H., Altamirano-Cárdenas, J.R. and Muñoz-

Rodríguez, M., 2024. Aprendizajes del desarrollo de proveedores de café certificado promovido por una comercializadora internacional en Veracruz, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. <https://doi.org/10.22231/asvd.v21i2.1584>

Anderzén, J., Guzmán Luna, A., Luna-González, D.V., Merrill, S.C., Caswell, M., Méndez, V.E., Hernández Jonapá, R. and Mier y Terán Giménez Cacho, M., 2020. Effects of on-farm diversification strategies on smallholder coffee farmer food security and income sufficiency in Chiapas, Mexico. *Journal of Rural Studies*, 77, pp. 33–46. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.04.001>

Barchuk, A.H., 2020. *Manual de buenas prácticas para diseños agroecológicos*. Córdoba: Editorial Brujas Disponible en: https://www.uv.mx/hab/files/2021/12/Manual-de-buenas-practicas-para-disenos-agroecologicos_compressed.pdf [Accessed 21 May 2025].

Beuchelt, T. and Zeller, M., 2011. Profits and poverty: Certification's troubled link for Nicaragua's organic and fair-trade coffee producers. *Ecological Economics*, 70, pp. 1316–1324. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.01.005>

Bray, J.G. and Neilson, J., 2017. Reviewing the impacts of coffee certification programmes on smallholder livelihoods. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management*. <https://doi.org/10.1080/21513732.2017.1316520>

Cerda, R., Avelino, J., Harvey, C.A., Gary, C., Tixier, P. and Allinne, C., 2020. Coffee agroforestry systems capable of reducing disease-induced yield and economic losses while providing multiple ecosystem services. *Crop Protection*, 134, p. 105149. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105149>

CONASAMI, 2025. *Salario mínimo 2025*. [online] Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, Gobierno de México. Available at: <https://www.gob.mx/conasami> [Accessed 21 May 2025].

CONEVAL, 2018. *Medición de pobreza: Evolución de las líneas de pobreza por ingresos*. [online] Available at: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/P>

- [aginas/Lineas-de-Pobreza-por-Ingresos.aspx](#) [Accessed 13 May 2025].
- Córdoba, N., Fernandez-Alduenda, M., Moreno, F.L. and Ruiz, Y., 2020. Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews. *Trends in Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.004>
- Cruz-Morales, J. and Soletto-Polanco, I.T., 2017. ¿Quién se beneficia de las certificaciones de café orgánico? El caso de los campesinos de La Sepultura, Chiapas. *Revista Pueblos y Fronteras Digital*, 12(23), pp. 117–134. <https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2017.23.290>
- de Janvry, A., Sadoulet, E., Emerick, K. and Gonzalez-Navarro, M., 2012. Delinking land rights from land use: Certification and migration in Mexico. [online] Available at: <https://doi.org/10.1257/aer.20130853>
- Dilas-Jiménez, J.O., Zapata-Ruiz, D.M., Arce-Almenara, M.E. and Ascurra Toro, D., 2020. Comparative analysis of the production costs and profitability of special coffee with certified organic and non-certified. *South Sustainability*, p. e017. <https://doi.org/10.21142/ss-0102-2020-017>
- Escamilla-Prado, E., Díaz-Cárdenas, S., Nava-Tablada, M.E. and Cantú-Peña, F., 2018. El relevo generacional en el sector cafetalero: la experiencia de los cursos de café para niños en Chocamán, Veracruz, México. *Agroproductividad*, 11, pp. 45–55. Available at: <https://mail.revistaagroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/269?articlesBySimilarityPage=1> [Accessed 21 May 2025].
- Escamilla-Prado, E., Ruiz-Rosado, O., Zamarripa-Colmenero, A. and González-Hernández, V.A., 2015. Calidad en variedades de café orgánico en tres regiones de México. *Revista de Geografía Agrícola*, 55, pp. 45–55. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2015.55.00429>
- Escamilla-Prado, E., Tinoco-Rueda, J.Á., Pérez-Villatoro, H., de Jesús Aguilar-Calvo, Á., Sánchez-Hernández, R. and Ayala-Montejo, D., 2021. Transformación socioecológica en el agroecosistema café afectado por roya en Chiapas, México. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 44(4), pp. 643–653. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.4.643>
- FAO, 2014. *SAFA Guidelines: Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems*. Available at: <https://www.fao.org/3/i3957e/i3957e.pdf> [Accessed 13 May 2025].
- Fletes-Ocón, H.B. and Hernández-Méndez, C.C., 2023. Pluriactividad y reproducción social en localidades rurales de Ocosingo, Chiapas. *Horizontes Territoriales*, 3, pp. 1–20. <https://doi.org/10.31644/HT.03.06.2023.A31>
- García, G.M., Kuhl, L. and Orians, C.M., 2025. Confronting intrinsic yield variability: How coffee farmers understand, manage, and cope with crop alternate bearing. *Human Ecology*. <https://doi.org/10.1007/s10745-025-00638-1>
- Garza-Treviño, A., 2014. El impacto del Comercio Justo en el desarrollo de los productores de café. *Estudios Sociales*, 22, pp. 1–18. <https://doi.org/10.26153/tsw/47487>
- González-Esquivel, C.E., Briones-Guzmán, C., Tovar-López, E., López-Ridaura, S., Arnés, E. and Camacho-Villa, T.C., 2023. Sustainability evaluation of contrasting milpa systems in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04281-y>
- Guevara-Hernández, F., Arias-Yero, I., La O-Arias, M.A., Fonseca-Flores, M. de los Á. and Pinto-Ruiz, R., 2024. Sustainability of native maize family farms in Mexico: Current trends from a socio-agronomic perspective. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 36. <https://doi.org/10.3897/ejfa.2024.118595>
- Häni, F.J., Braga, F.M., Stämpfli, A., Keller, T., Fischer, M. and Porsche, H., 2003. RISE, a tool for holistic sustainability assessment at the farm level. *Agribusiness Management Review*, 6, pp. 78–90. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.34379>
- Hernández-Aguilera, J.N., Conrad, J.M., Gómez, M.I. and Rodewald, A.D., 2019. The economics and ecology of shade-grown coffee: A model to incentivize shade and bird conservation. *Ecological Economics*, 159, pp. 110–121. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.01.015>
- Herrera-Pérez, L., Valtierra-Pacheco, E., Ocampo-Fletes, I., Tornero-Campante, M.A.,

- Hernández-Plascencia, J.A. and Rodríguez-Macías, R., 2023. Evaluation of the sustainability of two types of *Agave tequilana* Weber var. blue agroecosystems in Tequila, Jalisco. *Agrociencia*, 57(8), pp. 1773–1788. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i8.2638>
- Huerta-Palacios, G., Holguín, F. and Anzueta, F., 2016. ¿Cómo contener la roya del café? *Ecofronteras*, 20, pp. 18–20. Available at: <https://www.ecofronteras.com.mx/> [Accessed 15 May 2025].
- INEGI, 2024. *Conjunto de datos climatológicos y geográficos por municipio: Mapastepec, Chiapas*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Available at: <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/> [Accessed 17 May 2025].
- Jiménez-López, A. and López-Arévalo, J., 2024. Estrategias socioeconómicas de pequeños productores de café ante la fluctuación de precios: El caso de los productores de la UCIPA en Pantelhó. *Horizontes Territoriales*, 4, pp. 1–16. <https://doi.org/10.31644/HT.04.07.2024.A37>
- Kilian, B., Jones, C., Pratt, L. and Villalobos, A., 2006. Is sustainable agriculture a viable strategy to improve farm income in Central America? A case study on coffee. *Journal of Business Research*, 59, pp. 322–330. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2005.09.015>
- Leyva, D., De la Torre, M. and Coronado, Y., 2021. Sustainability of the agricultural systems of indigenous people in Hidalgo, Mexico. *Sustainability (Switzerland)*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/su13148075>
- López-García, F.J., Escamilla-Prado, E., Zamarripa-Colmenero, A. and Cruz-Castillo, J.G., 2016. Producción y calidad en variedades de *Coffea arabica* L. en Veracruz. *Revista de Fitotecnia Mexicana*, 39, pp. 297–304. Available at: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802016000300297&script=sci_arttext [Accessed 21 May 2025].
- Lucio, C., 2022. Agroforestry systems around Nevado de Colima: The biocultural importance of a threatened heritage. *Páginas*, 14(34). <https://doi.org/10.35305/rp.v14i34.584>
- Luna, F. and Wilson, P.N., 2015. An economic exploration of smallholder value chains: Coffee transactions in Chiapas, Mexico. *International Food and Agribusiness Management Review*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.208496>
- Martínez-Castro, J.C., Ríos-Castillo, M., Castillo-Leal, M., Jiménez-Castañeda, C.J. and Cotera-Rivera, J., 2015. Sustainability of agroecosystems in tropical regions of México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18, pp. 113–120. <https://doi.org/10.56369/tsaes.2106>
- Masera, O., Astier, M. and López-Ridaura, S., 1999. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS*. México: Instituto de Ecología, UNAM.
- Medina, D.C., 2018. Impacto ambiental generado por la agricultura colombiana 1970–2014. *Conexión Agropecuaria*, 8, pp. 31–47. <https://doi.org/10.38017/22487735.615>
- Medina-Meléndez, J.A., Gómez-Castañeda, J., Sánchez-Yáñez, J., Gómez-Alfaro, G. and Pinto-Molina, O., 2016. Study of the production system of coffee (*Coffea arabica* L.) in the Frailesca region, Chiapas. [online] pp. 33–43. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v10i2.550>
- Moguel, P. and Toledo, V.M., 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13, pp. 11–21. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97153.x>
- Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo, H., Gómez-Pérez, D. and Rosales-Lechuga, R., 2019. *Los negocios del café: ¿Cómo innovar en el contexto de la paradoja del café, en pro de una red de valor más inclusiva y accesible?* Texcoco: Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.
- Nava-Tablada, M.E., 2016. Mercados alternativos de café en el centro de Veracruz. En: M. Hernández y P. Medina, eds., *¿Legitimidad o reconocimiento? Las investigadoras del SNI. Retos y propuestas*. México: Universidad Veracruzana, pp. 145–160.
- Peralta-Abarca, J. del C., Millán Benítez, E. and Sánchez Sandoval, X.M., 2022. Estrategia de certificación orgánica en cafetales de la Sierra de Santa Marta, Sotepan, Veracruz. *Inventio*, 18(45).

- <https://doi.org/10.30973/inventio/2022.18.45/4>
- Ruelas-Mojardín, L., Nava-Tablada, M.E., Cervantes, J. and Barradas, V., 2014. Environmental importance of coffee shade agroecosystems of the mountainous central zone of Veracruz state, Mexico. *Madera y Bosques*, 20, pp. 1–15. Available at: <https://www.maderaybosques.mx/> [Accessed 21 May 2025].
- Ruiz-García, P., Gómez-Díaz, J.D., Valdes-Velarde, E. and Monterroso-Rivas, A.I., 2020. Sistemas agroforestales de café como alternativa de producción sustentable para pequeños productores de México. *Ra Ximhai*, 16(4), pp. 137–158. <https://doi.org/10.35197/rx.16.04.2020.07.pr>
- Sagarnaga-Villegas, L.M., Salas-González, J.M. and Aguilar-Ávila, J., 2018. *Metodología para estimar costos, ingresos y viabilidad financiera y económica en Unidades Representativas de Producción*. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- SIAP, 2023. *Producción Agrícola*. [online] Gobierno de México. Available at: <https://www.gob.mx/agricultura/dgsiap/accio>
- SIAP, 2024. *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. [online] Gobierno de México. Available at: <https://nube.agricultura.gob.mx/ci> [Accessed 13 May 2025].
- Taylor, J.E. and Yúnez-Naude, A., 1999. *Education, migration and productivity: An analytic approach and evidence from rural Mexico*. [online] Available at: <http://www.copyright.com/> [Accessed 13 May 2025].
- Vázquez-López, P., De, J., Espinoza-Arellano, J., Apolinar González-Mancilla, S. and Guerrero-Ramos, L.A., 2022. Características de productores y plantaciones de café en la zona norte de Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 28. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3266>
- Xotlanihua-Flores, D. and Crespo-Stupková, L., 2024. Exports of Mexican coffee to the United States and German markets. *Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad*, 11(32), pp. 150–169. <https://doi.org/10.35588/rivar.v11i32.5971>