



DOI: [10.29298/rmcf.v17i97.1645](https://doi.org/10.29298/rmcf.v17i97.1645)

Artículo de investigación

Sistemas agroforestales de café en comunidades indígenas: un estudio de caso en San Luis Acatlán, Guerrero

Coffee agroforestry systems in indigenous communities: a study case in *San Luis Acatlán*, state of *Guerrero*

María del Rosario Torralba Ponce¹, Sergio Martínez Trinidad^{1*}, Angel Bustamante González¹, Martín Neri Suárez²

Fecha de recepción/Reception date: 23 de febrero de 2026.

Fecha de aceptación/Acceptance date: 3 de julio de 2026.

¹Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. México.

²Universidad Politécnica de Puebla. México.

*Autor para correspondencia; correo-e: sergiomtzt@colpos.mx

*Corresponding author; e-mail: sergiomtzt@colpos.mx

Resumen

La producción de café en comunidades indígenas de México se lleva a cabo mediante sistemas agroforestales (SAF) que funcionan como reservorios de biodiversidad y refugios bioculturales. Ante la necesidad de actualizar la información técnica sobre la cafecultura de subsistencia en regiones indígenas, el objetivo de este estudio fue identificar y tipificar los SAF de café en las comunidades de Pascala del Oro y Arroyo Cumiapa, en San Luis Acatlán, Guerrero, con base en aspectos socioecológicos. La metodología integró un enfoque social mediante 75 cuestionarios y un análisis estructural de la vegetación de 35 parcelas a través de transectos, en los que se determinó la diversidad con los índices de *Shannon-Wiener* y *Simpson*. Los resultados clasifican a estos sistemas como rústicos de montaña con una diversidad de media a alta. La comunidad de Pascala del Oro, habitada por la etnia *Me'phaa*, destacó por una gestión autónoma con 96 % de autogestión de plántulas, uso de variedades resistentes y cumplimiento total en obras de conservación de suelo. En contraste, Arroyo Cumiapa, de origen *Tu'un Savi*, presentó vulnerabilidad estructural debido al envejecimiento de los cafetales, dependencia de apoyos externos y rezago técnico. Aunque el Índice de *Shannon-Wiener* fue ligeramente superior en Arroyo Cumiapa (2.27), el Índice de *Simpson* reveló una alta dominancia de especies nativas de *Quercus* spp. y *Pinus* spp. en ambas zonas. Los SAF garantizan la seguridad alimentaria y la conservación biológica, pero su sostenibilidad a largo plazo requiere políticas públicas que fomenten la renovación generacional y la gestión fitosanitaria integral.

Palabras clave: Agrobiodiversidad, conservación biocultural, identidad indígena, manejo tradicional, sistemas rústicos, sostenibilidad.

Abstract

Coffee farming in Mexican indigenous communities is developed under agroforestry systems (AFS) that function as biodiversity reservoirs and biocultural refuges. In order to update technical information regarding subsistence coffee farming in indigenous regions, the objective of this study was to identify and characterize coffee AFS in *Pascala del Oro* and *Arroyo Cumiapa* communities, in *San Luis Acatlán, Guerrero*, considering socio-ecological aspects. The methodology integrated a social approach through 75 questionnaires and a structural vegetation analysis in 35 plots by transects, in which diversity was quantified with the Shannon-Wiener and Simpson indexes. Results allow these systems to be classified as mountain-rustic, with a medium-to-high diversity. The *Pascala del Oro* community, inhabited by the *Me'phaa* ethnic group, stood out for its autonomous management, featuring 96 % seedling self-management, the use of resistant varieties and total compliance with soil conservation works. In contrast, the *Arroyo Cumiapa* community, of *Tu'un Savi* origin, showed structural vulnerability due to the overaging of coffee plantations, dependence on external support and technical lag. Although the Shannon-Wiener index was slightly higher in *Arroyo Cumiapa* (2.27), the Simpson index revealed a high dominance of native species from *Quercus* spp. and *Pinus* spp. in both areas. While these AFS guarantee food security and biological conservation, their long-term sustainability requires public policies that promote generational renewal and integrated phytosanitary management.

Keywords: Agrobiodiversity, biocultural conservation, indigenous identity, traditional management, rustic systems, sustainability.

Introducción

En México, el cafeto (*Coffea arabica* L.) se cultiva principalmente bajo sistemas agroforestales de sombra en regiones de alta biodiversidad. Cerca de 70 % de estas unidades de producción operan bajo un manejo tradicional y sistemas agrosilvícolas liderados por pequeños productores e indígenas (Flores-Ortiz et al., 2025). Esos sistemas son fundamentales para la conservación de la calidad del suelo, el recurso hídrico y el mantenimiento de corredores biológicos, de alta diversidad que llega a reunir hasta 60 especies arbóreas por hectárea (Moguel & Toledo, 1999).

No obstante, su estructura y composición están condicionadas por las decisiones del productor ante limitaciones económicas y ambientales. En muchos casos, el dosel original es sustituido por especies frutales, maderables o del género *Inga*, lo que resulta en sombras monoespecíficas que, aunque mantienen una estructura similar al bosque, alteran la riqueza biológica original (López-Gómez et al., 2008).

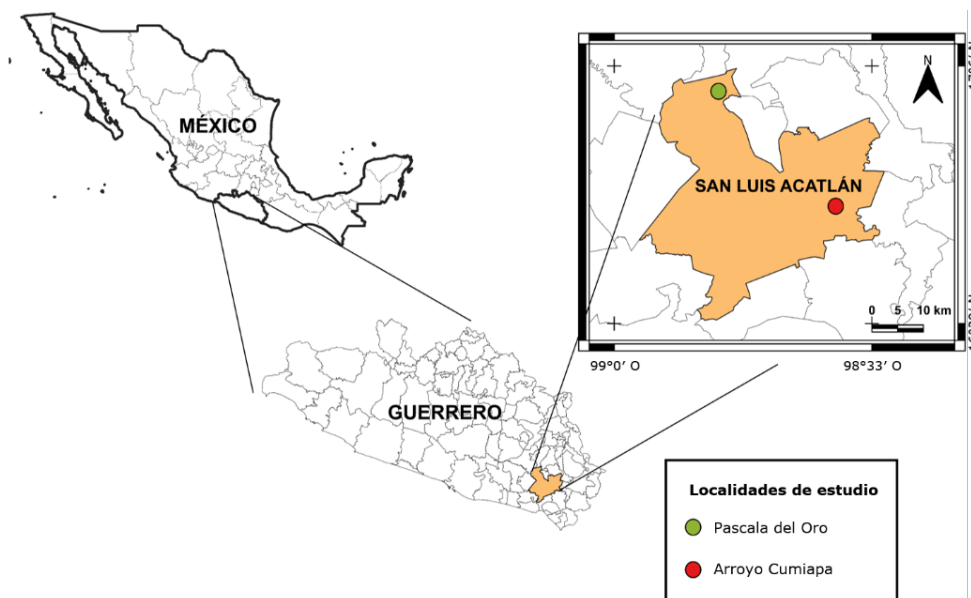
En el estado de Guerrero, la producción de café se concentra en las regiones Costa Grande, Montaña y Costa Chica, la cual representan 82 % de la producción estatal (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2022). Particularmente, en 2013 San Luis Acatlán registró 3 211 productores y 4 414 unidades de producción en una superficie de 2 034.82 ha (Fierro-Leyva, 2019). A pesar de su importancia, los registros sobre la situación actual del sector carecen de actualización técnica y políticas públicas que fomenten su desarrollo.

En estas comunidades, de origen tlapaneco y mixteco, la cafecultura de subsistencia enfrenta desafíos críticos como plagas, baja rentabilidad, ausencia de estímulos oficiales (Oropeza-Guevara *et al.*, 2023) y un evidente rezago en la actualización de su información técnica. Con el propósito de generar bases que orienten políticas públicas y el desarrollo local, el objetivo de este estudio fue identificar los tipos de sistemas agroforestales de café en dos comunidades indígenas de San Luis Acatlán, con base en sus componentes sociales, técnicos y estructurales, así como la composición de especies.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en las comunidades indígenas de Pascala del Oro y Arroyo Cumiapa, localizadas en el municipio San Luis Acatlán, en el estado de Guerrero. El área se ubica geográficamente entre los 16°32' y 17°15' N y 98°31' y 98°51' O (Figura 1). La región tiene un gradiente climático de templado húmedo a cálido subhúmedo, con una vegetación compuesta por bosque de pino y de pino-encino, además de selva baja caducifolia (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2010).



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2010).

Figura 1. Localización del área de estudio.

Diagnóstico social y técnico

El diagnóstico social y técnico consistió en un muestreo no probabilístico dirigido para aplicar cuestionarios semiestructurados a productores locales. En Pascala del Oro se encuestó a 25 beneficiarios del programa Sembrando Vida integrados en una Comunidad de Aprendizaje Campesino (CAC), lo que representó 100 % del total de integrantes activos de dicha unidad; mientras que en Arroyo Cumiapa se aplicaron 50 cuestionarios a productores registrados en el padrón del Consejo Estatal del Café de Guerrero (Cecafé), lo que cubrió a 90 % de los cafeticultores localizados en la comunidad durante el periodo de estudio. Las variables evaluadas incluyeron aspectos sociodemográficos (edad, escolaridad, etnia), características del SAF (años como productor, variedades de café) y variables de manejo técnico (conservación de suelos, capacitación).

Estructura y composición del sistema agroforestal

El análisis se realizó en 35 unidades de producción (16 en Pascala del Oro y 19 en Arroyo Cumiapa) seleccionadas mediante rutas dirigidas en un gradiente altitudinal de 500 a 1 000 m, bajo criterios de inclusión: ubicación en el área de influencia, consentimiento del productor y producción activa. El inventario de la vegetación se efectuó mediante el método de transectos (Jiménez-González *et al.*, 2023), complementado con entrevistas *in situ* sobre el uso y rol funcional de las especies.

La clasificación de los SAF se basó en el trabajo de Celi-Delgado y Aguirre-Mendoza (2022). El proceso se dividió en determinación estructural y funcional. En el primero, se analizó la composición y organización mediante las variables de especies útiles (inventario y conteo de individuos) y arreglo espacial (modelos dispersos, hileras, tres bolillos o cercas vivas). En el segundo, se identificó la finalidad de las especies en función productiva (alimento, leña, madera), protectora (sombra, conservación del suelo) o multifuncional. Para el análisis, aquellas especies con múltiples usos se registraron en todas las categorías funcionales correspondientes con base en las prioridades declaradas por el productor. Los datos se validaron mediante la correlación entre la entrevista y la observación directa en campo.

La tipificación de los SAF se asoció al cultivo de café (componentes arbóreos y herbáceos) según Ramírez y Calvo (2003); para ello, las especies se agruparon en cuatro categorías funcionales: fijadoras de nitrógeno, frutales, maderables y otros cultivos (ej. jengibre y hortalizas). Las especies multifuncionales se asignaron a su función primaria según el uso predominante del productor. La nomenclatura botánica se validó con la base de datos de *Plants of the World Online* (Powo, 2024).

La diversidad de especies arbóreas y herbáceas en las parcelas se calculó con los índices de *Shannon-Wiener* (H') y *Simpson* ($1-D$) (Magurran, 2004).

El Índice de Diversidad de *Shannon-Wiener* (H') se determinó para cuantificar la equidad y la riqueza biológica mediante la siguiente ecuación (Shannon, 1948):

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i) \quad (1)$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de *Shannon-Wiener*

S = Número total de especies presentes (riqueza de especies)

p_i = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos de la muestra $\left(\frac{n_i}{N}\right)$

$\ln$ = Logaritmo natural

La diversidad de especies mediante el Índice de *Simpson* ($1-D$), el cual mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en una comunidad pertenezcan a diferentes especies (Simpson, 1949). Este se obtuvo con la siguiente fórmula (Magurran, 2004):

$$1 - D = 1 - \left[\frac{\sum n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \right] \quad (2)$$

Donde:

$1-D$ = Índice de Diversidad de *Simpson*

n_i = Número de individuos de la especie i

N = Número total de individuos registrados en la muestra

Análisis de resultados

Los datos de los cuestionarios se procesaron mediante cuadros de contingencia y frecuencias. Para determinar asociaciones significativas entre comunidades y variables cualitativas, se aplicó la Prueba Exacta de *Fisher* utilizando el *software R* versión 4.2.3 (R Core Team, 2023). Se efectuó el análisis de los índices de diversidad, cuyas bases analíticas para la cuantificación de la biodiversidad han sido ampliamente validadas.

Resultados

Caracterización sociodemográfica

Los datos del Cuadro 1 muestran diferencias importantes en el perfil sociodemográfico de los productores. Si bien, ambas comunidades coinciden en una tendencia hacia la feminización de la actividad cafetalera, sus rasgos estructurales difieren. Los cafeticultores de Pascala del Oro son predominantemente jóvenes, poseen mayores niveles educativos y su lengua materna es el *Me'phaa* (tlapaneco). Por el contrario, en Arroyo Cumiapa prevalecen los productores de mediana edad, con un perfil escolar acotado a la primaria básica o baja instrucción, y adscritos lingüísticamente al *Tu'un Savi* (mixteco).

Cuadro 1. Indicadores sociodemográficos y análisis comparativo de los productores de café en Pascala del Oro y Arroyo Cumiapa.

Indicador	Pascala del Oro	Arroyo Cumiapa	Significancia (p -valor)
Género	52 % H 48 % M	42 % H 58 % M	$p=0.4664$ (NS)
Edad promedio	41.3 años	45.5 años	$p>0.05$ (NS)
Intervalo de edad	36 % (18-30 años)	60 % (31-50 años)	---
Escolaridad	35 % bachillerato 12 % universidad	46 % primaria 12 % sin instrucción	$p=0.0344$ (*)
Lengua indígena	64 % <i>Me'phaa</i>	100 % <i>Tu'un Savi</i>	---
Etnia	Tlapaneco	Mixteco	---

H = Hombres, M = Mujeres. NS = No Significativo ($p>0.05$); (*) = Diferencia significativa ($p<0.05$).

Antecedentes y gestión de los SAF

Los resultados de las entrevistas estructuradas revelan marcadas diferencias en la gestión y conocimiento de los SAF (Cuadro 2). En Pascala del Oro predomina el reconocimiento y práctica del sistema mediante transmisión hereditaria. En Arroyo Cumiapa se identificó una mayor asociación con programas gubernamentales; ahí, la mitad de los productores reconoce formalmente el término e inicio del establecimiento del SAF por la gestión de apoyos sociales. A pesar de estas diferencias de origen, el ingreso familiar constituye el principal motor económico en ambas localidades.

Cuadro 2. Análisis comparativo de la gestión, experiencia y motivación en los SAF de café en Pascala del Oro y Arroyo Cumiapa.

Variable de análisis	Pascala del Oro	Arroyo Cumiapa	Significancia (p-valor)
Gestión del conocimiento	92 % de apropiación. Transmisión hereditaria (familiar)	60 % de apropiación. Transmisión por intercambio entre pares	$p=0.0061$ (significativa)
Experiencia (años)	Perfil joven/intermedio: 40 % tiene entre 6-10 años	Perfil consolidado: 42 % tiene entre 16-20 años	$p=0.0023$ (significativa)
Motivo de inicio	16 % por mercado (precio del grano). Mayor autonomía	28 % por gestión de apoyos sociales y subsidios	$p=0.0012$ (significativa)

Manejo técnico del cafetal

Los sistemas evaluados presentaron manejos agronómicos contrastantes (Cuadro 3). Pascala del Oro se caracteriza por una mayor diversidad de variedades (incluyen materiales resistentes como Marsellesa y Oro Azteca), la autogestión de plántulas en viveros propios, la implementación de obras de conservación del suelo (barreras y curvas a nivel) y la recepción de asesoría técnica regular; asimismo, sus productores aplican un control químico y fertilización mixta combinados con podas sistemáticas.

Cuadro 3. Análisis comparativo del manejo técnico y factores de sostenibilidad en SAF de café entre Pascala del Oro y Arroyo Cumiapa.

Variable de manejo	Pascala de Oro	Arroyo Cumiapa
Producción de plántula	Alta autogestión (96 %) en viveros propios	Baja producción (56 %); 40 % depende de donaciones del año 2000
Conservación de suelo	100 % realiza obras (60 % barreras, 32 % curvas a nivel)	92 % no realiza obras. Solo 8 % usa barreras
Control de arvenses	100 % manual (machete y azadón)	100 % manual (machete y azadón)
Fertilización	Química (40 %) y mixta (40 %). Solo 16 % orgánica	Orgánica (34 %); 30 % no fertiliza
Control fitosanitario	80 % químico; 16 % ecológico-trampas	54 % químico; 26 % no realiza control
Práctica de podas	80 % realiza podas (64 % mantenimiento, 16 % sanidad)	42 % no realiza podas. Solo 30 % mantenimiento
Asistencia técnica	72 % cuenta con asesoría regular	58 % no recibe apoyo profesional

Por el contrario, en Arroyo Cumiapa predomina la variedad Typica y se registra un envejecimiento del cafetal debido a la dependencia de plantas donadas hace dos décadas. En esta localidad, no se realizan prácticas de conservación de suelo, la fertilización y las podas son escasas, y el control de plagas es limitado. La única coincidencia técnica entre las dos comunidades es el control de arvenses, el cual se efectúa de manera tradicional con machete y azadón.

Estructura y biodiversidad

El modelo predominante en la región es el sistema rústico de montaña, en el cual el café se establece bajo vegetación nativa enriquecida con especies de interés económico (cuadros 4 y 5). Dado que el análisis descriptivo evidenció una alta homogeneidad en los componentes estructurales del SAF entre las localidades

evaluadas, los resultados se agruparon en el Cuadro 5. A nivel regional se identificaron ocho tipos de asociaciones agroforestales, dentro de las cuales destaca la mezcla de especies frutales, maderables y otros cultivos. Además de la sombra, estas proveen leña, materiales de construcción y sustento alimentario para las familias *Me'phaa* y *Tu'un Savi* (Cuadro 6). Espacialmente, predomina el arreglo disperso para taxones nativos y el de hileras para café y frutales.

Cuadro 4. Análisis comparativo de la estructura y biodiversidad del SAF de café entre Pascala del Oro y Arroyo Cumiapa.

Indicador	Pascala de Oro	Arroyo Cumiapa
Modelo	Sistema rústico de montaña	Sistema rústico de montaña
Arreglo espacial:		
Disperso	Nativas: pino, encino, frutales	Nativas: pino, encino, cedro, roble, frutales, café
Hileras	Café, frutales, maderables como el cedro	Café, frutales, maderables como cedro y roble
Tres bolillo	Café y frutales	Café
Cercas vivas	Roble y cedros	Roble, cedro, árbol de pipe
Variedades de café	Alta diversidad (12 variedades). Incluye resistentes (Marsellesa, Oro Azteca)	Baja diversidad (seis variedades) Predomina la variedad Typica
Índice de <i>Shannon-Wiener</i>	2.13	2.27
Índice de <i>Simpson</i>	0.86	0.87

Fuente: Elaboración propia con datos recabados en campo.

Cuadro 5. Asociaciones predominantes del SAF de café en Pascala del Oro y Arroyo Cumiapa.

Núm.	Tipo de sistema agroforestal con café	Cantidad	Frecuencia relativa (%)
1	Fijadoras de nitrógeno+frutales+maderables	7	21
2	Fijadoras de nitrógeno+frutales+maderables+ otros cultivos	5	15
3	Fijadoras de nitrógeno+frutales	1	3
4	Fijadoras de nitrógeno+maderables+otros cultivos	1	3
5	Frutales+maderables	3	9
6	Frutales+maderables+otros cultivos	11	32
7	Maderables	2	6
8	Maderables+otros cultivos	4	12
	Total	34	100

Fuente: Elaboración propia con datos recabados en campo.

Cuadro 6. Usos que los productores le dan a las especies asociadas al SAF de café en Pascala del Oro y Arroyo Cumiapa.

Especie	Función productiva	Función protectora
Aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.)	Alimento y leña	Sombra al cafetal
Colorín (<i>Erythrina americana</i> Mill.)	Leña	Sombra al cafetal, cerco vivo
Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	Alimento	Sombra al cafetal, conservación del suelo
Cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.)	Madera	Sombra al cafetal, conservación del suelo
Encino (<i>Quercus</i> spp.)	Madera y leña	Sombra al cafetal
Guajinicuil (<i>Inga</i> spp.)	Alimento y leña	Sombra al cafetal, conservación del suelo
Guanábano (<i>Annona muricata</i> L.)	Alimento	Sombra al cafetal
Limón (<i>Citrus×limon</i> (L.) Osbeck)	Alimento y leña	
Mango (<i>Mangifera</i> sp.)	Alimento y leña	Sombra al cafetal, cerco vivo
Nanche (<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth)	Alimento y leña	Cerco vivo
Naranja (<i>Citrus×sinensis</i> (L.) Osbeck)	Alimento	
Parota (<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.)	Madera	Sombra al cafetal, conservación del suelo
Pino (<i>Pinus</i> spp.)	Madera, resina como combustible	Sombra al cafetal
Plátano (<i>Musa</i> spp.)	Alimento	Sombra al cafetal
Roble rosa (<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.)	Madera, leña	Sombra al cafetal, cerco vivo
Toronja (<i>Citrus×paradisi</i> Macfad.)	Alimento	

Fuente: Elaboración propia con datos recabados en campo.

Existe una diferencia marcada en la composición genética del cultivo principal entre comunidades. Pascala del Oro posee una alta diversidad con 12 variedades, integra materiales tradicionales (*Typica*, *Bourbon*) con germoplasma moderno resistente como Marsellesa y Oro Azteca. En contraste, Arroyo Cumiapa presenta una frecuencia menor, con solo seis variedades con predominancia de la *Typica* (criolla). Esta

heterogeneidad refleja una estrategia de los productores para equilibrar la calidad de taza con la resistencia a enfermedades, y mantienen una base de cultivares tradicionales mayor a la de otras regiones tecnificadas.

Los sistemas de ambas comunidades presentan una diversidad que oscila de moderada a alta con una complejidad estructural intermedia, regulada por las actividades de manejo del dosel. Los valores del Índice de *Shannon-Wiener* (2.13 y 2.27) sustentan una riqueza media, mientras que el Índice de Diversidad de *Simpson* (0.86 y 0.87) sugiere una alta probabilidad de encontrar especies distintas en el muestreo general. No obstante, el estrato superior exhibe una marcada concentración de la abundancia en un número reducido de taxones: encino (*Quercus* spp.) lidera con 20 %, seguido por pino (19 %), roble rosa (14 %) y plátano (15 %); este último como un componente exótico introducido con fines de subsistencia. La distribución de abundancias evidencia como el manejo antrópico moldea la fisonomía del dosel mediante la selección concertada de especies clave.

Discusión

La feminización observada en la gestión de los SAF de San Luis Acatlán se atribuye a la migración y pluriactividad masculina, un fenómeno de reestructuración del trabajo familiar rural coincidente con lo expuesto por Hernández-Espíndola et al. (2025). No obstante, la heterogeneidad del proceso se evidencia al contrastar con regiones donde aún prevalece el manejo masculino (Flores-López & Solís-López, 2025), lo que demuestra que el relevo de género responde de manera diferencial a las dinámicas socioeconómicas locales.

Por otra parte, la población evaluada es notablemente más adulta joven que la media nacional descrita por Juárez-Sánchez et al. (2024), lo que sugiere un relevo

generacional activo, especialmente en Pascala del Oro. En esta comunidad, las mejores condiciones de instrucción formal facilitadas por su organización comunitaria (Carranza-Aburto *et al.*, 2018) contrastan con el rezago educativo de Arroyo Cumiapa, una limitante estructural común en diversas áreas indígenas del país (García-Domínguez *et al.*, 2021).

La correspondencia entre la identidad *Me'phaa* y *Tu'un Savi* con los SAF rústicos no es automática, sino el resultado de procesos históricos de adaptación territorial. Estos sistemas bajo sombra son altamente adaptables debido a que mimetizan la fisonomía del bosque nativo, y permiten integrar un cultivo comercial sin desarticular las prácticas tradicionales (Aguirre-Cadena *et al.*, 2012). Así, operan como escenarios de continuidad biocultural por medio de dos mecanismos: el resguardo de taxones de alto valor etnobotánico y la transmisión hereditaria de parcelas que mantiene viva la lengua originaria en las faenas agrícolas.

La asimilación del policultivo y el manejo multiestrato como extensiones de la agricultura mesoamericana (Illescas-Alonso *et al.*, 2020) coexisten; aunque, con vías de transferencia institucionales y contemporáneas, tal como ocurre en Arroyo Cumiapa, donde el origen del SAF se vincula directamente a programas gubernamentales históricos (Valencia *et al.*, 2015). A pesar de que el ingreso familiar es el motor económico regional, el desinterés de las nuevas generaciones ante el esfuerzo físico y la baja rentabilidad (Higuera-Ciapara & Rivera-Ramírez, 2018), aunados a la dependencia de subsidios, compromete la permanencia de estos sistemas a largo plazo.

El manejo técnico revela una brecha de sostenibilidad entre localidades. Pascala del Oro exhibe indicadores sostenibles superiores mediante la autogestión de viveros y conservación de suelos (Aguirre-Cadena *et al.*, 2012), mientras que Arroyo Cumiapa presenta un declive productivo caracterizado por cafetales envejecidos y desatención operativa, similar al escenario crítico registrado en Chiapas por Vázquez-López *et al.* (2022).

En el ámbito operativo, el control de arvenses 100 % manual en ambas comunidades protege eficazmente la capa orgánica del suelo (Oropeza-Guevara *et al.*, 2023).

Respecto a la nutrición y sanidad, se observa la coexistencia de fertilización química y orgánica para equilibrar el rendimiento (García-Zavaleta et al., 2025), junto con una transición hacia el control químico fitosanitario en Pascala del Oro frente a plagas de alto impacto económico como la broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari), el ojo de gallo (*Mycena citricolor* (Berk. & M. A. Curtis) Sacc., 1887) y la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) (Tomas-Torres et al., 2018). La ausencia de podas de regulación de sombra en 26 % de los productores de Arroyo Cumiapa aumenta el riesgo de epífitas regionales, lo que pone en evidencia las limitaciones de cobertura de las políticas agrícolas actuales frente a esquemas de transferencia tecnológica integral como el programa Sembrando Vida en Pascala del Oro (Pérez-Fernández et al., 2023).

El modelo rústico de montaña funciona como un policultivo tradicional donde la planificación del dosel no es aleatoria; las asociaciones multipropósito de maderables y frutales aseguran la soberanía alimentaria y energética familiar frente a la volatilidad del mercado (Silva-Aparicio et al., 2024). A diferencia de regiones comerciales mono-varietales (Vázquez-López et al., 2022), San Luis Acatlán mantiene una base genética heterogénea que integra cultivares tradicionales (*Typica*, *Bourbon*) con germoplasma resistente (Marsellesa, Oro Azteca). Desde el enfoque etnoecológico, esta multivariedad responde al complejo *Kosmos-Corpus-Praxis*, en el que la diversificación es una estrategia culturalizada de resistencia y mitigación de riesgos que fortalece la resiliencia del territorio (Boege, 2008; Toledo & Barrera-Bassols, 2008).

Desde el punto de vista estructural, el arreglo espacial denota una transición técnica: el diseño disperso predomina en parcelas maduras, mientras que el diseño en surcos caracteriza a las plantaciones jóvenes, lo que refleja una adopción lineal y paulatina de innovaciones frente a regiones altamente tecnificadas (Benítez-García et al., 2015).

Finalmente, al revisar algunos estudios de estructura y composición en bosques de pino y encino, los índices de diversidad de *Shannon* fluctúan entre 1.1 y 2.4, con dominancia de *Simpson* entre 0.2 a 0.3 (Caballero-Cruz et al., 2022; Castellanos-Bolaños et al., 2010; Ruiz-González et al., 2022). Estas referencias ecológicas permiten afirmar que en los SAF cafetaleros en San Luis Acatlán, la

diversidad es semejante a la de bosques naturales de la zona, pero con un marcado efecto inducido por el manejo humano, que se manifiesta con la alta dominancia de algunas especies.

Al confirmar los resultados de la diversidad en los SAF cafetaleros estudiados, otros autores consideran que valores menores que 1 para el Índice de *Shannon*, representan baja diversidad para este tipo de bosques templados (Méndez-Osorio *et al.*, 2018); por lo tanto, valores $H' > 2$, pueden considerarse de moderados a altos en los ecosistemas de pino-encino.

Conclusiones

Los sistemas agroforestales de café en San Luis Acatlán, Guerrero, se tipifican como sistemas rústicos de montaña que albergan niveles de diversidad biológica equivalentes a los de los bosques nativos de la región. Su dosel, dominado por géneros nativos como *Quercus* y *Pinus*, es moldeado activamente por el manejo antrópico para cumplir propósitos multifuncionales de sombra, energía y autoconsumo.

A nivel socioecológico, la cafeticultura local no responde a una dinámica homogénea, sino que está fuertemente influenciada por las formas de organización comunitaria e identidad étnica de cada localidad. Así, mientras que la comunidad *Me'phaa* (Pascala del Oro) exhibe un modelo de alta sostenibilidad caracterizado por el relevo generacional activo, la autogestión de germoplasma resistente y prácticas rigurosas de conservación de suelo; la comunidad *Tu'un Savi* (Arroyo Cumiapa) presenta una marcada vulnerabilidad operativa manifestada en el envejecimiento de sus plantaciones y dependencia de subsidios externos.

Se concluye que la estabilidad estructural de estos refugios bioculturales a largo plazo está sujeta a la resolución de las asimetrías técnicas locales, donde la viabilidad del sistema depende de la capacidad de activar relevos generacionales y de implementar un manejo fitosanitario integral que resguarde la agrobiodiversidad.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti) por la beca de maestría otorgada al primer autor para el desarrollo de esta investigación. A los productores de las comunidades de Pascala del Oro y Arroyo Cumiapa, Guerrero, así como a los actores clave que participaron en la investigación. Su valioso tiempo, experiencias y saberes compartidos fueron fundamentales para la culminación de este trabajo, lo que hizo posible documentar la riqueza de sus sistemas agroforestales y su identidad biocultural.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Contribución por autor

María del Rosario Torralba Ponce: trabajo de campo y elaboración de la primera versión del manuscrito; Sergio Martínez Trinidad: dirección de la investigación y revisión del manuscrito; Angel Bustamante González: análisis de datos; Martín Neri Suárez: revisión del manuscrito.

Referencias

Aguirre-Cadena, J. F., Ramírez-Valverde, B., Trejo-Téllez, B. I., Morales-Flores, F. J., & Juárez-Sánchez, J. P. (2012). Producción de café en comunidades indígenas de México: beneficios sociales y ambientales. *Agroproductividad*, 5(2), 34-41. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/es/article/view/402>

- Benítez-García, E., Jaramillo-Villanueva, J. L., Escobedo-Garrido, S., & Mora-Flores, S. (2015). Caracterización de la producción y del comercio de café en el municipio de Cuetzalan, Puebla. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12(2), 181-198. <https://www.redalyc.org/pdf/3605/360540278004.pdf>
- Boege, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. https://patrimoniobiocultural.com/archivos/publicaciones/libros/El_patrimonio_biocultural.pdf
- Caballero-Cruz, P., Treviño-Garza, E. J., Mata-Balderas, J. M., Alanís-Rodríguez, E., Yerena-Yamallel, J. I., & Cuéllar-Rodríguez, L. G. (2022). Análisis de la estructura y diversidad arbórea de bosques templados en la ladera oriental del volcán Iztaccíhuatl, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(71), 76-102. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i71.1253>
- Carranza-Aburto, H., Olvera-Hernández, J. I., Guerrero-Rodríguez, J. D., Aceves-Ruiz, E., Álvarez-Calderón, N. M., & Vargas-López, S. (2018). Organización de una comunidad indígena: Páscala del Oro, San Luis Acatlán, Guerrero, México. *Agroproductividad*, 11(10), 145-150. <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i10.1259>
- Castellanos-Bolaños, J. F., Treviño-Garza, E. J., Aguirre-Calderón, O. A., Jiménez-Pérez, J., & Velázquez-Martínez, A. (2010). Diversidad arbórea y estructura espacial de bosques de pino-encino en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(2), 39-52. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v1i2.636>
- Celi-Delgado, L., & Aguirre-Mendoza, Z. (2022). Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales de la parroquia Zumba, cantón Chinchipe, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 814-937. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2626
- Fierro-Leyva, M. (2019). La economía social y solidaria en la producción de café en Guerrero, México. En J. F. Morales-Barragán, A. Sánchez-Almanza, C. Venegas-Herrera, D. A. Tello & J. E. I. Egurrola (Coords.), *Abordajes teóricos, impactos externos, políticas públicas y dinámica económica en el desarrollo regional, Volumen*

- 1 (pp. 504-519). Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A. C. <http://ru.iiec.unam.mx/4675/>
- Flores-López, M. de L., & Solís-López, M. K. (2025). Transformaciones en las cadenas del café orgánico: perspectiva de los caficultores en La Frailesca. *Chakiñan, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, (27), 97-117. <https://doi.org/10.37135/chk.002.27.05>
- Flores-Ortiz, C. M., Dávila, P., Rodríguez-Arevalo, I., Manson, R. H., Toledo-Garibaldi, M., Cabrera-Santos, D., Salguero, M. A., Vázquez, F. G., Cobos-Silva, J., Gianella, M., Bell, E., Mattana, E., & Ulian, T. (2025). Prioritisation of native trees for enhancing carbon sequestration in shade-grown coffee plantations in the State of Veracruz (México): linking conservation and ecological traits to community needs. *Agroforestry Systems*, 99, Article 55. <https://doi.org/10.1007/s10457-025-01155-2>
- García-Domínguez, J. U., Villegas-Aparicio, Y., Duran-Medina, E., Carrillo-Rodríguez, J. C., Sangerman-Jarquín, D. M., & Castañeda-Hidalgo, E. (2021). Descripción y análisis de productores de café de la región Mixe, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(7), 1235-1247. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i7.2781>
- García-Zavaleta, J., Quintero-Fuentes, M. P., Bautista-Sánchez, R., & Mendoza-Loyo, O. I. (2025). Factores agronómicos en el cultivo y producción de café arábica en Zongolica, Veracruz. *593 Digital Publisher CEIT*, 10(1), 652-667. <https://doi.org/10.33386/593dp.2025.1.2848>
- Hernández-Espíndola, H. M. de la L., Ruiz-Cárdenas, M., & Sánchez-Ramos, M. Á. de G. (2025). Retos del liderazgo femenino en entornos rurales: Análisis y su lucha por la producción y venta de café. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(2), 649-661. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i2.3652>
- Higuera-Ciapara, I., & Rivera-Ramírez, J. (2018). *Chiapas: problemáticas del sector cafetalero*. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1023/645>
- Illescas-Alonso, L., Cruz-León, A., & Uribe-Gómez, M. (2020). Sistemas agroforestales tradicionales desde la perspectiva del "Buen Vivir". *Revista de Geografía Agrícola*, (65), 29-43. <https://www.aacademica.org/artemio.cruz.leon/100>

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010. San Luis Acatlán, Guerrero*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/12/12052.pdf
- Jiménez-González, A., Carvajal-Nunura, R. J., Ponce-Muñiz, J. A., Cabrera-Verdesoto, C. A., & De los Santos Pinargote-Choez, J. (2023). Inventario florístico en dos sistemas agroforestales del recinto San Francisco de la parroquia El Anegado. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 11(1), Artículo e772. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9539606>
- Juárez-Sánchez, J. P., Apodaca, C., Ramírez-Valverde, B., Méndez, J., & Díaz, R. (2024). Transformación del paisaje cafetalero ante la política agrícola y variabilidad climática en espacios indígenas de Puebla. *Revista de Geografía Norte Grande*, (88), 1-19. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022024000200111>
- López-Gómez, A. M., Williams-Linera, G., & Manson, R. H. (2008). Tree species diversity and vegetation structure in shade coffee farms in Veracruz, Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 124(3-4), 160-172. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.09.008>
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing. <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Magurran2004MeasuringBiological.pdf>
- Méndez-Osorio, C., Mora-Donjuán, C. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O. A., Treviño-Garza, E. J., & Pequeño-Ledezma, M. Á. (2018). Fitodiversidad y estructura de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(50), 35-53. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.236>
- Moguel, P., & Toledo, V. M. (1999). Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13(1), 11-21. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97153.x>
- Oropeza-Guevara, A., Aceves-Ruiz, E., Guerrero-Rodríguez, J. de D., Olvera-Hernández, J. I., & Álvarez-Calderón, N. M. (2023). El cultivo de café en Paraje Montero, Malinaltepec, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (29), Artículo e3552. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i29.3552>

- Pérez-Fernández, Y., Ramírez-Valverde, B., & Cruz-León, A. (2023). ¿Cereceros o cooperativistas? Una decisión para la continuidad del cultivo de "café" (*Coffea*) en México. *Revista Investigium IRE: Ciencias Sociales y Humanas*, 14(2), 210-229. <https://doi.org/10.15658/INVESTIGIUMIRE.231402.09>
- Plants of the World Online. (2024). *Coffea arabica* L. (Database). Royal Botanic Gardens Kew. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:747038-1>
- R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 4.2.3) [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Ramírez, E., & Calvo, J. C. (2003). Caracterización de los sistemas agroforestales con café en el área de amortiguamiento de la reserva de biósfera La Amistad, Pejibaye de Jiménez, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10(37-38), 69-73. https://www.researchgate.net/publication/262876662_Characterization_of_coffee_agroforestry_systems_in_the_buffer_zone_of_the_La_Amistad_biosphere_reserve_Pejibaye_de_Jimenez_Costa_Rica
- Ruiz-González, M. Á., Campos-Ángeles, G. V., Reyes-Hernández, V. J., Rodríguez-Ortiz, G., & Enríquez-del Valle, J. R. (2022). Estructura y diversidad vegetal en un bosque de pino encino con disturbios en diferentes cronosecuencias. *Madera y Bosques*, 28(1), Artículo e2812245. <https://doi.org/10.21829/myb.2022.2812245>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2022). *Anuario estadístico de la producción agrícola. Cierre de la producción agrícola* (Base de datos). Gobierno de México. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Silva-Aparicio, M., Olguín, C. F., & Cruz, S. J. (2024). Árboles asociados a los cafetales en comunidades de la Montaña de Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 15(83), 80-106. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v15i83.1420>
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, Article 688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>

- Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria Editorial. https://data.over-blog-kiwi.com/1/38/03/91/20220415/ob_b8e0ba_lamemoriabioculturalpdf.pdf
- Tomas-Torres, A., Delgado-Alvarado, A., Herrera-Cabrera, B. E., & López-Vargas, S. (2018). Sistema de producción de café (*Coffea arabica* L.) en la comunidad del Cerro Cuate, Iliatenco, Guerrero. *Agroproductividad*, 11(10), 157-163. <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i10.1262>
- Valencia, V., West, P., Sterling, E. J., Garcia-Barrios, L., & Naeem, S. (2015). The use of farmers' knowledge in coffee agroforestry management: implications for the conservation of tree biodiversity. *Ecosphere*, 6(7), 1-17. <https://doi.org/10.1890/ES14-00428.1>
- Vázquez-López, P., Espinoza-Arellano, J. de 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*, (28), 101-111. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3266>



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.