

# **UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
SEDE VILLA CORZO**

## **T E S I S**

### **INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ: UN ESTUDIO DE CASO EN EL RANCHO MORELIA**

PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA **EN CIENCIAS  
AGROFORESTALES**

PRESENTA

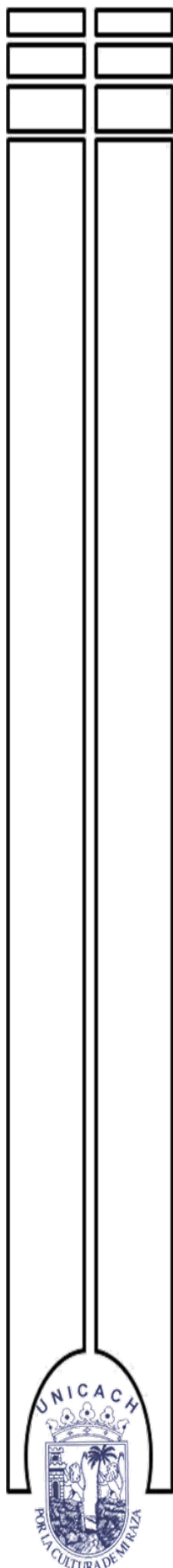
**ARELI GUADALUPE PEREYRA CHACÓN**

DIRECTORA

**DRA. RADY ALEJANDRA CAMPOS SALDAÑA**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Octubre de 2025



# **UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
SEDE VILLA CORZO**

## **T E S I S**

### **INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ: UN ESTUDIO DE CASO EN EL RANCHO MORELIA**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MAESTRA **EN CIENCIAS  
AGROFORESTALES**

PRESENTA

**ARELI GUADALUPE PEREYRA CHACÓN**

COMITÉ TUTORIAL

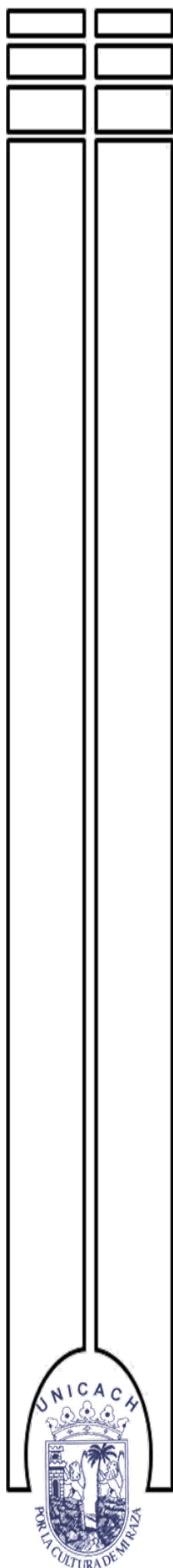
**DRA. RADY ALEJANDRA CAMPOS SALDAÑA (DIRECTORA)**

**DR. LUIS ALFREDO RODRÍGUEZ LARRAMENDI (CODIRECTOR)**

**DR. WEL OLVEÍN CRUZ MACÍAS (ASESOR)**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Octubre de 2025





# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

## SECRETARÍA ACADÉMICA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 17 de octubre de 2025

Oficio No. SA/DIP/I259/2025

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

**C. Areli Guadalupe Pereyra Chacón**

**CVU: I274062**

**Candidata al Grado de Maestra en Ciencias Agroforestales**

**Facultad de Ingeniería**

**UNICACH**

**Presente**

Con fundamento en la **opinión favorable** emitida por escrito por la Comisión Revisora que analizó el trabajo terminal presentado por usted, denominado **Indicadores de sustentabilidad de sistemas agroforestales de producción de café: Un estudio de caso en el Rancho Morelia** y como Directora de tesis la Dra. Rady Alejandra Campos Saldaña (CVU: 440373) quien avala el cumplimiento de los criterios metodológicos y de contenido; esta Dirección a mi cargo **autoriza** la impresión del documento en cita, para la defensa oral del mismo, en el examen que habrá de sustentar para obtener el **Grado de Maestra en Ciencias Agroforestales**.

Es imprescindible observar las características normativas que debe guardar el documento, así como entregar en esta Dirección una copia de la *Constancia de Entrega de Documento Recepcional* que expide el Centro Universitario de Información y Documentación (CUID) de esta Casa de estudios, en sustitución al ejemplar empastado.

**Atentamente**  
**"Por la Cultura de mi Raza"**

**Dra. Dulce Karol Ramírez López**  
**DIRECTORA**



C.c.p. Dr. Segundo Jordán Orantes Alborez. Director de la Facultad de Ingeniería, UNICACH. Para su conocimiento.  
Dr. Miguel Ángel Salas Marina. Coordinador del Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNICACH. Para su conocimiento.  
Archivo/minutario.

EPL/DKRL/jgp/gtr

**2025, Año de la mujer indígena**  
**Año de Rosario Castellanos**

Ilustración: Noé Zenteno



Ciudad Universitaria, libramiento norte  
poniente 1150, col. Lajas Maciel C.P. 29039.  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México  
[investigacionyposgrado@unicach.mx](mailto:investigacionyposgrado@unicach.mx)

## *Dedicatoria*

A Dios, por ser refugio en mis noches más oscuras y por recordarme, incluso en el silencio, que aún puedo seguir. Gracias por sostenerme aun cuando mis fuerzas se esfumaban.

A mis padres, Manuel y María por su amor y apoyo incondicional.

a mis hermanos - todos y cada uno - porque juntos hemos sobrevivido a la vida.

A mi tío Arnulfo, por estar siempre, con sus consejos, su apoyo y hasta sus correcciones, que me han ayudado mucho a crecer.

Y con profundo amor a mis abuelos paternos, Facunda y Arnulfo, que, aunque ya no están, siguen siendo parte de mi fuerza y de este camino. A mis abuelos maternos, Esther y Ubel, por decirme que no importa el tiempo que dure, aún puede hacerse. Este logro también es de todos ellos.

A mi directora de tesis, a la profe Rady, por creer en este proceso incluso cuando yo no lo hacía. Gracias por guiarme con paciencia y por no dejar que renunciara.

## *Agradecimientos*

A Dios, por ser mi guía constante y por darme la fuerza en cada paso de este camino.

A don Mario Alberto, por abrirme las puertas de su rancho, por su tiempo, su disposición inquebrantable y una paciencia infinita que hizo posible cada paso del trabajo en campo. A su esposa, doña Rocío, por su hospitalidad y amabilidad en cada visita.

A la Dra. Rady Alejandra Campos Saldaña, mi directora de tesis, por su paciencia infinita, entusiasmo, actitud positiva y palabras de aliento que mantuvieron mi ánimo en alto durante todo este proceso.

Al Dr. Luis Alfredo Rodríguez Larramendi, por sus consejos, su motivación constante y por darme el impulso para continuar cuando más lo necesitaba.

Al Dr. Wel Olveín Cruz Macías, por su acompañamiento durante este proceso, su actitud siempre respetuosa y alentadora, y por brindar apoyo en los momentos clave.

A Martín Acevedo, mi compañero de clases, un hombre amable, respetuoso y caballeroso, que siempre me motivó a no darme por vencida ni a sentirme menos que los demás, y cuya compañía, ideas, y consejos fueron de gran apoyo en los momentos difíciles.

A Medina, compañero de otra generación, con quien hice buenas migas desde el primer momento, por su apoyo en el trabajo de campo y por recordarme que esto es solo una etapa más de la vida.

Al Consejo Nacional Humanidades, Ciencia y Tecnologías (CONAHCyT), por la beca otorgada, gracias a la cual fue posible llevar a cabo este proyecto.

A quienes, desde la distancia, observaron sin brindar ayuda, les agradezco por recordarme la importancia de la solidaridad, acompañamiento y el apoyo genuino.

Y a todos los que sobrevivieron conmigo este proceso más caótico que mis novelas... gracias por no huir.

Y a mí, por no rendirme, aunque tantas veces lo consideré.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN GENERAL .....	1
1.1    OBJETIVOS .....	3
1.1.1    Objetivo general .....	3
1.1.2    Objetivos específicos.....	3
RESULTADOS .....	4
Artículo 1. Indicadores de sustentabilidad en un sistema agroforestal de producción de café: Un estudio de caso en el Rancho Morelia .....	4
DISCUSIÓN GENERAL .....	31
CONCLUSIONES GENERALES .....	36
BIBLIOGRAFÍA GENERAL .....	38
ANEXOS.....	41
Anexo 1. CONGRESOS Y EVENTOS .....	41
Anexo 2. ARTÍCULO CIENTÍFICO .....	42
Anexo 3. RETRIBUCIÓN SOCIAL .....	43

## **RESUMEN GENERAL**

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los atributos de sustentabilidad de dos sistemas agroforestal de café (SPC1 y SPC2) en el rancho Morelia, municipio de Villa Corzo, en la región Frailesca, Chiapas, una zona importante para la producción cafetalera, bajo el enfoque del marco MESMIS. La investigación fue de tipo mixto con un estudio de caso que integró métodos cualitativos y cuantitativos de ambos sistemas. Se evaluaron siete atributos de sustentabilidad: productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad, equidad y autogestión. Los resultados indicaron que ambos sistemas son rentables, con una relación beneficio/costo  $>1$ , destacando SPC2 por prácticas ambientales como el uso de cascarillas de café como abono orgánico y la presencia de árboles que favorecen la biodiversidad y microclima. No obstante, se identificaron limitaciones en la diversificación planificada la innovación tecnológica, y la gestión consciente de la diversidad vegetal, lo que reduce la resiliencia y confiabilidad del sistema. En el ámbito social, se observó baja inclusión femenina y escasa generación de empleo, además de poca vinculación con redes comunitarias y capacitación, limitando la adaptabilidad y autogestión. La ausencia de planificación tecnológica y débil adopción de innovaciones afectan la competitividad y sostenibilidad a largo plazo. Se concluye que un rediseño estratégico que integre manejo intencional de la biodiversidad, equidad social, inclusión tecnológica y fortalecimiento comunitario es crucial para mejorar la estabilidad, productividad y resiliencia de estos sistemas agroforestales.

**Palabras clave:** MESMIS, Indicadores de sustentabilidad, Sistemas agroforestales de café

## GENERAL SUMMARY

This study aimed to evaluate the sustainability attributes of two coffee agroforestry systems (SPC1 and SPC2) at the Morelia ranch, Villa Corzo municipality, in the Frailesca region of Chiapas, an important area for coffee production, under the MESMIS framework approach. The research was mixed-methods with a case study that integrated qualitative and quantitative methods for both systems. Seven sustainability attributes were assessed: productivity, stability, resilience, reliability, adaptability, equity, and self-management. Results indicated that both systems are profitable, with a benefit/cost ratio  $>1$ , highlighting SPC2 for environmental practices such as the use of coffee husks as organic fertilizer and the presence of trees that favor biodiversity and microclimate. However, limitations were identified in planned diversification, technological innovation, and conscious management of plant diversity, reducing system resilience and reliability. In the social domain, low female inclusion and limited job creation were observed, along with scarce linkage to community networks and training, which restrict adaptability and self-management. The absence of technological planning and weak adoption of innovations affect long-term competitiveness and sustainability. It is concluded that a strategic redesign integrating intentional biodiversity management, social equity, technological inclusion, and community strengthening is crucial to improve the stability, productivity, and resilience of these agroforestry systems.

**Keywords:** MESMIS, Sustainability indicators, Coffee agroforestry systems



## INTRODUCCIÓN GENERAL

El café es uno de los productos más comercializados a nivel mundial. Su producción se desarrolla en 170 países de los cuales, la mayoría son economías emergentes en las que este cultivo juega un papel importante en el desarrollo rural y sustentable (Vegro y Almeida, 2020; Rivera, Ovando & Mejía, 2024). Se considera que, el café es un cultivo de clima tropical, que se produce en países en desarrollo, y es la principal fuente para la exportación agrícola y para la generación de divisas después del petróleo, y presenta grandes perspectivas de crecimiento en el mercado internacional (Figuerola, Pérez & Godínez, 2016).

En México, la cafecultura se lleva a cabo en 480 municipios distribuidos en 15 entidades federativas con una participación de 515,000 productores de los cuales 85 % son de origen indígena (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria [CEDRSSA], 2019; Rivera, Ovando & Mejía, 2024). En este contexto, la producción de café se ha consolidado como una de las principales actividades dentro del sector agrícola, con un impacto significativo en las comunidades rurales, donde al menos 349,701 unidades de producción están dedicadas a su cultivo (Robles, 2011; Pérez-Vera, 2018).

Los estados de Veracruz, Chiapas y Oaxaca son los estados con mayor producción de café, cerca del 80% de la producción en México (Alfonse, Trejo & Martínez, 2018, pág. 9). En particular, el estado de Chiapas es el principal productor, aportando el 41% del volumen nacional, seguido por Veracruz con 24% y Puebla con 15% (Olvera, 2024). El café es el cultivo principal que da soporte económico, social y cultural al agroecosistema (Acevedo, 2015). En muchas regiones del mundo el café se sigue produciendo bajo la sombra de los árboles, en un sistema de producción conocido como sistema agroforestal, en el cual un cultivo –en este caso el café– interactúa con una o más especies de árboles (maderables y/o frutales) (Somarriba 1992; Chain-Guadarrama et al., 2021). Así mismo, los sistemas agroforestales de café son considerados como un modo de producción estratégico enfocado en el desarrollo sustentable, debido a que es el modo de subsistencia de pequeños productores y de alrededor de 30 grupos indígenas del país (García et al., 2020).

De manera complementaria, estos sistemas son particularmente importantes para la conservación de la biodiversidad en áreas dominadas por la producción agropecuaria (agricultura y ganadería). Conservar la biodiversidad es crucial para mantener servicios ecosistémicos (Tilman 1997; Cardinale *et al.* 2012; Chain-Guadarrama *et al.*, 2021) que son fundamentales para la producción de café y el manejo de la finca (Jha *et al.* 2011; Martínez-Rodríguez *et al.* 2017; Chain-Guadarrama *et al.*, 2021). En este contexto, la finca cafetalera no solo se configura como una unidad de producción, sino como un espacio estratégico para el equilibrio entre productividad y conservación ambiental. Por ello, su análisis desde un enfoque de sustentabilidad resulta indispensable.

Desde esta perspectiva, la sustentabilidad se puede entender como el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas (Daly, 2002; Guevara & Vásquez, 2019). Para medirla, una de las metodologías más utilizadas es el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), el cual, evalúa integralmente sistemas productivos con el fin de tener una visión global de su estado, asimismo, analiza factores internos y externos para posteriormente generar posibles estrategias de mejoramiento (Martínez, 2022). Es decir, en este sentido, la cafecultura bajo sistemas agroforestales no solo representa una alternativa viable para la producción sostenible, sino que también refleja un modelo de desarrollo rural que integra el cuidado ambiental, la viabilidad económica y la equidad social. En resumen, la integración de sistemas agroforestales en la producción de café no solo contribuye a la conservación de la biodiversidad y el bienestar social, sino que evaluar estos sistemas mediante herramientas como el MESMIS permite identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, generando información clave para fortalecer la resiliencia de las comunidades cafetaleras y orientarlas hacia un manejo más sustentable de los recursos naturales.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo general**

Evaluar los atributos de sustentabilidad de sistemas agroforestales de café en el rancho Morelia, municipio de Villa Corzo, Chiapas, bajo el enfoque del MESMIS.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Determinar la productividad del sistema de producción de café
- Analizar la estabilidad, resiliencia y confiabilidad del sistema agroforestal de café
- Describir la adaptabilidad, equidad y autogestión de los participantes en los sistemas de producción de café

# **RESULTADOS**

## **Capítulo I.**

**Artículo 1. Indicadores de sustentabilidad en un sistema agroforestal de producción de café:  
Un estudio de caso en el Rancho Morelia**

Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica  
ISSN en línea 3005-2599, enero-marzo 2025,  
Volumen 5, Número 1.

DOI: <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v5i1>

---

## **INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN UN SISTEMA AGROFORESTAL DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ: UN ESTUDIO DE CASO EN EL RANCHO MORELIA**

*SUSTAINABILITY INDICATORS IN AN AGROFORESTRY  
COFFEE PRODUCTION SYSTEM: A CASE STUDY AT RANCHO  
MORELIA*

---

**Ing., Areli Guadalupe Pereyra Chacón**

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, -México

**Dra., Rady Alejandra Campos Saldaña**

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, -México

**Dr., Luis Alfredo Rodríguez Larramendi**

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, -México

**Dr., Wel Olvein Cruz Macías**

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, -México

---



DOI: <https://doi.org/10.61384/r.c.a..v5i1.830>

## Indicadores de Sustentabilidad en un Sistema Agroforestal de Producción de Café: Un estudio de caso en el rancho Morelia

---

Ing., Areli Guadalupe Pereyra Chacón

[al063123005@e.unicach.mx](mailto:al063123005@e.unicach.mx)

<https://orcid.org/0009-0009-4448-2391>

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, -  
México

Dra., Rady Alejandra Campos Saldaña

[rady.campos@unicach.mx](mailto:rady.campos@unicach.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-5724-4618>

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, -  
México

Dr., Luis Alfredo Rodríguez Larramendi

[alfredo.rodriguez@unicach.mx](mailto:alfredo.rodriguez@unicach.mx)

<https://orcid.org/0000-0001-8805-7180>

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, -  
México

Dr., Wel Olvein Cruz Macías

[wel.cruz@unicach.mx](mailto:wel.cruz@unicach.mx)

<https://orcid.org/0000-0003-0472-8755>

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, -  
México

---

### RESUMEN

Este estudio evaluó los indicadores de sustentabilidad de dos sistemas agroforestal de café de un solo productor en el Rancho Morelia, municipio de Villa Corzo, Chiapas. El objetivo del estudio fue evaluar los indicadores de sustentabilidad usando la metodología MESMIS con siete atributos, para identificar el desempeño de los sistemas. El enfoque fue mixto, empleando entrevistas estructuradas, mapeo de finca, visitas guiadas a los sistemas, y análisis físicos y químicos a los suelos. Los principales resultados indicaron que ambos sistemas contribuyen a reducir impactos ambientales, como la compactación del suelo, la pérdida de la biodiversidad, mientras generan beneficios socioeconómicos y fortalecen las cadenas productivas locales. Los sistemas SPC1 y SPC2 mostraron una relación beneficio/costo >1, lo que confirma su viabilidad económica. Ambos sistemas cultivan variedades de café, Costa Rica 95 y Salchimor en SPC1, y Costa Rica y Obata en SPC2, promoviendo la estabilidad ecológica. El manejo de materia orgánica mejora la fertilidad del suelo, la retención de agua y nutrientes, mientras, el mapeo de finca demostró una mejor planificación agrícola. Se concluye que el sistema agroforestal de café es sustentable, al ofrecer beneficios ambientales y económicos, aunque con escasa participación social.

**Palabras clave:** sustentabilidad, MESMIS, café, indicadores, sistema agroforestal

Recibido: 21- noviembre-2024 / Aprobado: 27-diciembre-2024

# Sustainability Indicators in an Agroforestry Coffee Production System: A Case Study at Rancho Morelia

## ABSTRACT

This study evaluated the sustainability indicators of two coffee agroforestry systems from a single producer at Rancho Morelia, in the municipality of Villa Corzo, Chiapas. The objective of the study was to evaluate sustainability indicators using the MESMIS methodology with seven attributes to identify system performance. The approach was mixed, employing structured interview, farm mapping, guided visits to the systems, and physical and chemical soil analyses. The main results indicated that both systems help reduce environmental impacts, such as soil compaction and biodiversity benefits and strengthening local production chains. Systems SPC1 and SPC2 showed a benefit/cost ratio  $>1$ , confirming their economic viability. Both systems cultivate coffee varieties, Costa Rica 95 and Salchomor in SPC1, and Costa Rica and Obata in SPC2, promoting ecological stability. The management of organic matter improves soil fertility, water retention, and nutrient availability, while the farm mapping demonstrated better agricultural planning. It is concluded that the coffee agroforestry system is sustainable, offering environmental and economic benefits, although with limited social participation.

**Keywords:** *sustainability, MESMIS, coffee, indicators, agroforestry system*

## INTRODUCCIÓN

El término sustentabilidad se introdujo en 1987 mediante el Informe Brundtland, donde se conceptualiza como: aquel desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, el cual está sustentado en tres pilares: económico, social y medio ambiente, los cuales interactúan a través del estado (Brundtland, 1987; Gutiérrez, Espinosa & Márquez, 2022).

El concepto de sustentabilidad se refiere al desarrollo de una actividad económica con la capacidad de conservar las características productivas, sociales y ambientales de los recursos utilizados. La evaluación de la sustentabilidad requiere marcos operativos que hagan tangible el concepto (Issaly, Van Den Bosch, Wilson & Calvi, 2022).

En el contexto de la agricultura, la sustentabilidad se refiere a la capacidad de garantizar la continuidad de la productividad agraria mediante prácticas que promuevan un uso adecuado de los recursos naturales, logrando un equilibrio entre el desarrollo económico, el bienestar social y la conservación ambiental. Así, se busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos esenciales para las generaciones futuras (Rodríguez & Balmón, 2011; Fernández-Guarnizo, Sánchez-Castillo & Jumbo-Benítez, 2023; Guevara & Vásquez, 2023). La mayor parte de la producción de café se genera en el trópico mexicano, dado que esta región presenta condiciones agroecológicas apropiadas para el desarrollo de cultivos perennes, siendo Chiapas, Veracruz, Puebla y Oaxaca, los principales estados productores que en conjunto aportan cerca de 90% de la producción (SIAP, 2016; Espinosa et al., 2016). Además, permitir una comparación de criterios e indicadores en el análisis de sostenibilidad y para ello se aplica la herramienta MESMIS, con el fin de encontrar aquellas posibles causas que hacen que un sistema tenga mejor desempeño de los niveles de sostenibilidad frente a los otros (Quiroz, Tibatá & Villamil, 2014; Velásquez, 2019). Sin embargo, es importante tener en cuenta que los indicadores son intrínsecamente específicos a los procesos que abordan. Como Bakkes et al., (1994, citado en Reina, 2016) señalan, no existe una lista universal de indicadores, dado que su relevancia varía según el contexto y las características del problema en estudio. En consecuencia, la selección de indicadores



concretos dependerá de aspectos como la escala del proyecto, el tipo de acceso y la disponibilidad de datos (Alesio, Rimoldi & Spiaggi, 2020).

Tanto así que, según Romero et al. (2020), sugieren que los indicadores son un instrumento para la toma de decisiones, ya que presentan características observables y muchas veces están asociados a datos estadísticos, lo que permite el análisis y seguimiento de las acciones. Donde se ha puesto en manifiesto que no existen indicadores, índices, técnicas, métodos, o marcos únicos para evaluar la sostenibilidad del cultivo de café, por el contrario, estos deben ser aplicados y contruidos en realidades particulares y a partir de las mismas determinar su sostenibilidad (Trigoso et al., 2021).

Asimismo, se cuenta con una serie de propiedades o atributos generales que sirven de guía para el análisis de los aspectos más relevantes en la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de manejo de recursos. Estos atributos se relacionan con un criterio de diagnóstico, que sirve de vínculo entre los problemas o fortalezas identificadas (puntos críticos) con variables cuantificables (indicadores) (Giraldo-Díaz, Nieto-Gómez & Quiceno-Martínez, 2015). Los criterios de diagnóstico describen los atributos de sustentabilidad, son un nivel de análisis más detallado que los atributos, pero más generales que los indicadores, son el vínculo entre atributo e indicador (López & Masera, 2000; Díaz, Gómez & Martínez, 2015). Además, permitir una comparación de criterios e indicadores en el análisis de sostenibilidad y para ello se aplica la herramienta MESMIS, con el fin de encontrar aquellas posibles causas que hacen que un sistema tenga mejor desempeño de los niveles de sostenibilidad frente a los otros (Quiroz, Tibatá & Villamil, 2014; Velásquez, 2019).

Dentro de este contexto, los sistemas agroforestales (SAF's) de café tienen un alto potencial en la captura de carbono (C) gracias a la gran diversidad de especies leñosas usadas como sombra, donde la implementación y conservación de los SAF del café es vital ya que contribuye a mitigar el impacto ambiental negativo como las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, compactación del suelo y pérdida de biodiversidad en flora y fauna que otros sistemas productivos han ocasionado (Valdés, Vázquez et al., 2022).

Los sistemas agroforestales de café se consideran ejes del desarrollo comunitario y regional, ya que tienen la capacidad de mantener cadenas productivas, generar divisas, empleos, conservar la biodiversidad y proporcionar una serie de servicios ecosistémicos a la sociedad (Escamilla et al., 2005; Ruiz-García, Gómez-Díaz, Valdés-Velarde & Monterroso-Rivas, 2020).

Actualmente, los Estados más importantes en la producción del café en México son Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla y Guerrero (Salazar, 2019). Estados como Chiapas aportan 41.3%, Veracruz 24.4%, Puebla 15.8%, Oaxaca 8.2%, Guerrero 4.5% y otros estados sólo participan con 5.9% de la producción nacional (CEDRSSA, 2019).

En este marco, la presente investigación se llevó a cabo en el sistema agroforestal cafetalero de la finca Morelia, en el municipio de Villa Corzo, Chiapas, un área que combina producción agrícola con prácticas de conservación de los recursos naturales, lo que la convierte en un sitio ideal para evaluar la sustentabilidad. Así, el objetivo de este estudio fue el de evaluar los indicadores de sustentabilidad de dos sistemas de producción agroforestal de café en el Rancho Morelia, municipio de Villa Corzo, Chiapas, utilizando la metodología del marco MESMIS.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Sitio de estudio**

El sitio se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas 16°13'00" Norte y 93°13'58" (Figura 1) en el rancho cafetalero Morelia del municipio de Villa Corzo, Chiapas (Google Earth, 2024). En el sitio de estudio se encuentran ubicados dos sistemas de producción de café (SPC) Morelia (SPC1) y Arroyo Negro (SPC 2), que fueron los objetos de investigación.

### **Tipo de investigación**

La investigación es de tipo mixto, ya que combina métodos cuantitativos y cualitativos, y se efectuó un estudio de caso que permitió un análisis detallado de la sustentabilidad en un contexto específico, abarcando los ámbitos social, ambiental y económico. Este enfoque ofrece lecciones y perspectivas valiosas con potencial de aplicación más amplia en la industria cafetalera y otros sistemas agroforestales. La metodología empleada se basó en el marco MESMIS (Marco para la Evaluación de

Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad), que consta de cinco pasos (Masera et al., 1999; Velásquez, 2019), permitiendo evaluar la sustentabilidad de estos sistemas a través de un enfoque sistémico y multidimensional (Etchevers, Astier, Masera & Galván, 2008; Díaz, Gómez & Martínez, 2015). Se evaluaron siete atributos: productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad, equidad y autogestión.

- Productividad: capacidad del sistema productivo para sostener a la familia residente mediante el abastecimiento de bienes y servicios necesarios.
- Estabilidad: capacidad del sistema productivo para mantener su funcionamiento a largo plazo, enfrentando condiciones climáticas, económicas, de mercado, tecnológicas y laborales.
- Resiliencia: habilidad del sistema productivo para recuperar el equilibrio después de haber sido sometido a perturbaciones.
- Confiabilidad: capacidad de autorregulación del sistema, minimizando la probabilidad de modificaciones frente a perturbaciones ambientales.
- Adaptabilidad: capacidad del sistema productivo para realizar ajustes internos tras ser afectado o alterado.
- Equidad: capacidad para distribuir responsabilidades y beneficios entre los miembros del sistema, así como su participación en la toma de decisiones.
- Autogestión: capacidad del sistema productivo para abastecerse en gran medida de insumos, procesos y recursos, logrando una estructura y funcionamiento eficiente (Gutiérrez et al., 2011; Albarracín, Fonseca & López, 2019).

## **Muestreo**

La técnica de muestreo utilizada fue de enfoque descriptivo, basada en una entrevista estructurada y de escala de Likert, de 57 preguntas, relacionadas con los indicadores seleccionados (Tabla 1) según la metodología MESMIS. Estos indicadores abarcan las tres dimensiones clave del marco MESMIS: ambiental, social y económico. Para realizar la evaluación integral del sistema, los resultados fueron agrupados y analizados utilizando indicadores propuestos que permiten evaluar el desempeño en tres

dimensiones clave: económica, social y ambiental. Cada uno de ellos se obtuvo mediante una combinación de metodologías y herramientas que incluyeron:

- Entrevista: Se realizó una entrevista al productor de café para recopilar información sobre sus prácticas agrícolas, percepciones y desafíos en la producción.
- Visitas guiadas: Se llevaron a cabo visitas guiadas a la finca del productor para observar las condiciones del cultivo, identificar técnicas de manejo.
- Toma de muestras de suelo para análisis de laboratorio: Se recolectaron muestras de suelo de diferentes áreas de la finca y se enviaron al laboratorio FERTILAB, para analizar la calidad y nutrientes del suelo.
- Diagrama de Venn: Para visualizar las interacciones y diferencias entre los indicadores de sustentabilidad del sistema de producción de café.
- Mapeo de finca: Se documentó la distribución de cultivos, recursos naturales y prácticas de manejo, facilitando un análisis espacial de la sustentabilidad de los sistemas.

### **Análisis de la información**

En la evaluación económica de este sistema productivo, uno de los indicadores clave para medir su viabilidad y rentabilidad es la relación beneficio/costo (B/C). Este índice permite determinar si los ingresos generados por el sistema son suficientes para cubrir los costos, y, en consecuencia, se obtiene una ganancia o se incurre en pérdidas. De acuerdo con García y Mendoza (2019), la relación B/C puede interpretarse de la siguiente manera:

$$B/C = \frac{\text{Beneficios totales}}{\text{Costos totales}}$$

$B/C > 1$ , se recuperan los costos y hay un margen de ganancia

$B/C = 1$ , sólo se recuperan los costos, pero no se obtiene ganancia ni pérdida

$B/C < 1$ , hay pérdidas.

Además, como parte del análisis integral de estos sistemas, se llevaron a cabo estudios físicos-químicos del suelo en laboratorio, los cuales permitieron comprender las características del terreno y su capacidad para sostener el cultivo de manera eficiente. Estos estudios incluyeron la medición de parámetros como el pH, la capacidad de retención de agua, la materia orgánica y los niveles de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio. Estos indicadores fueron seleccionados por su capacidad de revelar de manera precisa el nivel de sustentabilidad en cada una de estas áreas (Tabla 2).

Es así que, para facilitar su interpretación, se emplearon escalas de valorización que van del 1 al 5, donde el valor de uno (1) es el valor más bajo de sustentabilidad y cinco (5) es la situación favorable de la evaluación puntaje máximo, según Fonseca y Fonseca (2014), este puntaje máximo se considera óptimo o “ideal” (Albarracín, Fonseca & López, 2019).

$$\left( \frac{5}{\text{Rango del Indicador}} \right) * (\text{Valor medio del Indicador}) - \text{Valor mínimo del Indicador}$$

Nota: la formula ha sido adaptada de la original presentada por Rojas et al., (2022), cambiando el valor de 10 a 5 para adecuarse a la escala de valoración establecidos en este estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los atributos de sustentabilidad evaluados en el sistema agroforestal, junto con los puntos críticos identificados y sus respectivos indicadores estratégicos se presentan a continuación. Las dimensiones evaluadas corresponden a los aspectos económicos (E), ambientales (A) y sociales (S).

### Productividad del sistema de producción de café

La evaluación de la productividad en los sistemas SPC1 y SPC2 reveló una relación beneficio/costo >1, lo que sugiere que ambos sistemas son económicamente viables y rentables (Tabla 3). Las dimensiones evaluadas incluyen los aspectos económicos (E) y ambientales (A). Este resultado señala que las

estrategias de manejo implementadas han sido efectivas en la generación de ingresos suficientes para cubrir los costos y obtener beneficios, incluso en un entorno de precios del café volátiles, como aseguran, Fitriani et al., (2020), puesto que los sistemas agroforestales de café son viables económicamente a largo plazo, ya que ofrecen beneficios sostenibles y estabilidad frente a la volatilidad de los precios, siendo más resistentes a la caída extrema de precios.

Espinosa et al., (2016) sustenta que no existe un solo valor, dado que el café no es un producto homogéneo. Esto demuestra que la sustentabilidad ambiental y la rentabilidad económica no son objetivos opuestos, como lo evidencian los dos sistemas de producción evaluados en este estudio.

El estado de Chiapas ocupa el primer lugar en superficie plantada (253 318 ha) y cosechada (237 656 ha), seguido de Veracruz (144 598 ha plantadas y 126 254 ha cosechada) y Oaxaca (134 647 ha plantadas y 111 296 ha cosechada) (SIACON-SAGARPA, 2022; Vázquez-López et. al., 2022). Siendo que el café es un cultivo tropical más importantes del mundo tanto en valor bruto de su producción como por el número de familias que dependen de él para su sustento (Chain-Guadarrama *et. al.*, 2019; Vázquez-López et. al., 2022). Donde, las toneladas, en los años 2019 y 2020 el café en Chiapas alcanzó precios entre \$4 696.00 y \$4 839.00, niveles inferiores respecto a años anteriores (SIACON-SAGARPA, 2022; Vázquez-López et. al., 2022). Por ello, la producción del café es un elemento fundamental de la construcción y la reproducción de la identidad de los cafeticultores y sus comunidades, donde la producción del café no sólo genera ingresos, sino que también forma un elemento fundamental de su estatus social, identidad y cultura colectiva (Henderson, 2017; Henderson, 2019).

Siendo así, además, que el cafeticultor utiliza las cascaras de café como abono orgánico para mejorar la fertilidad del suelo. Considerándola como una práctica beneficiosa porque ayuda a enriquecer el suelo con nutrientes y a reducir el uso de fertilizantes químicos, asimismo le permite aprovechar un recurso que normalmente se desecharía, haciendo un sistema más sostenible y económico. Sostienen Mantovani et al., (2018) que las cáscaras de café, ya sea aplicadas en la superficie del suelo o incorporadas, mejoran la fertilidad del suelo, especialmente el contenido de potasio y materia orgánica, lo que aumenta el crecimiento de las plantas de café. Así mismo, se ha demostrado que la pulpa de

café aumenta significativamente el crecimiento de plántulas de café, debido a su alta capacidad de retención de agua y su contenido de carbono orgánico y fósforo (Pujiyanto, 2007).

### **Estabilidad, resiliencia y confiabilidad del sistema agroforestal de café**

Se evaluaron la estabilidad, resiliencia y confiabilidad del sistema agroforestal (Tabla 4). En cuanto a la biodiversidad vegetal y florística, ambos sitios cuentan con diversidad varietal de café, es decir, en el SPC1, se cultivan las variedades Costa Rica 95 y Salchimor, mientras que en el PSC 2, las variedades son Costa Rica 95 y Obata, lo que es un indicador positivo de estabilidad ecológica, ya que las variedades de café pueden tener características particulares, como la resistencia a plagas, tolerancia a ciertas condiciones climáticas o del suelo, diferencias en el sabor o calidad del grano. Incluso una mayor diversidad varietal puede mejorar la resiliencia del sistema productivo, esto a su vez puede facilitar la adaptación del cultivo a largo plazo.

En términos de vulnerabilidad ambiental, ambos sistemas (PSC 1 y SPC 2) han adoptado prácticas de sanidad del cultivo adecuada, es decir, que cuidan bien las plantas de café, ya que no se observan problemas serios de enfermedades en los cultivos, lo que indica que el manejo es efectivo. Conservación del suelo, han implementado un manejo de materia orgánica, el cual juega un papel crucial en la recuperación y mejora de la fertilidad del suelo, favoreciendo el aumento de la retención de agua y nutrientes. Mientras que no se detecta contaminación por pesticidas, lo que refuerza su resiliencia ante plagas y enfermedades, mostrando una resiliencia. En dimensiones como la productividad, ambos sitios manejan adecuadamente la disponibilidad de nutrientes y la fertilidad del suelo, factores que contribuye a la sustentabilidad a largo plazo del sistema. No obstante, en vulnerabilidad social, se destaca notablemente la participación del cafecultor en organizaciones sociales, lo que representa una debilidad importante en la dimensión social, afectando potencialmente la resiliencia comunitaria.

Los resultados sobre la fertilidad del suelo del SPC1 (Tabla 5). Indican que tiene una textura Franco Arcilloso Arenoso de textura media, los cuales son comunes en ambientes agrícolas y presentan buena capacidad de retención de agua y nutrientes (Schiavo et al., 2012). El pH es moderadamente ácido y el

contenido de materia orgánica es medio. En cuanto a los nutrientes, el nitrógeno es moderadamente bajo, el fósforo es medio, y el potasio es muy bajo. Sin embargo, el contenido de hierro es alto. La capacidad de intercambio catiónico es moderadamente baja, como señala Liang et al., (2006), que tienen menos capacidad para retener nutrientes, lo que sugiere que las plantas podrían necesitar una fertilización más frecuente con un muy alto contenido de calcio y un nivel medio de magnesio. Por último, el contenido de azufre es muy bajo.

Los resultados sobre la fertilidad del suelo del SPC2 (Tabla 6), muestran que el tipo de suelo es Franco Arcilloso Arenoso de textura media. El pH es moderadamente ácido, el cual puede limitar la disponibilidad de nutrientes como el fosforo (Panhwar et al., 2014). El contenido de materia orgánica y fósforo es medio, mientras que el contenido de potasio es muy bajo. El nitrógeno está en niveles moderadamente bajos y el hierro tiene un alto contenido. La capacidad de intercambio catiónico es moderadamente baja, con un contenido muy alto de calcio y un nivel medio de magnesio. Finalmente, el contenido de azufre es muy bajo, esto con el fin de evaluar la calidad del suelo.

La elaboración de un diagrama de Venn (Figura 2), ayudó a visualizar la limitada participación del caficultor en las organizaciones sociales, no obstante, este diagrama muestra al Rancho Morelia como el nodo central conectado con varias entidades. La certificadora proporciona fertilizantes al rancho, de igual forma, busca mantener estándares de calidad o sostenibilidad, lo cual puede ser un valor añadido en mercados especializados. Gikunda y Lawver (2020) analizan que, los agricultores certificados adoptan prácticas sostenibles de manejo de plagas y conservación del suelo en mayor medida que los no certificados, lo que también mejora la sostenibilidad económica y ecológica. La Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) mantiene una relación de cooperación con Rancho Morelia, mientras que los otros productores comparten conocimientos, es decir, un intercambio de experiencias y saberes prácticos dentro de mismo sector, lo que fortalece la capacidad de adaptación del rancho ante desafíos del entorno. La Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) ofrece asistencia técnica al rancho, y los técnicos son responsables de la capacitación. Este diagrama representa una red de



colaboración en la que diferentes actores contribuyen de manera específica al desarrollo y manejo del mismo, incluyendo el intercambio de recursos, conocimientos y apoyo técnico.

Además de lo anterior, el diagrama refleja la importancia de las alianzas estratégicas en el desarrollo de un sistema agroforestal o productivo como el de Rancho Morelia. Estas conexiones muestran que no se trata de un esfuerzo aislado, sino de un sistema integral en que diversas identidades aportan desde sus áreas de especialización. La presencia de instituciones académicas como UNICACH y UNACH sugiere que el rancho no solo se beneficia de apoyo técnico y científico, sino que también podría estar vinculado con investigaciones y desarrollos innovadores en área agrícola. Khurrohmah et al., (2022) consideran que el intercambio de conocimientos y la innovación se asocian significativamente, lo que sugiere que el conocimiento compartido impulsa mejoras en las prácticas comerciales y la competitividad en el mercado.

#### **Adaptabilidad, equidad y autogestión de los participantes en los sistemas de producción de café**

La capacidad de cambio e innovación del cafeticultor, donde se buscó identificar el nivel de adopción o rechazo de nuevas tecnologías dentro de su rancho cafetalero. Este aspecto es crucial, ya que la adaptabilidad puede influir directamente en la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

Se abordó, además, la dimensión de la equidad y autogestión en los sistemas de producción de café. En este contexto, se analizó la generación de empleo y la participación equitativa de género en la cadena productiva, prestando especial atención a la existencia de desigualdades de género que pueden limitar el desarrollo del sistema, como sostiene Celis (2017), que, hasta el momento la participación de las mujeres en la toma de decisiones no se corresponde en su totalidad con la presencia que tienen en el trabajo de campo, tampoco se ha visualizado ni reconocido en su totalidad el trabajo doméstico que llevan a cabo y su contribución al valor de la mercancía final que es el café. Asimismo, se investigó si el cafeticultor depende de financiamiento externo o de préstamos bancarios, obteniendo una negativa, no obstante, resultó que no afecta su autonomía (Tabla 7).

El mapeo de finca, destaca la disposición y manejo de diversas áreas productivas. Se identificaron dos sitios principales de cultivo de café: Morelia (SPC 1) con una extensión de 3 hectáreas y Arroyo Negro

(SPC 2) con 4 hectáreas (Figura 3). En ambos sistemas, se cultivan variedades de café Costa Rica 95 y Obata en el SPC 2, mientras que en sitio SPC1 también se cultiva la variedad Sarchimor. El diseño de plantación sigue un espaciado de 1.50 metros entre plantas (distancia intra-fila) y 1.70 metros entre hileras (distancia inter-fila), optimizando así el uso del terreno para una mejor gestión del cultivo. Además de las áreas de cultivo, la finca cuenta con una infraestructura de apoyo para la producción, incluyendo una bodega, una despulpadora y un área de secado, todos ubicados cerca del río, lo que facilita el acceso a agua para los procesos postcosecha. También se observaron áreas destinadas a la cría de animales, con 80 gallinas, 30 patos, 15 guajolotes y 3 gansos, así como 6 puercos, que contribuyen a la diversidad de las actividades productivas. Aunado a ello, se idéntico la existencia de un horno de pan, lo que indica la elaboración de productos alimenticios, posiblemente destinados al autoconsumo o para satisfacer necesidades locales dentro de la finca. En cuanto a las distancias, se observó que los sistemas de cultivo están separados por 600 y 800 metros del camino principal, respectivamente, lo que podría influir en el acceso y manejo logístico de la producción. Siendo que el mapeo resalta la organización multifuncional del Rancho Morelia, integrando tanto la producción cafetalera como la cría de animales y otros servicios, lo que evidencia un sistema agroforestal diversificado y resiliente, como señala Teluglunca et al., (2018) que, el mapeo preciso de áreas productivas ayuda a mejorar la planificación del uso de la tierra y el manejo agrícola.

### **La sustentabilidad en los sistemas de producción**

El análisis de la sustentabilidad de los sistemas de producción (Figura 4), nos permitió observar las diferencias y similitudes entre los dos sistemas de producción de café en cuanto a diversos indicadores que incluyen aspectos económicos, sociales y ambientales. En términos generales, SPC 2, tiene un mejor desempeño en la mayoría de los indicadores, destacándose en productividad, balance económico, sanidad del cultivo y participación comunitaria, lo que sugiere que este sistema está diversificado, mejor gestionado y probablemente es más sostenible. Por otro lado, SP 1, tiene un mejor desempeño en algunos indicadores específicos como contaminación ambiental y acceso a préstamos bancarios, pero parece que enfrenta desafíos en áreas como la disponibilidad de agua y productividad.

Este análisis de los sistemas de producción de café demuestra que la sustentabilidad no es un concepto unidimensional. Cada sistema presenta fortalezas y debilidades que deben ser consideradas para el desarrollo de estrategias y prácticas que promuevan una producción de café verdaderamente sostenible.

## **CONCLUSIÓN**

Al concluir el estudio, se observó que los sistemas de producción de café SPC1 y SPC2 presentan una relación beneficio/costo superior a 1, lo cual confirma su viabilidad y rentabilidad económica, con ingresos que cubren los costos de producción y generan ganancias a pesar de las fluctuaciones en los precios del café. Ambos sistemas destacan por su diversidad varietal: Costa Rica 95 y Salchimor, en SPC 1 y, Costa Rica 95 y Obata en SPC 2., la cual contribuye a la estabilidad ecológica mediante variedades resistentes a plagas y tolerancia a condiciones ambientales específicas, fortaleciendo la resiliencia del sistema a largo plazo. En términos de sostenibilidad ambiental, ambos sistemas han implementado prácticas efectivas de manejo sanitario y de materia orgánica, las cuales mantienen la fertilidad del suelo y mejoran su capacidad de retención de agua y nutrientes. En el análisis del suelo, ambos sistemas muestran texturas franco arcillosa arenosa, con niveles moderadamente ácidos y bajos en potasio y azufre, sugiriendo una necesidad de fertilización periódica.

A nivel social, la limitada participación de del productor en organizaciones representa una debilidad en términos de adaptación comunitaria. Destaca la disposición del cafeticultor para adoptar tecnologías que mejoren la sostenibilidad a largo plazo. Asimismo, el mapeo de la finca permitió una distribución estratégica de las áreas productivas, maximizando el uso del terreno y proporcionando un orden funcional que incluye zonas de café, cría de animales y un horno de pan, lo cual diversifica las actividades productivas del rancho y fortalece su resiliencia.

La evaluación de la sustentabilidad sugiere que el sistema agroforestal en Rancho Morelia es sostenible, con un balance positivo en términos de viabilidad económica, estabilidad ecológica y adaptabilidad social. Sin embargo, para consolidar su sustentabilidad, es necesario mejorar la dimensión social mediante una mayor participación organizativa y una gestión comunitaria más inclusiva.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Romero-Vargas, M., Bermúdez-Rojas, T., & Duque-Gutiérrez, M. (2020). Evaluación cualitativa de indicadores de sostenibilidad socioambiental para su selección y aplicación en ciudades costarricenses. *Revista Geográfica de América Central*, (64), 1-25.
- Albarracín-Zaidiza, J. A., Fonseca-Carreño, N. E., & López-Vargas, L. H. (2019). Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Caso provincia del Sumapaz. *Ciencia y agricultura*, 16(2).
- Alesio, C.J., Rimoldi, P., & Spiaggi, E. (2020). Análisis de sustentabilidad en un sistema de producción agropecuaria. Estudio de caso: Establecimiento Guardalavaca Periodo 2018/2019, Armstrong-Santa Fe.
- Bakkes, J.A.; G.J. van den Born; J.C. Helder; R.J. Stewart; C.W. Hope; J.D.E. Parker. 1994. An Overview of Environmental Indicators: State of the Art and Perspectives. Nairobi: PNUMA/RIVM.
- CEDRSSA (2019). *Comercio internacional del café: El caso de México*. Investigación interna, Palacio Legislativo de San Lázaro, Ciudad de México, julio 2019.
- Celis, S. N. J. (2017). De la parcela a la mesa. El trabajo de las mujeres en torno a la pequeña producción de café en Oaxaca, México. *Revista latinoamericana de antropología del trabajo*, 1(1), 1-25.
- Espinosa-García, J. A., Uresti-Gil, J., Vélez-Izquierdo, A., Moctezuma-López, G., Uresti-Durán, D., Góngora-González, S. F., & Inurreta-Aguirre, H. D. (2016). Productividad y rentabilidad potencial del café (*Coffea arabica* L.) en el trópico mexicano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(8), 2011-2024.
- Giraldo-Díaz, R.; Nieto-Gómez, L.E.; Quiceno-Martínez, A. (2015). Evaluación de atributos de sustentabilidad de sistemas de producción campesinos en la vereda El Mesón, municipio de Palmira, Valle del Cauca (Colombia). *Revista Libre Empresa*. 12(1), 111-135.  
<http://dx.doi.org/10.18041/libemp.v23n1.23106>
- Gikunda, R., & Lawver, D. (2020). Effect of Certification on Adoption and Sustainability of Organic Agricultural Practices. *Journal of International Agricultural and Extension Education*, 27, 64-78.

<https://doi.org/10.5191/jiaee.2020.27105>.

Gutiérrez-García, G., Espinosa-Ayala, E., & Márquez-Molina, O. (2022). Evaluación de la sustentabilidad de la cunicultura de traspato en el Estado de México mediante el método IDEA. *Terra Latinoamericana*, 40.

Guevara M., Z., & Vásquez C., R.E. (2023). Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas cafetaleras en la localidad de Nuevo Chirimoto, Rodríguez de Mendoza-Región. *Revista Científica Pakamuros*.

Issaly, L. C., Van Den Bosch, M. E., Wilson, M. G., & Calvi, M. (2022). *Utilización del método MESMIS en la evaluación de la sustentabilidad*. INTA

Henderson, Thomas Paul (2017). "Struggles for autonomy from and within the market of southeast Mexico's small coffee producers". *Journal of Peasant Studies*.

doi : 10.1080/03066150.2017.1382478.

Henderson, T. P. (2019). La roya y el futuro del café en Chiapas. *Revista mexicana de sociología*, 81(2), 389-416.

Khurrohmah, M., Liestyana, Y., & Wahyuningsih, T. (2022). Social Capital, Knowledge Sharing, Innovation, and Performance of Coffee Producer SMEs in Purworejo, Central Java. *Jurnal Ilmiah Manajemen Kesatuan*. <https://doi.org/10.37641/jimkes.v10i3.1469>.

Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'Neill, B., Skjemstad, J., Thies, J., Luizão, F., Petersen, J., & Neves, E. (2006). Black Carbon Increases Cation Exchange Capacity in Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 70, 1719-1730.

<https://doi.org/10.2136/SSSAJ2005.0383>.

Mantovani, J., Paula, D., Rezende, T., Silva, A., Andrade, P., & Landgraf, P. (2018). EARLY GROWTH OF COFFEE PLANTS AND SOIL FERTILITY PROPERTIES IN RESPONSE TO COFFEE HUSK APPLICATION. *Coffee Science*. <https://doi.org/10.25186/cs.v13i3.1466>.

Panhwar, Q., Naher, U., Radziah, O., Shamshuddin, J., & Razi, I. (2014). Bio-Fertilizer, Ground Magnesium Limestone and Basalt Applications May Improve Chemical Properties of Malaysian

- Acid Sulfate Soils and Rice Growth. *Pedosphere*, 24, 827-835. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(14\)60070-9](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(14)60070-9).
- Pujiyanto, P. (2007). Use of Coffee Pulp and Minerals for Natural Soil Ameliorant. *Pelita Perkebunan: a Coffee and Cocoa Research Journal*, 23, 160072. <https://doi.org/10.22302/ICCRI.JUR.PELITAPERKEBUNAN.V23I2.89>.
- Reina Castro, J. L. (2016). Sustentabilidad de los sistemas agropecuarios en la zona del proyecto de riego Carrizal-Chone Etapa I (Manabí, Ecuador).
- Rodríguez, J. A. G. L., & Balmón, M. A. (2011). Evaluación de la sostenibilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía. *Analistas Económicos de Andalucía, Spain*.
- Romero Hernández, Esteban, (2021). Tesis: Evaluación de la sustentabilidad en sistemas agroforestales tradicionales con manejo agroecológico: Dos estudios de caso en los estados de Veracruz y Oaxaca.
- Schiavo, J., Neto, A., Pereira, M., Rosset, J., Secretti, M., & Pessenda, L. (2012). Characterization and classification of soils in the Taquari river basin - Pantanal region, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Brasileira De Ciencia Do Solo*, 36, 697-708. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000300002>.
- SIAP. 2016. Cierre de la producción agrícola por estado 2014. SIAPSAGARPA. <http://www.siap.gob.mx/agricultura-produccionanual>
- Teluguntla, P., Thenkabail, P., Oliphant, A., Xiong, J., Gumma, M., Congalton, R., Yadav, K., & Huete, A. (2018). A 30-m landsat-derived cropland extent product of Australia and China using random forest machine learning algorithm on Google Earth Engine cloud computing platform. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.07.017>.
- Trigoso, J. A. C., Valderrama, N. L. M., Trujillo, P. A. R., & Rosero, L. M. G. (2021). Sostenibilidad del café: revisión sistemática de la literatura. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(95), 943-961.

- Valdés-Velarde, E., Vázquez-Domínguez, L. P., Tinoco-Rueda, J. Á., Sánchez-Hernández, R., Salcedo-Pérez, E., & Lagunes-Fortiz, E. (2022). Servicio ecosistémico de carbono almacenado en cafetales bajo sombra en sistema agroforestal. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(SPE28), 287-297.
- Velásquez, Blanca Liliana (2019). Tesis: Análisis de la sostenibilidad utilizando indicadores de la metodología MESMIS en unidades productivas ovinas de la subregión oriente o metropolitana y suroriente del Departamento de Norte de Santander.
- Vázquez-López, P., Espinoza-Arellano, J. D. J., González-Mancilla, A., & Guerrero-Ramos, L. A. (2022). Características de productores y plantaciones de café en la zona norte de Chiapas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(SPE28), 101-111.

## ANEXOS

### Ilustraciones, tablas y figuras

**Tabla 1** Indicadores o atributos empleados para la evaluación de la sustentabilidad de la finca Morelia

Atributos	Criterios de identificación	Puntos críticos	Indicadores estratégicos	Dimensiones
Productividad	Eficiencia	Bajos rendimientos	Productivo	E, A
		Bajos precios del café y alto costo de producción	Relación beneficio/costo (balance económico)	E
	Biodiversidad vegetal y florística	Monocultivo de variedad	Diversidad varietal del café	A
		Baja diversificación de cultivos asociados	Número de especies como arreglo forestal	A
Deterioro de los bosques y poca existencia de vegetación natural		Diversidad arbórea	A	
Poca diversidad de cultivos		Diversidad de los cultivos	E, A	
Estabilidad, resiliencia y confiabilidad	Vulnerabilidad ambiental y de conservación recursos	Pérdida por plagas y enfermedades	Sanidad del cultivo del café (plaga y enfermedades)	A
		Degradación del suelo	Conservación del suelo	A
		Manejo inadecuado de la materia orgánica	Aporte y manejo de la materia orgánica	A
		Uso inadecuado de pesticidas	Contaminación de pesticidas	E, A
	Productividad Ingresos y gastos	Poca disponibilidad y uso de abono orgánico	Disponibilidad de nutrientes y manejo de la fertilidad del suelo	A
	Vulnerabilidad social y participación	Limitada participación del caficultor en organizaciones	Participación del caficultor en las organizaciones sociales	S
	Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	Bajo nivel de innovación y aplicación de tecnología	Capacidad de adopción de innovación
	Generación de empleos y participación	Poca integración en los procesos productivos y en toma de decisiones	Integración familiar y toma de decisiones	S



<b>Equidad</b>	Inclusión y participación equitativa de género en la cadena de producción	Desigualdades de género en el acceso a recursos y toma de decisiones	Proporción de mujeres en roles de liderazgo, acceso igualitario a recursos entre géneros
<b>y</b>			
<b>Autogestión</b>	Autogestión	Limitada gestión de las fincas	Nivel de gestión y administración
	Auto eficiencia	Dependencia financiera externa	Eficiencia de la utilización de préstamo bancario
	Diversificación	Dependencia exclusiva de la producción de café como única fuente de ingresos	Actividades no relacionadas con el café, variedad de cultivos y otras actividades en la finca

Social (S), Ambiental (A) y Económica (E). Adaptado de Rojas, Alvarado-Huamán, Borjas-Ventura, Carbonell, Castro-Cepero & Julca-Otiniano (2021), con modificaciones

**Tabla 2** Indicadores seleccionados.

Indicadores estratégicos	Dimensiones
Productivo	E, A
Relación beneficio/costo (balance económico)	E
Diversidad varietal del café	A
Número de especies como arreglo forestal	A
Diversidad arbórea	A
Diversidad de los cultivos	E, A
Sanidad del cultivo del café (plaga y enfermedades)	A
Conservación del suelo	A
Aporte y manejo de la materia orgánica	A
Contaminación de pesticidas	E, A
Disponibilidad de nutrientes y manejo de la fertilidad del suelo	A
Participación del caficultor en las organizaciones sociales	S
Capacidad de adopción de innovación	S, E
Integración familiar y toma de decisiones	S
Proporción de mujeres en roles de liderazgo, acceso igualitario a recursos entre géneros	
Nivel de gestión y administración	E, S
Eficiencia de la utilización de préstamo bancario	E, S, A
Actividades no relacionadas con el café, variedad de cultivos y otras actividades en la finca	E, A

Fuente: Elaboración propia. Social (S), Ambiental (A) y Económica (E).

**Tabla 3** Evaluación de la Productividad y Rentabilidad en Sistemas de Producción de Café (SPC1 y SPC2)

Atributos	Criterios de identificación	Indicadores estratégicos	Dimensiones	SPC 1	SPC2
Productividad	Eficiente	Productividad	E, A		
		Relación beneficio/costo (balance económico)	E	> 1	> 1

Fuente: Elaboración propia. Social (S), Ambiental (A) y Económica (E).

**Tabla 4** Estabilidad, Resiliencia y Confiabilidad en Sistemas Agroforestales Cafetaleros

Atributos	Criterios de Identificación	Indicadores estratégicos	Dimensiones	Sitio 1	Sitio 2
Estabilidad, resiliencia y confiabilidad	Biodiversidad vegetal y florística	Diversidad varietal del café	A	SI	SI
		Número de especies como arreglo forestal		Pendiente	Pendiente
		Diversidad arbórea		Pendiente	Pendiente
	Vulnerabilidad ambiental y conservación de recursos	Sanidad del cultivo del café (plagas y enfermedades)	E, A	SÍ	SÍ
		Conservación del suelo		SÍ	SÍ
		Aporte y manejo de la materia orgánica		SÍ	SÍ
		Contaminación de pesticidas		NO	NO
		Productividad, ingresos y gastos		SÍ	SÍ
	Vulnerabilidad social y participativa	Participación del cafeticultor en las organizaciones sociales	S	NO	NO

Fuente: Elaboración propia. Social (S), Ambiental (A) y Económica (E).

**Tabla 5** Resultados de la fertilidad del suelo SPC1

<b>Fertilidad del suelo</b>	
<b>Sistema de Producción de Café 1</b>	
<b>Morelia</b>	
<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de Suelo	Franco Arcilloso Arenoso de textura media.
pH	Moderadamente ácido.
Contenido de Materia Orgánica	Medio de materia orgánica, Nitrógeno y Fósforo y muy bajo contenido de Potasio.
Contenido de Hierro	Alto contenido de hierro.
Capacidad de Intercambio Catiónico	Baja capacidad de intercambio catiónico; moderada cantidad de cationes (Ca y Mg).
Contenido de Azufre	Muy bajo contenido de Azufre
<b>Factores críticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja fertilidad basada en la capacidad de intercambio de cationes</li> <li>Deficiente en Potasio, Boro y Fósforo</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6** Resultados de la fertilidad del suelo SPC2

<b>Fertilidad del suelo</b>	
<b>Sistema de Producción de Café 2</b>	
<b>Arroyo Negro</b>	
<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de Suelo	Franco Arcilloso Arenoso de textura media.
pH	Moderadamente ácido.
Contenido de Materia Orgánica	Medio de materia orgánica, Fósforo; muy bajo contenido de Potasio.
Contenido de Nitrógeno	Moderadamente bajo en Nitrógeno
Contenido de Hierro	Alto contenido de hierro.

Capacidad de Intercambio Catiónico	Baja capacidad de intercambio catiónico; muy alto contenido de Ca y medio de Mg.
Contenido de Azufre	Muy bajo contenido de Azufre
<b>Factores críticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderadamente baja fertilidad basada en la capacidad de Intercambio de cationes</li> <li>• Deficiente en Potasio, Azufre y fósforo</li> </ul>

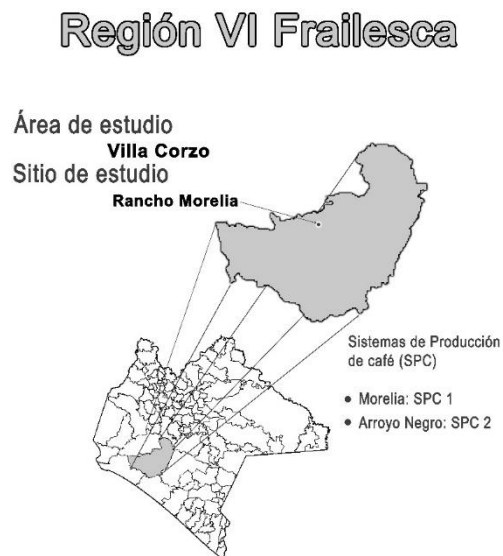
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7** Adaptabilidad, Equidad y Autogestión en Sistemas Agroforestales Cafetaleros

Atributos	Criterios de identificación	Indicadores estratégicos	Dimensiones	SPC 1	SPC 2
Adaptabilidad, Equidad y Autogestión	Generación de empleos	Capacidad de adopción de innovación	S, E	No	Sí
	Inclusión y participación equitativa de género en la cadena de producción	Integración familiar y toma de decisiones Proporción de mujeres en roles de liderazgo, acceso igualitario a recursos entre géneros	S	No	No
	Autogestión	Nivel de gestión y administración	E, S	Sí	Sí
	Autoeficiencia	Eficiencia de la utilización de préstamo bancario	E, S, A	No	No
	Diversificación	Actividades no relacionadas con el café, variedad de cultivos y otras actividades en la finca	E, A	No	No

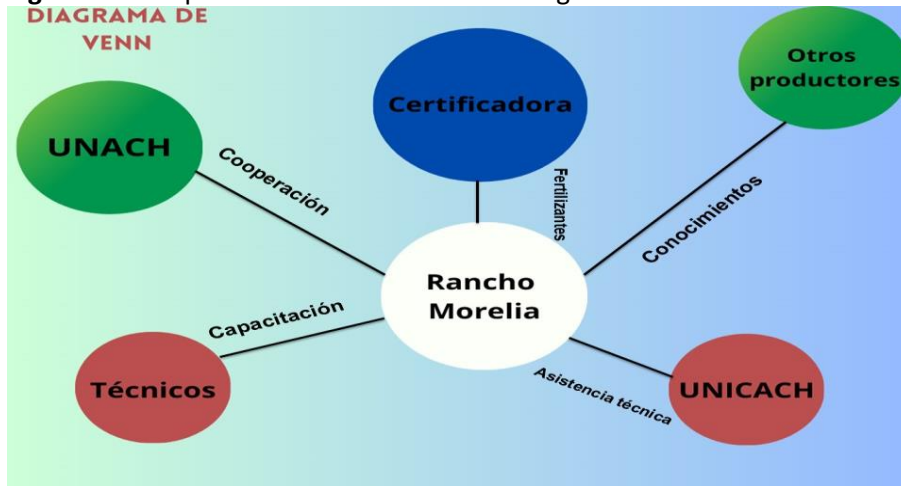
Fuente: Elaboración propia. Social (S), Ambiental (A) y Económica (E).

**Figura 1** Ubicación del lugar

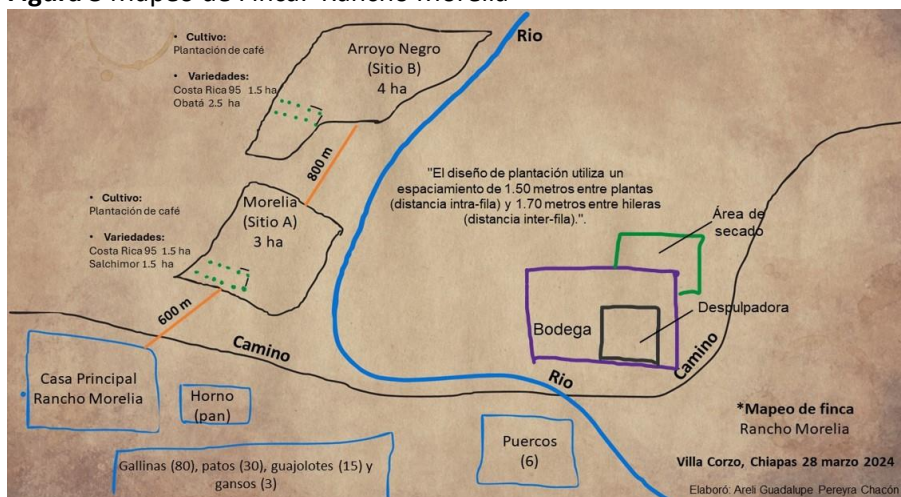


Fuente: Elaboración propia

**Figura 2** Participación del cafeticultor en las organizaciones sociales

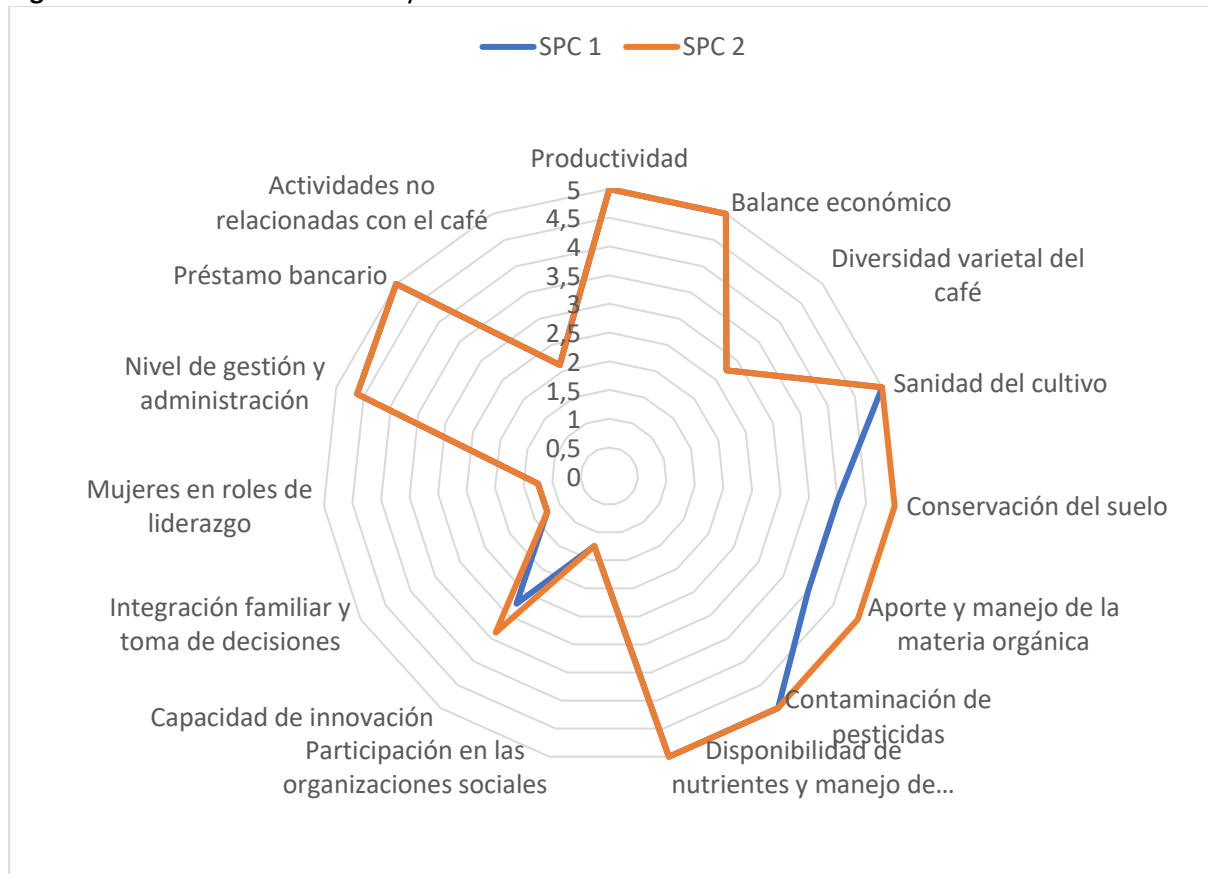


**Figura 3** Mapeo de Finca: Rancho Morelia



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4** Sustentabilidad de SPC1 y SPC2 del Rancho Morelia



Fuente: Elaboración propia

## DISCUSIÓN GENERAL

En los resultados del estudio, destaca lo siguiente: El análisis de la productividad en los sistemas SPC1 (con 3 ha) y SPC2 (con 4 ha) mostró que ambos presentan una relación beneficio/costo  $>1$ , lo cual evidencia su viabilidad y rentabilidad desde una perspectiva económica y ambiental. Este indicador sugiere que los ingresos generados superan los costos de producción, reflejando prácticas de manejo eficientes en términos de generación de beneficios. Mientras que lo ambiental destaca mucho más en el SPC2 por el uso de las cascarillas del café como abono orgánico una práctica que mejora la fertilidad del suelo y reduce la dependencia de fertilizantes químicos, además, el mismo sistema cuenta con la presencia de árboles grandes y frondosos—algunos introducidos sin un diseño planificado y otros remantes previos al establecimiento del cafetal—aporta sombra regulación microclimática y conservación de biodiversidad, contribuyendo así a su sustentabilidad ecológica.

Sin embargo, también se detectaron limitaciones que podrían comprometer la sustentabilidad a largo plazo. Entre ellas se encuentran aspectos como la escasa diversificación planificada de productos, la dependencia de precios de mercado y la falta de innovación tecnológica, además, solo uno de los sistemas cuenta con un sistema de riego (aunque sea sencillo), lo que podría influir en la capacidad de respuesta ante factores que podrían afectar la estabilidad y continuidad del sistema productivo en escenarios menos favorables. En este sentido, Benítez et al. (2019) y Escobar et al. (2019) señalan que “la disminución de la diversidad a nivel parcela y paisaje (distintos usos del suelo) reduce la resiliencia de las familias en periodos de crisis, pues se vuelven más dependientes de un solo producto y más vulnerables en las emergencias como los bajos precios, la incidencia de plagas y enfermedades y la variabilidad del clima”, lo cual coincide con los hallazgos del presente estudio.

Resultados similares han sido documentados en otros contextos latinoamericanos. Por ejemplo, en un sistema agroforestal con café y árboles maderables en Ecuador, se observó que, aunque el monocultivo de café ofrecía mayor producción por hectárea, los sistemas agroforestales presentaban un mejor uso del suelo y mayor volumen de producción forestal. Esto evidencia una mayor rentabilidad general y una mejor sustentabilidad ambiental del sistema combinado (Cunuhay et al., 2009). Esta comparación refuerza la idea de que la productividad debe analizarse desde una

perspectiva integral, considerando no solo los ingresos directos, sino también los beneficios ecológicos, sociales y económicos del conjunto del sistema.

Al analizar la estabilidad del sistema, se identificaron elementos que limitan su equilibrio funcional. Y de acuerdo con las observaciones realizadas en los sistemas de producción de café durante el trabajo de campo, el sistema agroforestal de café evidenció una notable diversidad de especies arbóreas dentro de las parcelas, incluyendo limas, plátanos (guineo), chiles, entre otras plantas que coexisten con los cafetos. No obstante, muchas de estas especies no fueron introducidas con un propósito técnico o productivo definido, sino que permanecieron desde antes de la conversión a cafetal o se incorporaron de forma espontánea. Esta falta de planificación limita el aprovechamiento integral del potencial agroforestal, ya que algunas especies podrían estar compitiendo por recursos o no aportar beneficios significativos al sistema. La estabilidad ecológica se ve comprometida cuando no hay un manejo intencional de la biodiversidad que favorezca el equilibrio funcional del sistema. Según Ramos et al. (2019), en cafetales bajo sombra de la Sierra Madre de Chiapas se encontró una alta diversidad vegetal, incluyendo especies que no fueron introducidas con un fin técnico, sino que se mantuvieron desde antes de la conversión a cafetal o se incorporaron de forma espontánea, lo cual limita el aprovechamiento integral del sistema agroforestal.

Durante el análisis de la resiliencia del sistema, surgieron evidencias que apuntan a una gestión poco intencionada de la diversidad vegetal, es así que el productor entrevistado reconoció que las especies presentes se mantuvieron o cambiaron con el tiempo, pero no supo explicar los criterios utilizados para seleccionar o conservar ciertas plantas. Esto revela una debilidad en la capacidad del sistema para adaptarse frente a perturbaciones ambientales o económicas. La resiliencia, entendida como la habilidad del sistema para absorber impactos y mantenerse funcional, depende en gran parte de una diversidad funcional bien gestionada. En contraste, otros estudios han mostrado que una mayor intencionalidad en la selección de especies dentro de sistemas agroforestales puede mejorar la retención de humedad del suelo, favorecer el control de plagas de manera natural y aumentar la resiliencia ante eventos climáticos extremos (Soto-Pinto et al., 2007). La ausencia de un manejo estratégico en el sistema estudiado limita su confiabilidad a largo plazo, ya que no se aprovechan del todo los beneficios de la diversidad funcional. La resiliencia del sistema, por tanto, no solo depende de la cantidad de especies, sino de su rol dentro del



agroecosistema. Como señalan Nicholls & Altieri (2019), incrementar la biodiversidad funcional refuerza la resiliencia de los agroecosistemas frente a eventos climáticos externos. Asimismo, Sarandón & Flores (2014) enfatizan que la diversidad de funcional es esencial para mantener la estabilidad y funcionalidad de los agroecosistemas bajo condiciones cambiantes. En este sentido, una evaluación más profunda y un rediseño estratégico podrían fortalecer su estabilidad frente a condiciones adversas, mejorar su productividad ecológica y social, y contribuir a su sustentabilidad integral.

La confiabilidad del sistema se ve comprometida por la ausencia de un manejo consciente y planificado de las especies presentes. Aunque la coexistencia de múltiples especies podría ofrecer ventajas como la diversificación de ingresos y el autoconsumo, estas solo se materializan si existe un manejo consciente. La confiabilidad del sistema no solo radica en la presencia de diversidad, sino en su funcionalidad consistente bajo condiciones cambiantes. Por ello, una evaluación más profunda y un rediseño estratégico podrían fortalecer la estabilidad frente a condiciones adversas, mejorar su productividad ecológica y social, y contribuir a su sustentabilidad integral. Por lo tanto, Méndez Bacon & Cohen (2014) enfatizan que la planificación estratégica en sistemas agroforestales es clave para garantizar beneficios económicos y ecológicos a largo plazo, ya que permite seleccionar especies complementarias que mejoran la estabilidad y la productividad del sistema.

En relación con el tercer objetivo específico, que fue describir la adaptabilidad, equidad y autogestión de los participantes en los sistemas de producción de café, en los resultados del estudio destaca lo siguiente: Se observaron diferencias relevantes en cuanto a la capacidad de generación de empleo entre los sistemas SPC1 y SPC2. Mientras uno de ellos logra aportar significativamente a la contratación de mano de obra, el otro no alcanza un nivel suficiente para impactar positivamente en el empleo local. Esta situación representa una debilidad estructural en la dimensión social del sistema, al limitar las oportunidades laborales y potencialmente fomentar la migración hacia otras regiones en busca de mejores condiciones económicas.

Sí bien el sistema muestra resultados económicos favorables, las entrevistas con el productor revelan que la generación de empleo ha sido poco inclusiva, particularmente en términos de equidad de género. La participación femenina se restringe principalmente a la etapa de cosecha, con una media de tres a cinco mujeres, sin acceso a roles de toma de decisiones o participación

durante el ciclo completo del cultivo. Este dato refleja una falta de equidad que limita tanto el fortalecimiento social del sistema como su sustentabilidad a largo plazo. La inclusión de las mujeres en actividades más amplias y en niveles de gestión podría traducirse en beneficios adicionales, como se ha señalado en estudios que abordan la relación entre equidad y sostenibilidad (González & Santamaría, 2019). Las mujeres participan activamente en la recolección del café cereza, pero su involucramiento disminuye en etapas posteriores como la transformación y comercialización (Gasperín-García et al., 2023). Esta comparación resalta la necesidad de políticas y estrategias que incorporen una perspectiva de género en los programas de desarrollo rural, como señala Vázquez-Luna et al., (2013), la organización comunitaria de mujeres impulsa el empoderamiento económico y la toma de decisiones igualitarias, fortaleciendo así la autogestión comunitaria.

Otro aspecto crítico identificado en este estudio fue la escasa interacción del productor con redes comunitarias, organizaciones sociales o procesos de formación y capacitación. Está limitada vinculación restringe la posibilidad de acceso a nuevas tecnologías, innovación y financiamiento, debilitando la capacidad de respuesta ante cambios del entorno o desafíos climáticos. Asimismo, la falta de articulación con otros productores refleja una baja cohesión social, que podría ser mejorada mediante estrategias de colaboración, redes de intercambio de conocimientos y experiencias compartidas. Shames et al., (2016) destacan que, la creación de capacidades institucionales locales a través de la investigación participativa es fundamental para implementar proyectos agrícolas sostenibles y mejorar la gestión de recursos naturales.

Aunque se reconocen iniciativas incipientes de diversificación —como la apicultura— y un uso parcial de tecnologías (riego por manguera en SPC2), la falta de planificación tecnológica y la débil adopción de innovaciones representan una limitante importante en la dimensión de adaptabilidad. La ausencia de un enfoque claro en la implementación de recursos técnicos limita la capacidad del sistema para mejorar su eficiencia y competitividad. De acuerdo con la SCAA (2009) y Enríquez (2018), la calidad del café inicia desde el productor, quien debe contar con las condiciones adecuadas para innovar y garantizar productos que respondan a estándares especializados. En este sentido, la certificación surge como un mecanismo estratégico no solo para mejorar el posicionamiento en mercados diferenciados, sino también como incentivo para mejorar la gestión social y económica del sistema. De acuerdo con Sexsmith (2019), la certificación mediante

estándares de sostenibilidad voluntarios puede contribuir indirectamente a la seguridad alimentaria y la igualdad de género, al mejorar las prácticas de producción sostenible y proporcionar ingresos más altos.

## CONCLUSIONES GENERALES

El análisis de los sistemas de producción SPC1 (3 ha) y SPC2 (4 ha) demostró que ambos presentan una relación beneficio/costo superior a 1, lo que indica viabilidad económica y ambiental. Esta rentabilidad sugiere prácticas de manejo eficientes, donde los ingresos generados superan los costos de producción. Destaca el caso de SPC2, que implementa el uso de cascarillas de café como abono orgánico, mejorando la fertilidad del suelo y disminuyendo la dependencia de fertilizantes químicos. Además, la presencia de árboles grandes, aunque sin planificación previa, contribuye al microclima y la conservación de la biodiversidad, fortaleciendo la sustentabilidad ecológica del sistema.

Sin embargo, se identificaron limitaciones significativas que podrían afectar la sostenibilidad a largo plazo. La escasa diversificación planificada de productos, la dependencia de los precios de mercado y la baja innovación tecnológica son elementos críticos. Solo uno de los sistemas cuenta con un sistema de riego básico, lo cual limita la capacidad de adaptación ante eventos climáticos adversos. Lo anterior coincide con estudios como los de Benítez et al., (2019) y Escobar et al., (2019), que advierten que la falta de diversificación incrementa la vulnerabilidad frente a crisis económicas, sanitarias y climáticas. En este mismo sentido, Cunuhay et al., (2009) evidencian que, aunque el monocultivo de café puede ser más productivo por hectárea, los sistemas agroforestales son más rentables y sostenibles en el largo plazo, al integrar beneficios ecológicos y sociales en su análisis de productividad.

Además, se identificó una notable diversidad de especies arbóreas coexistiendo con cafetos, como limas, plátanos y chiles. Sin embargo, muchas de estas especies fueron introducidas de forma espontánea o heredadas de ciclos productivos previos, sin criterios técnicos definidos. Esta falta de planificación limita el aprovechamiento del potencial agroforestal y afecta la estabilidad ecológica del sistema. De acuerdo con Ramos et al., (2019), esta situación también ha sido observada en cafetales najo sombra de la Sierra Madre de Chiapas, donde la biodiversidad no planificada impide en uso integral de agroecosistema.

La resiliencia del sistema también se ve comprometida por la gestión no intencionada de esta diversidad. El productor no pudo explicar los criterios de selección o conservación de especies, revelando una debilidad en la capacidad del sistema para adaptarse a perturbaciones. Soto-Pinto et

al., (2007) señalan que una diversidad funcional bien gestionada favorece la retención de humedad, el control biológico de plagas y la adaptación climática. Nicholls & Altieri (2019) y Sarandón & Flores (2014) coinciden en que una biodiversidad funcional estratégica es esencial para la resiliencia y estabilidad del agroecosistema.

Donde, la confiabilidad del sistema se ve debilitada por la ausencia de un manejo planificado. Aunque existe diversidad, sus beneficios solo se materializan si se gestiona de manera consciente, tal como la enfatizan Méndez Bacon y Cohen (2014), quienes resaltan la importancia de seleccionar especies complementarias para mejorar la estabilidad y productividad.

Mientras se observaron contrastes importantes entre los sistemas de SPC1 y SPC2 en cuanto a la generación de empleo. Uno aporta significativamente a la contratación de mano de obra, y el otro muestra un impacto limitado, lo cual representa una debilidad en la dimensión social del sistema. Además, persisten desigualdades de género: la participación femenina se restringe a la cosecha (3 a 5 mujeres), sin acceso a roles de toma de decisiones. Esto limita la equidad y la sostenibilidad social. Según Gonzalez & Santamaría (2019), una mayor participación de las mujeres en todas las etapas del proceso productivo fortalece la sostenibilidad social. Gasperín-García et al., (2023) también indican que la inclusión femenina en la transformación y comercialización es clave para fortalecer su empoderamiento.

Asimismo, se identificó una escasa interacción del productor con redes comunitarias, organizaciones sociales o procesos de capacitación. Esta desvinculación reduce el acceso a nuevas tecnologías e innovación, limitando la adaptabilidad del sistema. Shames et al., (2016) destacan la importancia de la creación de capacidades institucionales locales mediante la investigación participativa para mejorar la gestión de recursos naturales. Si bien existen intentos de diversificación como la apicultura o la implementación de riego por manguera en SPC2, la falta de planificación técnica y la débil adopción de innovaciones tecnológicas obstaculiza la eficiencia y competitividad del sistema. Enríquez (2018) y la SCAA (2009) coinciden en que la calidad y sostenibilidad del café dependen de las condiciones en las que los productores adoptan nuevas tecnologías y cumplen estándares especializados.

## BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Acevedo, A. G. (2015). Valoración de la sustentabilidad de los policultivos cafeteros del Centro Occidente y Sur Occidente colombiano (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira).
- Aguilar Ruiz, J. A. (2012). Impacto socioeconómico y ambiental de la certificación orgánica-comercio justo de café (*Coffea arabica*) en la Región Frailesca, Chiapas, México.
- Alfonse, A. A., Trejo García, J. C., & Martínez García, M. Á. (2018). Opción climática para la producción de café en México. *Ensayos. Revista de economía*, 37(2), 135-154.
- Benítez, J., García, M., & López, R. (2019). Diversidad y resiliencia en sistemas agroforestales de café. *Revista Agroecología*, 12(3), 45-58.
- Cunuhay, P. S., Coronel, T. G. D., & Cruzatty, L. G. (2009). Evaluación de cuatro especies forestales asociadas con café (*Coffea arabica* L.) y en monocultivo en el litoral Ecuatoriano. *Ciencia y tecnología*, 2(2), 29-34.
- Chain-Guadarrama, A., de Melo Virginio Filho, E., & Martínez-Salinas, A. (2021). Guía de buenas prácticas.
- Enríquez Barahona, G. F. (2018). Análisis de los factores habilitantes para implementar un sistema agroforestal biodiverso con café, para incrementar la resiliencia al cambio climático de las fincas y hogares de dos parroquias del Noroccidente de Quito (Master's thesis, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador).
- Escobar, L., Torres, A., & Martínez, F. (2019). Impacto de la diversidad del paisaje en la resiliencia de familias productoras de café. *Revista de Estudios Rurales*, 10(2), 100-115.
- Figueroa-Hernández, E., Pérez-Soto, F., & Godínez Montoya, L. (2016). El mercado de café en México. *Handbook TI*, 33.
- García, P. R., Díaz, J. D. G., Velarde, E. V., & Rivas, A. I. M. (2020). Sistemas agroforestales de café como alternativa de producción sustentable para pequeños productores de México. *Revista Ra Ximhai*, 16(4 Especial), 137-158.

- Gasparín-García, J. A., & colaboradores. (2023). Participación de la mujer en la cafeticultura de las Altas Montañas de Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26, #061.
- González, G. D., & Santamaría, S. C. (2019). Fotografía y actores del campo cafetalero de la región centro de Veracruz, México: mujeres, niños y jóvenes (2011-2012). *Clivajes. Revista de Ciencias Sociales*, (12), 88-107.
- Guevara, Z., & Vásquez, R. E. (2019). Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas cafetaleras en la localidad de Nuevo Chirimoto, Rodríguez de Mendoza-Región. *Revista Científica Pakamuros*, 7(1).
- MARTINEZ JIMENEZ, G. A. (2022). Indicadores de sustentabilidad VBA MESMIS.
- Méndez, V. E., Bacon, C. M., & Cohen, R. (2014). Agroecology as a transdisciplinary, participatory, and action-oriented approach. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38(1), 1-14.
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2019). Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *Cuadernos de Investigación UNED*, 11(1), 55–61.
- Olvera, E. J. (2024). Panorama del cultivo del café en el sur del Estado de México.: Una alternativa financieramente viable para las familias. *Desarrollo sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación*, 6(59), 68-79.
- Pérez-Vera, F. C. (2018). Rentabilidad de Dos Sistemas de Producción de Café Cereza (*Coffea arabica* L.) en Pluma Hidalgo, Oaxaca, México. *Agro Productividad*, 11(3).
- Ramos, A. M., Álvarez-Solís, J. D., & Bello-Beltrán, H. (2019). Diversidad vegetal en cafetales bajo sombra en la Sierra Madre de Chiapas. *Agroproductividad*, 12(8), 49–56. <https://doi.org/10.32854/agrop.v12i8.1535>
- Rivera Rojo, C. R., Ovando Aldana, W., & Mejía Reyes, P. (2024). Instituciones y costos de negociación-supervisión entre productores de café en el Estado de México: 2020. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 37, 1-25.
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2014). Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Universidad Nacional de La Plata.

- Shames, S., Heiner, K., Kapukha, M., Kiguli, L., Masiga, M., Nantongo Kalunda, P., Ssempala, A., Recha, J., & Wekesa, A. (2016). Building local institutional capacity to implement agricultural carbon projects: participatory action research with Vi Agroforestry in Kenya and ECOTRUST in Uganda. *Agriculture & Food Security*, 5(13). <https://doi.org/10.1186/s40066-016-0060-x>
- Sexsmith, K. (2019). Leveraging voluntary sustainability standards for gender equality and women's empowerment in agriculture. International Institute for Sustainable Development. <https://www.iisd.org/system/files/publications/standards-gender-agriculture.pdf>
- Vázquez-Luna, D., Mortera Pucheta, D., Rodríguez-Orozco, N., Martínez Martínez, M., & Velázquez Silvestre, M. G. (2013). Organización comunitaria de mujeres: del empoderamiento al éxito del desarrollo rural sustentable. *La ventana. Revista de estudios de género*, 4(37), 262–288. Recuperado de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-94362013000100011](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-94362013000100011)



## ANEXOS

### Anexo 1. CONGRESOS Y EVENTOS



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades  
Área Académica de Sociología y Demografía  
Cuerpo Académico Estudios Demográficos  
Otorgan la presente

# XIII

## Congreso Internacional de Investigación Social



## CONSTANCIA

a:

### Areli Guadalupe Pereyra Chacón

Por su valiosa participación como **PONENTE** presentando el trabajo **Indicadores socioeconómicos en un sistema agroforestal de producción de café** en el XIII Congreso Internacional de Investigación Social 2024, llevado a cabo en modalidad híbrida, en el Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, en Pachuca de Soto, Hidalgo, México, los días 24 y 25 de octubre del 2024.

**“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”**  
Pachuca de Soto, Hidalgo, México, a 25 de octubre de 2024

Firmado digitalmente por Mtra. Ivonne Juárez Ramírez. DN: cn=Mtra. Ivonne Juárez Ramírez, o=Mtra. Ivonne Juárez Ramírez, c=MX, Mexico, Mexico, cn=Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, ou=Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, email=ivonne.juarez@uah.edu.mx. Motivo: Soy el autor de este documento. Ubicación: Fecha: 2024.10.30 17:39:06:00

Mtra. Ivonne Juárez Ramírez

Directora del ICSHu



## Anexo 2. ARTÍCULO CIENTÍFICO

Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica  
ISSN en línea 3005-2599, enero-marzo 2025,  
Volumen 5, Número 1.

DOI: <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v5i1>

### **INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN UN SISTEMA AGROFORESTAL DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ: UN ESTUDIO DE CASO EN EL RANCHO MORELIA**

*SUSTAINABILITY INDICATORS IN AN AGROFORESTRY  
COFFEE PRODUCTION SYSTEM: A CASE STUDY AT RANCHO  
MORELIA*

**Ing., Areli Guadalupe Pereyra Chacón**

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, -México

**Dra., Rady Alejandra Campos Saldaña**

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, -México

**Dr., Luis Alfredo Rodríguez Larramendi**

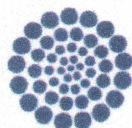
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, -México

**Dr., Wel Olvein Cruz Macías**

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, -México



### Anexo 3. RETRIBUCIÓN SOCIAL



**CONAHCYT**  
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Maestría en  
Ciencias  
Agroforestales

## Constancia de actividades de retribución social

Ciudad de México, a 20 Mayo del 2024

**A QUIEN CORRESPONDA**

**Presente.-**

En cumplimiento a lo establecido en el **Artículo 19, Capítulo VIII. De la Conclusión de la Beca o Apoyo**, del **Reglamento de Becas del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías** y en el marco de la Convocatoria Becas CONAHCYT, hago constar que **el (la) C. Areli Guadalupe Pereyra Chacón** con número de **CVU 1274062** **beneficiado (a)** con una beca para obtener el grado de Maestría en el programa Maestría en Ciencias Agroforestales, que se imparte en Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas Sede Villa Corzo, realizó las actividades de retribución social durante el periodo de vigencia de la beca, tiempo en el que fue **alumno (a)** regular de esta Institución.

Asimismo, hago constar que, conforme a lo establecido en la Ley General de Archivos, la coordinación del posgrado organiza y conserva la evidencia documental de dichas actividades en caso de que el CONAHCYT o cualquier otra instancia la requiera.

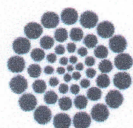
Sin más por el momento, le envío un cordial saludo.

**DR. MIGUEL ANGEL SALAS MARINA**

Coordinador de la Maestría en Ciencias Agroforestales

(8)





**CONAHCYT**  
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



## Constancia de actividades de retribución social

**Actividad 1.** Taller "Participación comunitaria de actores sociales en la conservación de los recursos naturales".

**Descripción de la actividad:** El taller se centró en 6 grupos entre 28 a 30 alumnos por grupo en efectuar pláticas y actividades, con alumnos de primer año de secundaria de entre 12 y 13 años, sobre la importancia de su participación activa en la conservación de los recursos naturales, enfocado especialmente en aquellos estudiantes que mostraron un interés particular en temas ambientales y de conservación, enseñándoles y motivándolos a convertirse en actores sociales comprometidos con la protección del medio ambiente en la localidad. Además, se llevó a cabo mediante una serie de sesiones interactivas y participaciones que incluyeron pláticas educativas, utilizando recursos como presentaciones multimedia y materiales educativos impresos. Las sesiones fueron desarrolladas con horarios de 8:00am a 12:00 pm, a lo largo de los meses de octubre a abril:

- 18 de octubre 2023
- 27 de noviembre 2023
- 26 de febrero 2024
- 22 de abril 2024

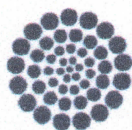
La persona becaria facilitó las presentaciones, diseño y condujo las actividades didácticas, moderó las charlas anecdóticas, guiando a los estudiantes en la realización de proyectos de conservación y evaluando el impacto del taller en la consciencia y acciones de los participantes.

**Fecha de inicio:** 18 octubre 2023

**Fecha de término:** 22 abril 2024

**Institución en la que se realizó la actividad:** Escuela Secundaria Técnica N.º 7  
"Heriberto Jara Corona"





**CONAHCYT**

CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Maestría en  
Ciencias  
Agroforestales

**Nombre del responsable de supervisar la actividad:** Mtro., Fernando Chávez Velasco

**Datos de contacto del responsable de la actividad:** Número telefónico: 9656516005

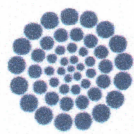
**Descripción del impacto social de la actividad:** El taller no solo imparte pláticas y sensibiliza a los estudiantes sobre la importancia de conservar los recursos naturales, sino que también contribuye significativamente a su desarrollo personal y social, promoviendo una generación más consciente y activa en la protección del medio ambiente.

  
Areli Guadalupe Pereyra Chacón

---

**Nombre y firma de la persona becaria**

CVU 1274062



**CONAHCYT**

CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES,  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Maestría en  
Ciencias  
Agroforestales

Dra. Rady Alejandra Campos Saldaña

---

**Nombre y firma de la persona  
responsable de supervisar la actividad  
de retribución social en el programa de  
posgrado  
(Director)**

(18)

**Dr. Miguel Ángel Salas Marina**

Coordinador de la Maestría en Ciencias  
Agroforestales

Dr. Luis Alfredo Rodríguez Larramendi

---

**Nombre y firma de la persona  
responsable de supervisar la actividad  
de retribución social en el programa  
de posgrado  
(Co-director interno / externo)**

(18)

Dr. Wel Olvein Cruz Macías

---

**Nombre y firma de la persona  
responsable de supervisar la  
actividad de retribución social en el  
programa de posgrado  
(Co-director interno / externo)**

(18)