



Contribuciones y limitaciones de los bosques cafetaleros

a la sustentabilidad en Coatepec, Veracruz, México

Contributions and limitations of coffee forest to sustainability in Coatepec, Veracruz, México

Lorena Patricia Sánchez Morales^{1*} y Ofelia Andrea Valdés Rodríguez¹

¹ El Colegio de Veracruz

* Autora de correspondencia.
lorena.samadhi@gmail.com

RESUMEN

Los bosques cafetaleros son agroecosistemas muy valorados en Coatepec, Veracruz, México por sus atributos socioambientales. Sin embargo, existe información muy limitada sobre aspectos de la sustentabilidad en los cafetales del municipio. Debido a ello, el objetivo de esta investigación fue estimar un índice de sustentabilidad, e identificar las contribuciones y las limitaciones más importantes de tres cafetales en Coatepec, Veracruz, México. El estudio se llevó a cabo a través de una evaluación mediante indicadores agrupados en cuatro rubros (ambiental, económico, social y técnico) que integran un índice general de sustentabilidad (IGS), con valor máximo de 4.0, el cual se divide en cuatro categorías: de 2.1 a 2.5 agroecosistema ligeramente sustentable, de 2.6 a 3.0 es fuertemente sustentable, de 3.1 a 3.5 es muy sustentable y 3.6 a 4.0 extremadamente sustentable. Los resultados indican que el sitio 3 obtuvo el índice más alto (IGS=2.90) categorizándose como fuertemente sustentable, seguido del sitio 2 (IGS=1.92) y finalmente el sitio 1 (IGS=1.34), que se categorizan como no sustentables. Por lo tanto, solamente uno de los tres sitios estudiados se considera sustentable. Las contribuciones más importantes en los tres sitios se encontraron en los aspectos ambientales y sociales, mientras que las limitaciones más relevantes en los aspectos técnicos y económicos.

PALABRAS CLAVE: agroecología, agroecosistemas, desarrollo regional, evaluación, índice general de sustentabilidad.

ABSTRACT

Coffee forests are highly valued agroecosystems in Coatepec, Veracruz, Mexico, for their socio-environmental attributes. However, there is very limited information on aspects of sustainability in the municipality's coffee plantations. Due to this, the objective of this research was to estimate a sustainability index and identify the most important contributions and limitations of three coffee plantations in Coatepec, Veracruz, Mexico. The study was conducted through an evaluation using sustainability indicators grouped into four areas (environmental, economic, social, and technical), integrating a general sustainability index (IGS), with maximum value of 4.0 which is divided into four categories: from 2.1 to 2.5 slightly sustainable agroecosystem, from 2.6 to 3.0 it is strongly sustainable, from 3.1 to 3.5 it is very sustainable and 3.6 to 4.0 extremely sustainable. The results indicate that site 3 obtained the highest index (IGS=2.90), categorized as strongly sustainable, followed by site 2 (IGS=1.92) and finally site 1 (IGS=1.34), that categorize as not sustainable. Therefore, only one of the three sites studied is considered sustainable. The most significant contributions were found in the environmental and social aspects, while the most notable limitations were identified in the technical and economic aspects.

KEYWORDS: agroecology, agroecosystems, regional development, evaluation, sustainable development index.

INTRODUCCIÓN

Los bosques cafetaleros destacan como un agroecosistema de gran importancia ambiental, económica y social en el escenario global. Las áreas cafetaleras coinciden con las regiones más ricas y diversas en flora y fauna en el mundo (Muñoz Rodríguez et al., 2019), proveyendo importantes servicios ambientales, tales como: regular cantidad y calidad de agua, minimizar los ciclos de inundación y sequía, proteger y mantener los suelos y sus nutrientes, y regular el clima (Manson et. al, 2018). En el aspecto económico, el café es considerado el producto más comercializado, y su valor de mercado asciende a 200 mil millones de dólares estadounidenses por año (Samper et al., 2017; Organización Internacional del Café [OIC], 2019). El café se produce en aproximadamente 12.5 millones de fincas (Panhuisen y De Vries, 2023) en más de 80 países del trópico (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO, por sus siglas en inglés], 2022) cubriendo 19 millones de hectáreas (FAO, 2022) e involucrando a 25 millones de familias productoras (Fairtrade International, 2018). Socialmente, el sistema cafetalero está empapado de simbolismos culturales y tiene un papel importante en la construcción de relaciones y tejidos entre las comunidades y entre las familias productoras (Ejea Mendoza, 2009).

En México, el café llegó a finales del siglo XVIII y desde entonces se adaptó a los sistemas agroforestales nativos bajo dos modalidades: el café bajo sombra y el café a pleno sol (Toledo y Moguel, 2009). En el país, 90% del café se cultiva bajo sombra y solo 10% a pleno sol (Toledo y Moguel, 2012). De acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP] (2024), México se sitúa en el decimosegundo lugar en producción mundial, con más de 660 000 t de café cereza cosechadas durante el año 2024. Esta labor es realizada por más de 500 000 productores, de los cuales 64% posee superficies menores a 1 ha y solo 2.6% posee superficies mayores a 5 ha (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [Sagarpa], 2017). Estos productores están ubicados en 12 estados con 710 000 ha de cultivo (SIAP, 2024). Los principales estados productores son Chiapas, Veracruz, Puebla y Oaxaca. En

estas cuatro entidades federativas, se concentra 94% de la producción, 88% de la superficie nacional cultivada y 83% del total de productores (Sagarpa, 2017). En general, la actividad cafetalera en México vincula directa e indirectamente a cerca de tres millones de personas (Muñoz Rodríguez et al., 2019).

Veracruz es la entidad que ocupa el segundo lugar en producción, a escala nacional, con más de 256 000 t de café cereza cosechado (SIAP, 2024) aportando 24.4% del total nacional. De acuerdo con la clasificación de Escamilla Prado et al. (1994), los cafetales de la zona centro de Veracruz se agrupan en: especializado (54%), policultivo tradicional (31.5%), policultivo comercial (12.2%), rusticano (1.0%) y a pleno sol (1.0%).

Coatepec se ubica en la zona central del estado de Veracruz. Es uno de los cien municipios de Veracruz con mayor producción de granos de café de la zona (SIAP, 2024) y fue una de las primeras regiones de México en donde se introdujo la planta de *Coffea arabica*, por lo que, a finales del siglo XIX, el café adquirió un lugar relevante en la vida económica de la región (Ponce y Núñez, 1992). De acuerdo con datos del SIAP (2024), Coatepec registró una producción de un poco más de 12 000 t de café cereza. Esto significa que el municipio aporta 5.4% de la producción a escala estatal en una superficie cultivada de 7000 ha (SIAP, 2024), lo que representa 34% de la superficie total del municipio. Las plantaciones son de la especie *Coffea arabica* con variedades como *typica*, *garnica*, *bourbon* y *caturra* (López-García et al., 2016). En el municipio están registrados un poco más de 16 000 productores (Coordinadora Nacional de Organizaciones Cafetaleras [CNOIC], 2011). La mayor parte del café en Coatepec se produce en parcelas campesinas de pequeños productores, lo que dificulta que completen el proceso posterior a la cosecha, al cual se le denomina *beneficiado*. Este se refiere a la transformación de la cereza del café para poder ser consumido, considerado la última etapa y la más costosa en la producción de café. Los métodos de beneficiado más usados son: proceso húmedo, proceso natural o seco y proceso honey.



La economía de Coatepec se ha desarrollado y ha girado alrededor de la agricultura comercial como el café, la caña de azúcar, el mango y el limón (Ejea Mendoza, 2009), aunque existen otros cultivos en el territorio como frijol, maíz, naranja, papa, plátano y zarzamora (SIAP, 2024). El café es el cultivo con mayor superficie ocupada y el producto con mayor valor de exportación con USD 5.72 millones registrados durante el 2024 (Data México, 2024). A pesar de la importancia del café, la caña de azúcar y el limón aumentaron su presencia de forma gradual, pues ganaron terreno debido al aumento en la rentabilidad que proveen (Ruiz-López y Garrido de la Calleja, 2021). Asimismo, el sector turístico se ha posicionado desde que Coatepec fue declarado Pueblo Mágico, siguiendo los lineamientos del Programa Federal Pueblos Mágicos de la Secretaría de Turismo (Campion, 2023a, 2023b). Ante esto, se propició un mayor cambio de uso de suelo, transformado las fincas cafetaleras en suelo urbano. La superficie sembrada con café se redujo 8.89% en tan solo 13 años, al igual que el bosque mesófilo, dando paso a los fraccio-

namientos que se extienden alrededor del municipio, tal como se muestra en la tabla 1 (Marín, 2022). Debido a lo anterior, se requiere documentar y valorar la contribución ambiental y la sustentabilidad de los bosques cafetaleros en la región, permitiendo con ello, incidir sobre políticas públicas encaminadas a su protección.

La producción sustentable de café implica el uso responsable de los recursos naturales, así como la aplicación de técnicas de cultivo que minimicen el uso de agroquímicos y que fomenten la biodiversidad. De acuerdo con Sarandón y Flores (2014), la agricultura sustentable debería cumplir con los siguientes principios: 1) suficientemente productivo, 2) económicamente viable, 3) ecológicamente adecuado, y 4) cultural y socialmente aceptable. Esto incluye el cumplimiento simultáneo de varios objetivos o dimensiones, entre los cuales están: el productivo, el ecológico, el económico y el sociocultural. Por lo tanto, el concepto se convierte en algo complejo y desafiante, que requiere de un enfoque integral para abordarlo.

TABLA 1. Usos de suelo en el municipio de Coatepec, Veracruz, México (2000-2013).

Usos de suelo	2000		2013		Diferencia (km ²)
	Área (km ²)	% de superficie	Área (km ²)	% de superficie	
Acahual	24.15	11.94	28.47	14.07	4.31
Agrícola	36.20	17.89	42.54	21.03	6.33
Agua	0.010	0.01	0.21	0.11	0.20
Bosque Mesófilo	26.53	13.11	23.90	11.82	-2.63
Cafetal de sombra	78.25	38.67	60.07	29.69	-18.17
Bosque encino	0.85	0.42	1.62	0.80	0.77
Pastizal	18.48	9.13	20.01	9.89	1.53
Bosque de pino	4.34	2.15	5.74	2.84	1.39
Bosque de pino-encino	0.47	0.02	0.33	0.17	0.28
Selva baja	0.77	0.38	0.76	0.38	0.00
Urbano	9.58	4.74	16.44	8.13	6.86
Vegetación riparia	3.10	1.54	2.18	1.08	-0.92
	202.30	100	202.30	100	

Fuente: Marín (2022).

OBJETIVOS

Estimar un índice general de sustentabilidad e identificar las contribuciones y las limitaciones más importantes de tres agroecosistemas cafetaleros en el municipio de Coatepec, Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El municipio de Coatepec, Veracruz, se ubica entre los 19° 21' y 19° 32' de latitud norte; y 96° 47' y 97° 06' de longitud oeste; tiene una altitud entre 500 m y 2900 m s.n.m. Coatepec posee diferentes tipos de clima: semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, semicálido húmedo con lluvias todo el año, templado húmedo con

lluvias todo el año, cálido subhúmedo con lluvias en verano y semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi], (2015). La temperatura media anual es de 19 °C con una precipitación acumulada promedio anual de 1854 mm. Cuenta con 93 911 habitantes, de los cuales, 48% son hombres y 52% son mujeres (Data México, 2024). Esta investigación se desarrolló analizando tres agroecosistemas cafetaleros ubicados en este municipio. Los sitios fueron seleccionados con base en su ubicación (dentro del municipio de Coatepec), la superficie (entre 0.25 ha y 3 ha), fácil acceso y la disposición de los propietarios para participar en la investigación. La ubicación de los agroecosistemas seleccionados se muestra en la figura 1 y sus principales características en la tabla 2.

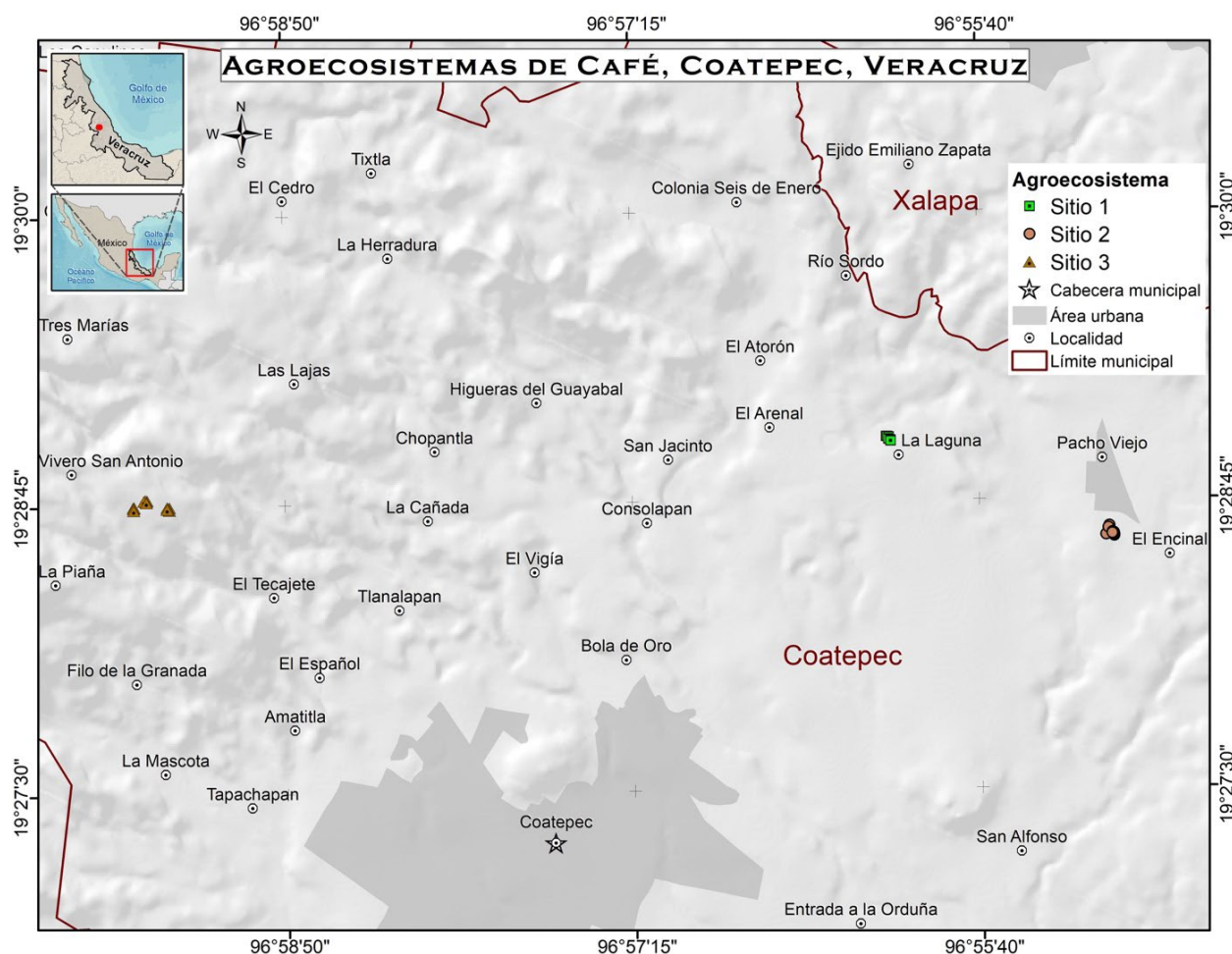


FIGURA 1. Vértices de de las fincas cafetaleras con los tres agroecosistemas seleccionados en el municipio de Coatepec, Veracruz, México.



TABLA 2. Sitios cafetaleros seleccionados para participar en la investigación.

	<i>Sitio 1</i>	<i>Sitio 2</i>	<i>Sitio 3</i>
Nombre del predio	"La Capilla"	"Campo Deportivo"	"El Volador"
Superficie	0.40 ha	0.50 ha	3 ha
Ubicación (Localidad)	La Laguna, Coatepec, Ver., México.	Pacho Viejo, Coatepec, Ver., México.	Cinco Palos, Coatepec, Ver., México.

Fuente: Elaboración propia.

Aspectos metodológicos

Se estimó el índice general de sustentabilidad por rubros (ambiental, económico, social y técnico) de tres agroecosistemas cafetaleros. El diseño metodológico incluyó elementos de la investigación cuantitativa y cualitativa y se llevó a cabo en tres fases que se detallan a continuación, basadas y adaptadas al modelo metodológico de Sarandón y Flores (2014). Las herramientas cualitativas y cuantitativas que condujeron el estudio se muestran en la tabla 3.

Fase 1. Caracterización de tres agroecosistemas cafetaleros en localidades de Coatepec, Veracruz

Se realizó a través de recorridos exploratorios, identificando el contexto espacial, y realizando un primer acercamiento con los propietarios. Se utilizó como herramienta la entrevista semiestructurada y la observación participante.

Fase 2. Construcción de indicadores de sustentabilidad

Con base en Sarandón et al. (2006), se llevó a cabo esta construcción durante los recorridos con los productores y se utilizó la entrevista semiestructurada. Los indicadores resultantes se agruparon en cuatro rubros (ambiental, económico, social y técnico) con sus respectivos verificadores y variables.

Fase 3. Análisis de los resultados

En cada sitio, se llevó a cabo la medición de variables cuantitativas y cualitativas. Posteriormente, se construyó

una escala estandarizada para representar el valor de cada indicador en relación con la situación deseable. De acuerdo con López-Ridaura et al., (2002), se definieron las condiciones máximas y mínimas asignando a cada indicador un valor entre el 0 y 4 (ver ejemplo en la tabla 4). Esta escala permitió homogenizar la información y convertir los indicadores con diferentes unidades de medida en un solo rango de valor. Posteriormente y debido a que no todos los indicadores tienen el mismo valor o peso, se definió —con los productores— la importancia relativa de los diferentes indicadores y variables que los componen. De este modo, se llevó a cabo la ponderación de estos, los cuales representan un coeficiente por el cual se multiplicó el valor asignado a las temáticas evaluadas por finca. Con base en Sarandón et al., (2006) se crearon las fórmulas de la tabla 5 para calcular el índice de sustentabilidad para cada rubro (ambiental, económico, social y técnico) donde el valor máximo de cada dimensión es 4 y el índice general de sustentabilidad (IGS) será el promedio de las cuatro dimensiones. Los resultados del IGS se evaluaron en conformidad con el siguiente criterio: el valor más cercano a la sustentabilidad es 4, el más lejano es 0 y el umbral mínimo para considerar a un agroecosistema sustentable es 2. Así, se pudo establecer que de 2.1 a 2.5 significa que el agroecosistema es ligeramente sustentable, de 2.6 a 3.0 es fuertemente sustentable, 3.1 a 3.5 es muy sustentable y 3.6 a 4.0 extremadamente sustentable.

TABLA 3. Herramientas cualitativas y cuantitativas usadas para medir las variables de sustentabilidad de tres agroecosistemas cafetaleros.

<i>Tipo de herramienta</i>	<i>Nombre</i>
Cualitativa	Recorridos exploratorios
	Entrevistas semiestructuradas
	Observaciones participantes
Cuantitativa	Análisis de suelo
	Materia orgánica (MO)
	Digestión ácida con ácido nítrico y perclórico 2:1
	Cuantificación de sodio (Na) y potasio (K): fotoflamómetro Corning 410
	Cuantificación de calcio (Ca), fierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn) y magnesio (Mg): Espectroscopio de absorción atómica marca Varían modelo FS240
Cuantitativa	Cuantificación de Fósforo (P): reactivo vanadato- molibdato, espectrofotómetro de UV-Vis marca Shimadzu, modelo, UV-1900i
	Análisis de Carbono Nitrógeno (C/N): Analizador de CN truspec marca Leco
	Análisis foliar en hojas: boro (B), fósforo (P) y azufre (S) determinados por espectrofotometría
	Análisis de captura de carbono arbóreo: comprendió un muestreo de cada área, contabilizando y midiendo árboles. Se utilizó el programa i-Tree Eco para estimar la biomasa de cada árbol usando ecuaciones alométricas y los datos de los árboles medidos. El programa multiplicó a los árboles maduros por 1.8. La biomasa del peso seco de los árboles se convirtió a carbono almacenado multiplicándola por 0.5.

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 4. Ejemplo de criterios de asignación de indicador calidad de suelo.

<i>Valor</i>	<i>Características de la calidad del suelo</i>
0	Tierra árida en donde no crece ningún cultivo, de color amarillo con nutrientes pobres y sin contenido de materia orgánica.
1	Tierra semiárida en donde se observa el crecimiento de algunas plantas herbáceas, con nutrientes pobres y con contenido de materia orgánica de 2%.
2	Tierra donde se observa el crecimiento de algunas plantas herbáceas, con nutrientes pobres y contenido de materia orgánica de 3%.
3	Tierra cultivable en donde los nutrientes se encuentran en desbalance, pero se puede corregir a través de enmiendas, el contenido de materia orgánica es > 3%.
4	Tierra cuyas propiedades físicoquímicas se encuentran en niveles adecuados, y con contenido de materia orgánica > 5%.

Fuente: Elaboración propia.



TABLA 5. Fórmulas empleadas para calcular el índice de sustentabilidad por rubro y el índice general de sustentabilidad.

$$IA = \frac{3 \frac{A1a + A1b}{2} + 3 \frac{A2a + A2b + A2c + A2d + A2e + A2f}{6} + A3a + A4a + A5a + 3A6a + 3A7a + \frac{A8a + A8b}{2} + A9a}{17}$$

$$IE = \frac{3 \frac{B1a + B1b}{2} + 3 \frac{B2a + B2b + B2c + B2d}{4} + B3a}{7}$$

$$IS = \frac{C1a + 3C2a + 3 \frac{C3a + C3b + C3c}{3} + 3C4a}{10}$$

$$IT = \frac{3 \frac{D1a + D1b + D1c + D1d}{4} + 2 \frac{D2a + D2b + D2c}{3} + 3 \frac{D3a + D3b}{2} + 3D4a + 3D5a + 3D6a}{17}$$

$$IGS = \frac{IA + IE + IS + IT}{4}$$

IA: índice ambiental; IE: índice económico; IS: índice social; IT: índice técnico; IGS: índice general de sustentabilidad.

La nomenclatura de las variables independientes en ecuaciones se puede consultar en la tabla 7.

En cada ecuación el primer término (la suma) se refiere a las variables del indicador, el segundo (que multiplica) es el valor de la ponderación o peso, y el denominador se refiere a la suma de los valores de la ponderación de los indicadores.

Se utilizó el diagrama tipo “ameba” para presentar el valor de los indicadores. Por último, se graficaron los valores obtenidos y se procedió a realizar un análisis comparativo de los índices de sustentabilidad en los tres agroecosistemas.

RESULTADOS

Fase 1. Caracterización de tres agroecosistemas cafetaleros en localidades de Coatepec, Veracruz

Los agroecosistemas estudiados presentaron características similares y disímiles entre sí. En la tabla 6 se muestran las principales cualidades de los sitios. Entre las principales similitudes se encuentran, la falta de tecnología para procesar el café y el modelo de organización en etapas muy

iniciales. Entre las principales diferencias se pudo observar el nivel de participación en la cadena de valor, el año de la adquisición del predio y el número de personas que laboran en el cafetal.

Fase 2. Construcción de indicadores de sustentabilidad para cafetales

Para los rubros ambiental, económico, social y técnico, se obtuvieron 22 indicadores y 41 variables mediante las cuales se evaluaron los agroecosistemas. Así, para el rubro ambiental, se obtuvieron nueve indicadores y 16 variables; para el rubro económico tres indicadores y siete variables; para el rubro social cuatro indicadores y seis variables; y para el rubro técnico seis indicadores y 12 variables. En la tabla 7 se muestran los indicadores y sus variables por rubro.

TABLA 6. Características de los tres sitios cafetaleros en Coatepec, Veracruz, México.

<i>Características</i>	<i>Sitio 1</i>	<i>Sitio 2</i>	<i>Sitio 3</i>
Tipo de tecnología	Rústico	Rústico	Rústico
Modelo de organización	Modelo de parcela de subsistencia.	Modelo de empresa familiar.	Modelo de empresa familiar.
Nivel de participación en la cadena de valor	Cultivan y venden café cereza.	Cultivan, acopian y venden café cereza.	Cultivan, benefician, tuestan y venden café molido.
Tipo de comercialización	Comercializan café cereza a nivel local a través de acopiadores.	Acopian y comercializan café cereza a nivel local.	Comercializan café tostado a nivel local.
Número de empleados	1 fijo y 5 temporales.	2 fijos y 5 temporales.	6 fijos.
Antigüedad	12 años.	15 años.	8 años.

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7. Indicadores ambientales, económicos, sociales y técnicos para evaluar tres cafetales en Coatepec, Veracruz, México (Parte 1 de 2).

<i>Rubro</i>	<i>Indicador</i>	<i>Ponderación por indicador</i>	<i>Variables</i>	<i>Ponderación por variables</i>		
A. Ambiental	A1	Calidad del suelo	3	a Propiedades físicas del suelo	1	
				b Propiedades químicas del suelo	1	
				a Variedades de café en los sitios	1	
				b Variedades de cultivos intercalados en el agroecosistema	1	
	A2	Biodiversidad y diversidad agrícola	3	c	Número de estratos en el dosel de la vegetación	1
				d	Porcentaje de especies de flora nativas de BMM	1
				e	Presencia de especies de fauna en cafetal	1
				f	Porcentaje de absorción de nutrientes en las plantas de café	1
	A3	Plagas y enfermedades	1	a	Nivel de incidencia de plagas y enfermedades	1
	A4	Energía	1	a	Porcentaje de energía utilizada (renovable y no renovable)	1
	A5	Impacto ecológico en la movilidad y transporte	1	a	Número de kilómetros recorridos por vehículo por mes	1
	A6	Secuestro de carbono	3	a	Estimación de CO ₂ en los sitios por año por hectárea	1
	A7	Almacenamiento de carbono	3	a	Estimación de CO ₂ almacenado durante la vida de los árboles	1
A8	Protección a la naturaleza	1	a	Número de especies de flora en la NOM-059 protegidas en el cafetal	1	
			b	Número de especies de fauna en la NOM-059 protegidas en el cafetal	1	
A9	Manejo de residuos sólidos	1	a	Tipo de manejo de los residuos sólidos	1	



TABLA 7. Indicadores ambientales, económicos, sociales y técnicos para evaluar tres cafetales en Coatepec, Veracruz, México (Parte 2 de 2).

Rubro	Indicador	Ponderación por indicador	Variables	Ponderación por variables	
B. Económico	B1 Rentabilidad	3	a Eslabones de la cadena de valor en la que participa.	1	
			b Utilidades.	1	
	B2 Autosuficiencia	3	a Gastos por empleado (jornales, seguro y capacitación al personal).	1	
			b Dependencia de insumos.	1	
			c Subsidios que recibe el productor.	1	
			d Otras actividades que le proporcionan ingresos al productor.	1	
B3 Redes de comercialización	1	a Canales de comercialización.	1		
C. Resiliencia	C1 Resiliencia	1	a Resiliencia ante las perturbaciones.	1	
	C2 Redes de colaboración	3	a Número de entidades con las que interactúa.	1	
			a Número de viviendas del personal que disponen de agua, luz, energía eléctrica, agua y drenaje.	1	
	C3 Calidad de vida del equipo de trabajo	3	b Tipo de enfermedades entre el personal.	1	
			c Nivel de escolaridad del personal.	1	
			C4 Identidad cultural	3	a Nivel de involucramiento en las actividades de la localidad.
	D. Técnico	D1 Producción	3	a Toneladas de café cereza producido por unidad de área y por variedad.	1
				b Toneladas de café pergamino producido en el cafetal.	1
c Toneladas de café verde producido en el cafetal.				1	
d Kilos de café tostado producido.				1	
D2 Prácticas de manejo de sombra y de la plantación de café		2	a Número de especies nativas de árboles usados para sombra.	1	
			b Número de podas y aclareos de los árboles de sombra por año.	1	
			c Número de podas al año de las plantaciones de café.	1	
D3 Prácticas de manejo de suelo y de malezas		3	a Mecanismos de eliminación de la maleza.	1	
			b Uso de abonos verdes y cultivos de cobertura.	1	
D4 Prácticas de manejo de plagas		3	a Mecanismo de manejo de plagas (biológico, mecánico, pesticidas).	1	
D5 Prácticas de fertilización			a Tipo de fertilizantes usados.	1	
D6 Calidad en taza			a Puntaje de calidad en taza.	1	

Fuente: Elaboración propia.

Fase 3. Análisis de las variables

Rubro ambiental

Los tres sitios obtuvieron un índice ambiental (IA) promedio de 2.48, indicando, en general, que los tres cafetales son ligeramente sustentables en este aspecto (Tabla 8; Fig. 2). De tal modo, este rubro es más alto respecto al resto (económico, social y técnico). El sitio con el IA más alto fue el 2 (IA = 2.79) categorizándose como fuertemente sustentable, seguido del sitio 3 (IA = 2.47) y por último el sitio 1 (2.18) considerados ambos ligeramente sustentables.

Los indicadores con índices más altos fueron: *secuestro* y *almacenamiento de carbono*. El indicador con índice más bajo fue: *protección a la naturaleza*, aspecto en el cual los predios requieren de mayor atención.

En relación con el indicador secuestro y almacenamiento de carbono, en los tres sitios se registraron 102 árboles correspondientes a 17 familias y 20 especies, de las cuales, las más abundantes fueron: en el sitio 1 *Inga vera* (57 %), en el sitio 2 *Alchornea latifolia* (21 %) y en el sitio 3 *Pinus chiapensis* (28 %). La estimación de carbono secuestrado en los tres sitios fue de 63.01 t CO₂e, mientras que el carbono almacenado fue de 1215.21 t CO₂e.

Respecto al indicador protección de la naturaleza, en los tres sitios se identificaron entre cuatro y cinco especies de flora y fauna registradas en la Norma Oficial Mexicana en alguna categoría de riesgo. Sin embargo, en estos sitios no se cuenta con un plan de manejo para reproducirlas, protegerlas o conservarlas.

Rubro Económico

Los tres sitios obtuvieron un índice económico (IE) promedio de 1.89. Esto indica que el nivel de sustentabilidad promedio está por debajo del umbral (valor 2) por lo que no se consideran sustentables en este rubro (Tabla 9; Fig. 3). Sin embargo, el sitio con el índice económico más alto fue el 3 (IE = 3.32) considerándose por si solo muy sustentable, seguido del sitio 2 (IE = 1.25) y, por último, el sitio 1 (IE = 1.11), considerándose estos dos como no sustentables.

El indicador *redes de comercialización* mostró los valores más bajos debido a que el sitio 3 es el único que comercializa su café en diferentes puntos de venta, mientras que *autosuficiencia* fue el indicador con valores más altos ya que en dos de los tres sitios elaboran sus propios insumos para fertilizar y para el manejo general de la finca.

TABLA 8. Indicadores ambientales y su índice en los tres sitios.

Indicador	Índice		
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
A1 Calidad de suelo	1.50	2.50	2.00
A2 Biodiversidad y diversidad agrícola	1.67	2.67	2.83
A3 Incidencia de plagas y enfermedades	2.00	1.00	3.00
A4 Tipo de energía utilizada	4.00	4.00	3.00
A5 Impacto ecológico en la movilidad y transporte	2.00	3.00	1.00
A6 Secuestro de carbono	3.00	3.00	2.00
A7 Almacenamiento de carbono (desde el periodo de la siembra de árboles)	3.00	4.00	3.00
A8 Protección a la naturaleza	0.50	0.00	1.50
A9 Manejo de residuos sólidos	1.00	3.00	4.00

Nota: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8 y A9 (Valor máximo=4, Valor mínimo=0).

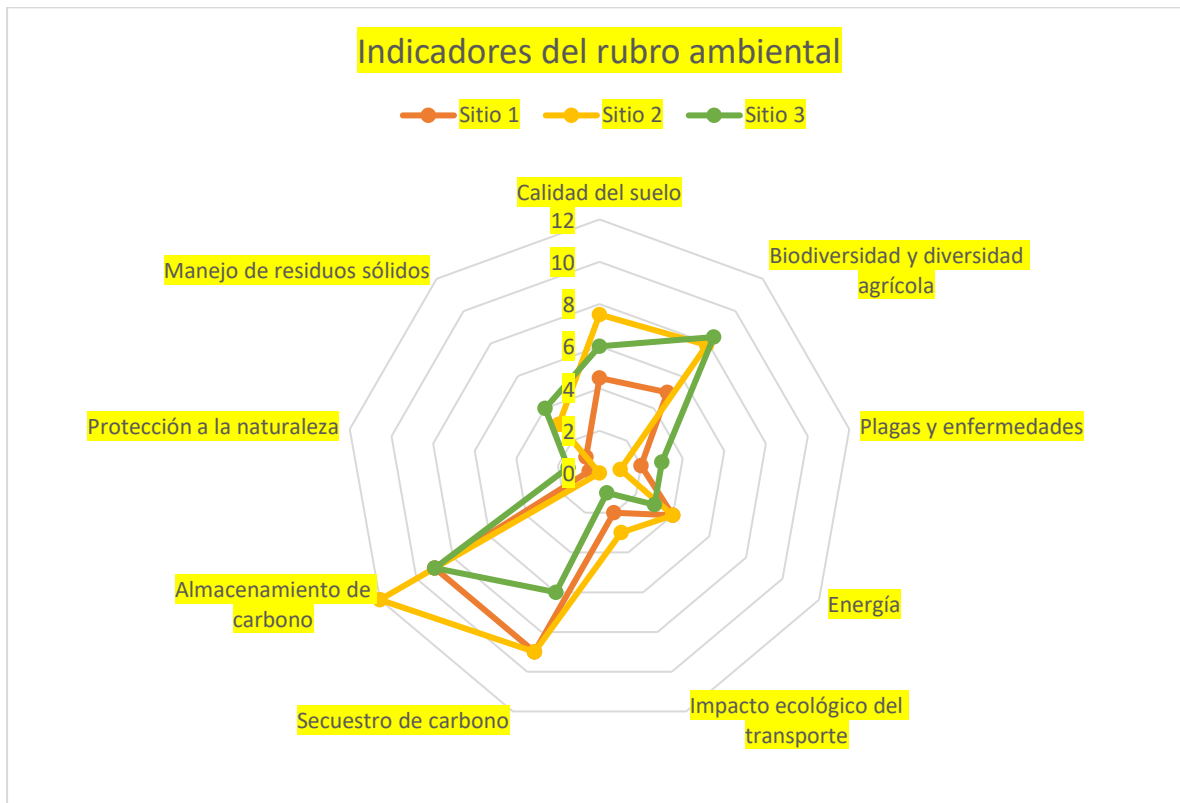


FIGURA 2. Tendencias de sustentabilidad ambiental en los tres sitios cafetaleros.

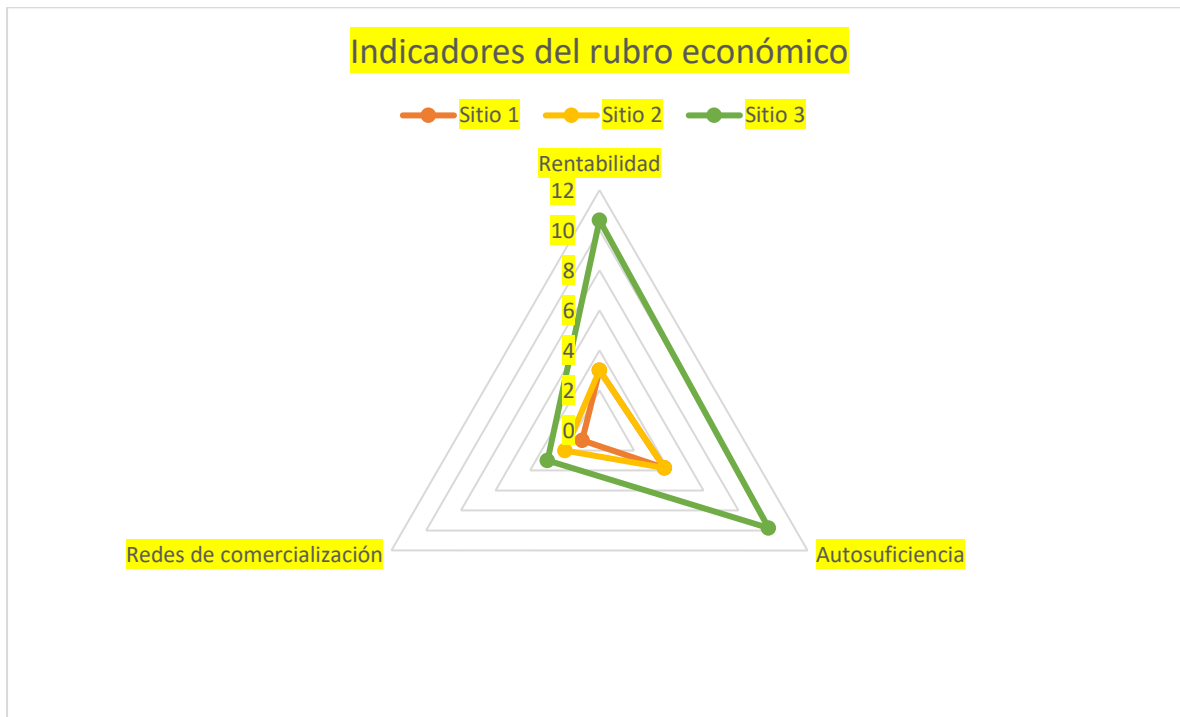


FIGURA 3. Tendencias de sustentabilidad económica en los tres sitios cafetaleros.

TABLA 9. Indicadores económicos y su índice en los tres sitios.

Indicador	Índice		
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
B1 Rentabilidad (participación en los eslabones de la cadena de valor, ingresos, egresos).	1.00	1.00	3.50
B2 Autosuficiencia (producción de insumos, dependencia de subsidios).	1.25	1.25	3.25
B3 Redes de comercialización.	1.00	2.00	3.00

Nota: B1 B2 y B3 (Valor máximo= 4, Valor mínimo=0).

TABLA 10. Indicadores sociales y su índice en los tres sitios.

Indicador	Índice		
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
C1 Resiliencia	0.00	2.00	3.00
C2 Redes de colaboración	0.00	2.00	1.00
C3 Calidad de vida del equipo de trabajo (viviendas con necesidades básicas cubiertas, edad, escolaridad, enfermedades, etc)	2.00	3.00	3.67
C4 Identidad cultural	2.00	2.00	3.00

Nota: C1, C2, C3 y C4 (Valor máximo=4-Valor mínimo=0).

Rubro Social

Los tres sitios obtuvieron un índice social (IS) promedio de 2.03, lo que indica que el nivel de sustentabilidad en este aspecto está por arriba del umbral (valor 2), por lo que todos son ligeramente sustentables (Tabla 10; Fig. 4). Sin embargo, el sitio con el índice social más alto fue el 3 (IS = 2.60), el cual, por sí solo, fue fuertemente sustentable, seguido del sitio 2 (IS = 2.30), que resultó ligeramente sustentable y por último el sitio 1 (IS = 1.20), categorizado como no sustentable.

El indicador más alto fue *calidad de vida del personal*, mientras que el más bajo, fue *resiliencia*.

Rubro Técnico

Los tres sitios obtuvieron un índice técnico (IT) promedio de 1.81. Esto indica que, en general, no existe sustentabilidad en el aspecto técnico (Tabla 11; Fig. 5). Sin embargo, el sitio con el IT más alto fue el 3 (IT = 3.23) y

entró en la categoría de muy sustentable, seguido del sitio 2 (IT = 1.32) y el sitio 1 (IT = 0.88), que fueron clasificados como no sustentables.

El indicador más alto fue *prácticas de manejo de suelo*, mientras que el más bajo fue el indicador *producción*.

Índice general de sustentabilidad

El IGS promedio para los tres sitios fue de 2.05, que clasifica al conjunto como ligeramente sustentables. De manera individual, el sitio 3 obtuvo un IGS = 2.90, que lo cataloga como fuertemente sustentable; mientras que el sitio 2 obtuvo un IGS = 1.92 y el sitio 1 un IGS = 1.34, es decir ambos se consideran no sustentables. El rubro con el índice más alto en los tres sitios fue el ambiental IA = 2.48, seguido del social IS = 2.03, enseguida el económico IE = 1.89 y, por último, el rubro técnico IT = 1.81 (Tabla 12; Fig. 6).

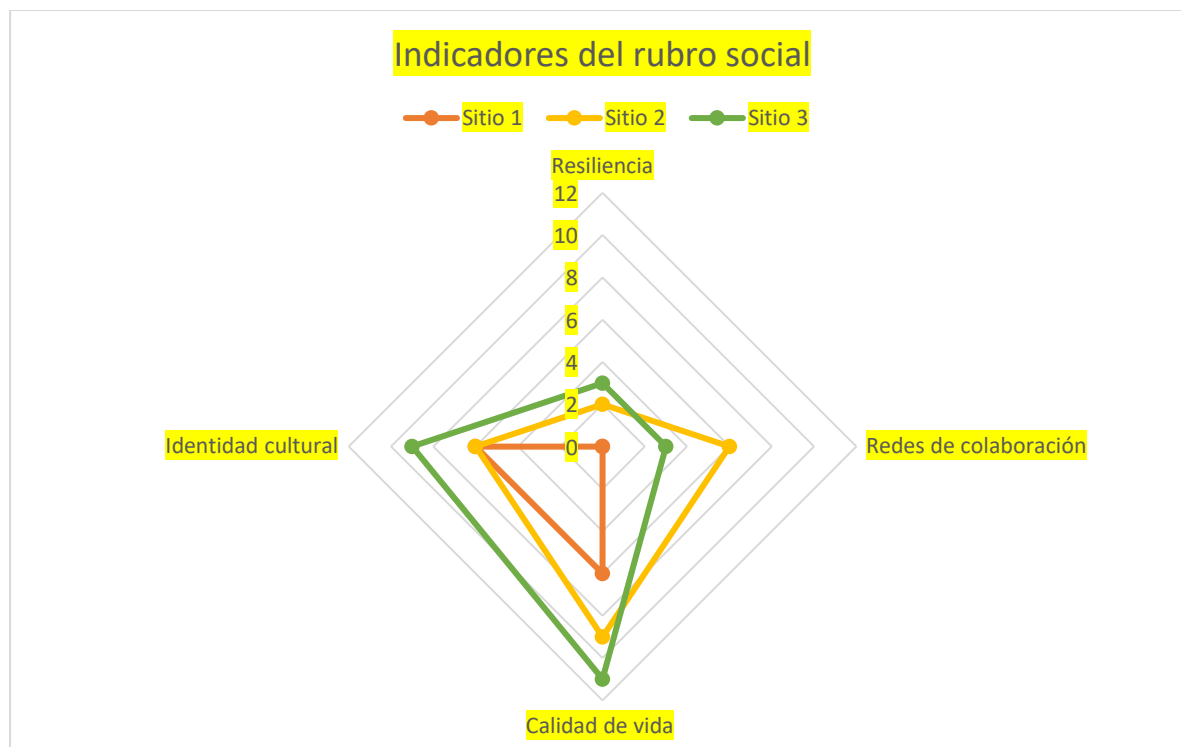


FIGURA 4. Tendencias de sustentabilidad social para los tres sitios cafetaleros.

TABLA 11. Indicadores técnicos y su índice en los tres sitios.

Indicador	Índice		
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
D1 Producción (Toneladas de café en cereza, pergamino, verde y tostado producido por unidad de área y variedad)	1.00	0.50	2.50
D2 Prácticas de manejo de sombra y de la plantación de café	3.00	3.00	2.67
D3 Prácticas de manejo de suelo y de malezas	2.00	2.00	2.00
D4 Prácticas de manejo de plagas	0.00	0.00	4.00
D5 Prácticas de fertilización	0.00	0.00	4.00
D6 Calidad en taza	0.00	3.00	4.00

Nota: D1, D2, D3, D4, D5 y D6 (Valor máximo=4-Valor mínimo=0).

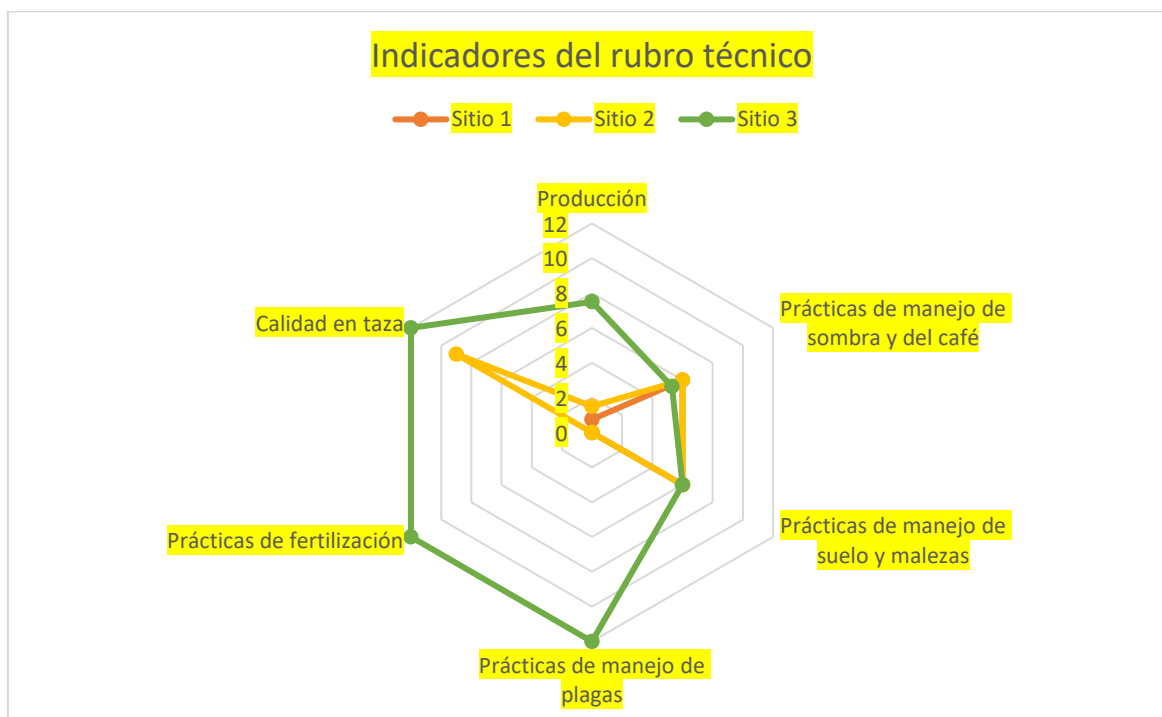


FIGURA 5. Tendencias de sustentabilidad técnica en los tres sitios cafetaleros.

TABLA 12. Índice general de sustentabilidad y por rubros (ambiental, económico, social y técnica) para los tres cafetales en Coatepec, Ver., México.

Índice	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Índice promedio
IA	2.18	2.79	2.46	2.48
IE	1.11	1.25	3.32	1.89
IS	1.20	2.30	2.60	2.03
IT	0.88	1.32	3.23	1.81
IGS	1.34	1.92	2.90	2.05

IA=Índice ambiental, IE=Índice económico, IS=Índice social, IT=Índice técnico, IGS=Índice General de Sustentabilidad

Valor máximo=4, valor mínimo=0, valor ≥ 2 : sustentable: 2.1 a 2.5, ligeramente sustentable; 2.6 a 3.0, fuertemente sustentable, 3.1 a 3.5, muy sustentable; 3.6 a 4.0, extremadamente sustentable

DISCUSIÓN

Rubro ambiental

Los resultados obtenidos en el rubro ambiental mostraron que los cafetales estudiados tienen los niveles de sustentabilidad más altos en este aspecto (IA = 2.48), categorizándose como ligeramente sustentable. Por lo tanto, la contribución más importante de los bosques cafetaleros en

Coatepec se encontraron en el secuestro y almacenamiento de carbono en los árboles de sombra de las fincas. Hernández-Martínez et al. (2013) mencionan que 99% de los cafetales del centro de Veracruz se cultivan bajo esta modalidad. Sin embargo, en América Latina, hay una reciente tendencia a reducir la cobertura arbórea en los cafetales para aumentar la producción (Perfecto et al., 2019). Esto tiene implicaciones importantes, ya que, de

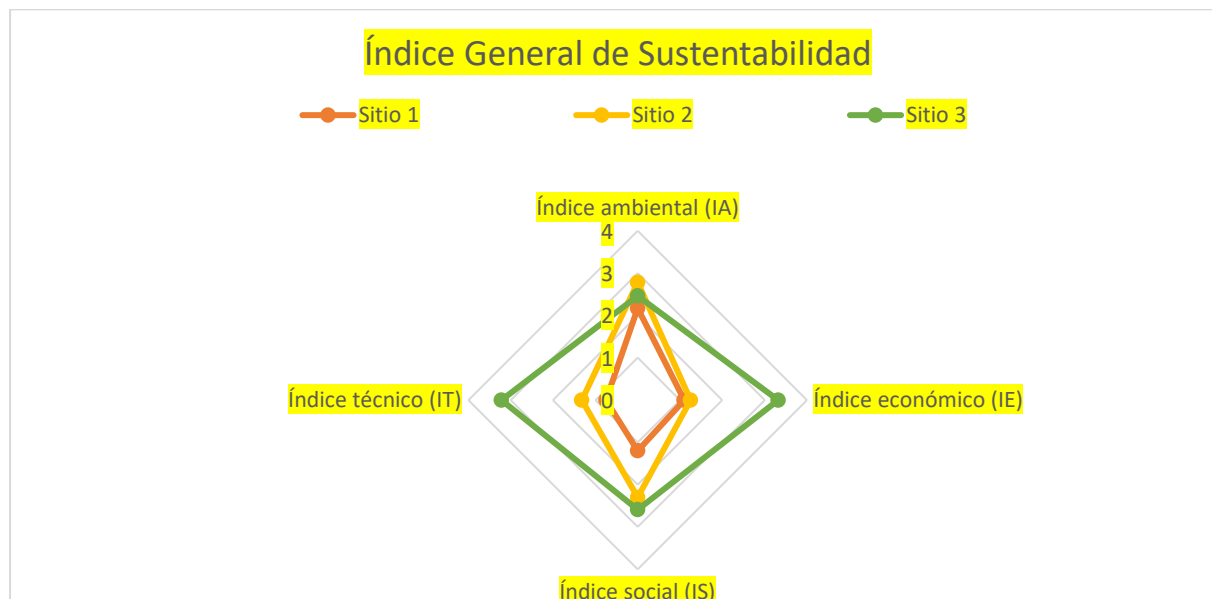


FIGURA 6. Tendencias del índice general de sustentabilidad por rubro en los tres agroecosistemas cafetaleros.

acuerdo con Perfecto y Vandermeer (2015), la biodiversidad disminuye a lo largo del gradiente de intensificación del cafetal (refiriéndose al incremento de la densidad de la plantación). Sin embargo, este estudio demuestra que los productores no se han adherido a esta tendencia de presión productiva, ya que los bosques naturales representan la reserva familiar para la provisión de leña y madera. De acuerdo con Escamilla Prado y Díaz Cárdenas (2016), los sistemas de manejo tradicional de café con sombra aportan un subproducto más al propietario de la finca: árboles y arbustos, los cuales representan un elemento más para su consumo. Al mismo tiempo, otra de las razones que pueden estar influyendo en la conservación de los árboles de sombra es la oportunidad de acceder a incentivos económicos a través del pago por servicios ambientales que otorga el ayuntamiento de este municipio por la conservación del dosel arbóreo (Fidecoagua, 2024).

Por otro lado, el carbono secuestrado y almacenado en el cafetal es de suma importancia para mitigar los efectos del CO₂ atmosférico que participa en el cambio climático. Los resultados obtenidos en este estudio se encuentran en el intervalo registrado por Espinoza-Domínguez et al.

(2012), quien sugiere que un sistema agroforestal basado en café almacena, en promedio, 110 toneladas de carbono por hectárea por año. Los valores anuales obtenidos en este estudio variaron desde 59.08 t ha⁻¹ hasta 379.74 t ha⁻¹. Respecto a esto, Montagnini y Nair (2004) sugieren que la variabilidad de los rangos en las cantidades de carbono depende de la proporción de árboles presentes y del tamaño del árbol, además del uso de metodologías diferentes para su medición.

Rubro económico

Las limitaciones más importantes para los bosques cafetaleros se encontraron en este rubro, ya que dos de las fincas se consideran no sustentables. Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con lo que sugiere la OIC (2019), la cual plantea que el cultivo no es económicamente viable para la mayoría de los pequeños productores que venden café en cereza.

Además, es importante mencionar que los productores no mantienen registros sostenidos de sus ingresos. De acuerdo con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA] (2020), estos registros permiten

tener claridad sobre los recursos que se obtienen y los que se necesitarán para el manejo del cafetal a lo largo del año. A pesar de esta situación desfavorable, se obtuvieron datos para calcular los ingresos de cada propietario. Así, en promedio, un productor de café cereza en Coatepec obtiene una ganancia anual aproximada entre 10 000 MXN ha⁻¹ y 13 000 MXN ha⁻¹ (sitio 1 y 2) aproximadamente entre USD 500 y USD 650, respectivamente, para el año 2025, mientras que el cafeticultor que participa en todos los eslabones de la cadena, como en el sitio 3, obtiene, anualmente, en promedio, 40 000 MXN ha⁻¹. Cabe resaltar que en este sitio se alterna el cultivo de café con la macadamia (*Macadamia integrifolia*). De acuerdo con Sánchez Hernández et al. (2017), esta combinación de cultivos representa una de las mejores opciones para obtener mayores ingresos.

Entre los costos de operación más relevantes de los tres sitios, se encontraron los pagos por jornales para la poda y el deshierbe de la parcela, y los pagos para los cortadores de café. Estos gastos suman en promedio 17 000 MXN ha⁻¹ para un productor de café cereza, como sucede en los sitios 1 y 2, mientras que, los costos para un productor de café tostado, como en el sitio 3, los gastos anuales ascienden a 22 000 MXN ha⁻¹. Estos costos son similares a los que mencionan Cruz Carrasco et al. (2018), quienes calcularon que por cada 400 plantas de café (aproximadamente 0.25 ha) el costo promedio es un poco más de 4000 MXN para café convencional y 10 000 MXN para café orgánico.

Rubro social

Los resultados obtenidos confirman, como lo sugieren Toledo y Moguel (2012), que un cafetal, además de conservar la biodiversidad, también preserva la cultura, esto es debido a que los resultados muestran que dos de las fincas son sustentables en este rubro, categorizándose como fuerte y ligeramente sustentables. En este sentido, González Luna (2015) sugiere que las relaciones, tanto materiales como simbólicas en Coatepec han estado ligadas al desarrollo de la cafeticultura en la región, debido a que la calidad de granos que produce el municipio es altamente valorada a escala mundial (Hernández-Martínez et al.,

2013). Por lo tanto, el café forma parte de la cultura en los pobladores del municipio, generando rasgos de identidad muy notables.

Por otro lado, desde una perspectiva agroecológica, el concepto de resiliencia se refiere a la capacidad que tiene un agroecosistema de enfrentar y superar cualquier perturbación externa manteniendo su función (Lozano Uribe, 2019). El indicador *resiliencia* fue el que obtuvo valores más bajos en el rubro social debido a que se observó que los sitios 1 y 2 no cuentan con la capacidad para enfrentar perturbaciones, debido a la baja variabilidad genética de sus cafetos, la baja diversidad de árboles de sombra, la alta incidencia de plagas y enfermedades, así como la baja rentabilidad y las pocas redes de colaboración que mantienen. Al respecto, Phimmavong et al. (2023) sugiere que los productores organizados en grupos como cooperativas reciben mayores ganancias económicas en comparación con pequeños agricultores que trabajan de manera independiente, ya que la débil organización y la poca vinculación afectan su acceso a factores de producción y a servicios de soporte (Peralta et al., 2023).

Otro de los aspectos evaluados fue la calidad de vida. Lawton (2001) define este concepto como la evaluación multidimensional de acuerdo con criterios intrapersonales y sionormativos del sistema personal y ambiental de un individuo. De acuerdo con el análisis sobre calidad de vida del personal que labora en cada cafetal, se identificó que en los tres sitios se cubren las necesidades básicas de vivienda, escolaridad y salud de sus trabajadores. Sin embargo, el sitio 3 registró un nivel de escolaridad superior a los otros con un valor de 3.67 considerándose extremadamente sustentable.

Rubro técnico

De acuerdo con Escamilla Prado y Díaz Cárdenas (2016), el cultivo de café en México se inició con escaso manejo e insumos y con bajo rendimiento. Esto coincide con los resultados obtenidos en este rubro, ya que este aspecto obtuvo el índice más bajo respecto a los demás (IT=1.81). A pesar de la escasa tecnología, los sitios estudiados registraron prácticas de manejo de suelo y malezas óptimas,



mostrando en dos de los tres sitios un interés por caminar hacia una agricultura más ecológica.

Índice general de sustentabilidad (IGS)

Los resultados obtenidos en este estudio indican que solo uno de los tres sitios es fuertemente sustentable, mientras que los otros no cumplen con los principios de sustentabilidad propuestos por Sarandón y Flores (2014). En relación con esto, Toledo y Moguel (2009) sugieren que los sistemas cafetaleros tradicionales que aún subsisten en regiones de países del tercer mundo están manejados bajo principios cercanos a la sustentabilidad. Ellos sostienen que la mayor contribución de los cafetales en países subdesarrollados se encuentra en la conservación de los suelos, clima, agua y biodiversidad. Esto coincide con los resultados encontrados en este estudio, ya que el rubro más alto en esta investigación fue el ambiental.

Por otro lado, las posibles razones por las que dos de los cafetales estudiados no se acercan a los principios de sustentabilidad que proponen Sarandón y Flores (2014) pueden obedecer a que no han incorporado el concepto de la multifuncionalidad en sus agroecosistemas. Es decir, no han explorado la idea del uso múltiple del territorio en la agricultura. Este concepto sostiene que los agroecosistemas sustentables no solo deben producir, también deben conservar, recrear, educar, etc. En este sentido, los cafetales estudiados no registraron actividades alternas a la producción, y tampoco se cuenta con un plan de manejo a corto, mediano y largo plazo, ni con actividades que puedan generar mayores ingresos y vinculación.

CONCLUSIONES

Se concluye que solo uno de los tres sitios se considera fuertemente sustentable. A pesar de ello, las contribuciones más importantes de los bosques cafetaleros en Coatepec se encontraron, en este estudio, dentro de los rubros ambientales y sociales mientras que las limitaciones más relevantes se encontraron en los rubros técnicos y económicos.

En el aspecto ambiental, los cafetales contribuyen de manera significativa al secuestro y almacén de carbono disminuyendo la presión de los efectos derivados del cambio climático. En el aspecto social, la primera contribución se encuentra en el tema de la calidad de vida del personal, en donde el propietario se asegura de proveer bienestar integral y satisfactorio en diferentes áreas de la vida de sus empleados; y la segunda se refiere a la preservación de la cultura, ya que los cafetales representan un espacio significativo para la conexión entre las personas y la tierra. De esta manera, el café se ha convertido en el elemento central de la vida social y agrícola en el municipio.

Las limitaciones más importantes se encontraron en el aspecto técnico (principalmente en los temas de producción) y en el aspecto económico (en las escasas redes de comercialización que sostienen los propietarios). No obstante, los cafetales continúan representando una fuente importante de ingresos para Coatepec, y del mismo modo, tienen un papel primordial en el entramado de las relaciones y la cohesión dentro de la comunidad. Sin embargo, requieren de mayor atención en los aspectos productivos y en la diversificación de sus canales de comercialización para alcanzar la sustentabilidad.

RECONOCIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conacyt) por la beca de posdoctorado para el proyecto de investigación “Evaluación de la sustentabilidad en los agroecosistemas cafetaleros del municipio de Coatepec, Veracruz”.

Al L.G. José Isidro Marín Mendoza por el apoyo en la realización del mapa de referencia de los sitios estudiados.

REFERENCIAS

- Campion, R. (2023a). El Pueblo Mágico de Coatepec, Veracruz: ¿un patrimonialismo de cuates? *Revista Pueblos y Fronteras Digital*, 18, 1–27. <https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2023.v18.634>
- Campion, R. H. M. (2023b). *Programa Pueblos Mágicos de México: usos y desafíos de una política de turismo cultural. El caso de Coatepec, Veracruz* [Tesis de doctorado, Universidad Veracruzana].

<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/53013/CampionManuelRaphael.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Coordinadora Nacional de Organizaciones Cafetaleras [CNOC]. (2011). *La cafeticultura en México y Veracruz*. CNOC.
- Cruz Carrasco, C., Osorio Vázquez, G. E., & Hernández Cuacua, P. (2018). *Análisis de costos de producción del café orgánico y convencional en el estado de Veracruz en el sistema de comercialización de comercio justo*. Instituto de Investigaciones económicas. Universidad Nacional Autónoma de México. https://ru.iiec.unam.mx/4247/1/1-Vol2_Parte1_Eje3_Cap1-002-Cruz-Osorio-Hernandez.pdf
- Data México (2024). *Comercio internacional neto de Coatepec*. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/coatepec-30038>
- Ejea Mendoza, M. T. (2009). Café y cultura productiva en una región de Veracruz. *Nueva Antropología*, 22(70), 33-56 https://nuevantropologia.org.mx/index.php/revista/article/view/Veracruz_TeresaEjea_vol_22_num_70_200
- Escamilla Prado E., Licona Vargas, A. L., Díaz Cárdenas, S., Santoyo Cortés, H. V., Sosa, R., & Rodríguez Ramírez, L. (1994). Los sistemas de producción de café en el centro de Veracruz, México. Un análisis tecnológico. *Revista de Historia*, 30, 41-67. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/historia/article/view/3436/3294>
- Escamilla Prado, E., & Díaz Cárdenas, S. (2016). *Sistemas de cultivo de café en México*. Centro Nacional de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Café.
- Espinoza-Domínguez, W., Krishnamurthy, L., Vázquez-Alarcón, A., & Torres Rivera, A. (2012). Almacén de carbono en sistemas agroforestales con café. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(1), 57-70. <https://revistas.chapingo.mx/forestales/article/view/r.rchscfa.2011.04.030/r.rchscfa.2011.04.030>
- Fairtrade International (2018). *Café*. <https://info.fairtrade.net/es/product/coffee>
- Fidecoagua (2024). *Fideicomiso Público de Coatepec*. <https://fidecoagua.com/>
- González Luna, F. (2015). Coatepec, "la capital del café": una aproximación desde el desarrollo geográfico desigual, el turismo y la ruta cultural monopólica. *Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, 5(2), 49-63. <https://urbs.xoc.uam.mx/index.php/urbs/article/view/216/210>
- Hernández-Martínez, G., Escamilla-Femat, S., Velázquez-Premio T., & Martínez-Marín, J. L. (2013). Análisis de la cadena de suministro del café en el Centro de Veracruz: Situación actual, retos y oportunidades. En R. López-Morgado, V. Sosa-Fernández, G. Díaz-Padilla, & H. A. Contreras-Hernández, (Eds.) *Cafeticultura en la zona centro del estado de Veracruz: diagnóstico, productividad y servicios ambientales*. Inifap.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA] (2020). *Guía práctica de cafeticultura*. Programa Centroamericano de Gestión Integral de la Roca del Café (Procagica). Catholic Relief Services (CRS).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi] (2015). *Encuesta intercensal 2015*. <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>
- López-García, F. J., Escamilla-Prado, E., Zamarripa-Colmenero, A., & Cruz-Castillo, J. G. (2016). Producción y calidad en variedades de café (*Coffea arabica* L.) en Veracruz, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 39(3), 297-304. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/39-3/13a.pdf>
- Lozano Uribe, L. A. (2019). *Resiliencia de agroecosistemas campesinos a la variabilidad climática en tres municipios de Boyacá, Colombia* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Nacional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76488>
- Lawton, M. (2001). Quality of life in chronic illness. *Gerontology*, 45(4), 181-183. <https://doi.org/10.1159/000022083>
- López-Ridaura S., Masera, O., & Astier, M. (2002). Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework. *Ecological Indicators*, 2(1-2), 135-148
- Marín, J. A. (2022). *Programa de Ordenamiento Territorial para el turismo sustentable del municipio de Coatepec, Pueblo Mágico de Veracruz, México*. [Tesis de maestría, El Colegio de Veracruz].
- Manson, R. H., López-Barrera, F., Sosa, V., & Ortega-Pieck, A. (2018). *Biodiversidad y otros servicios ambientales en cafetales - Manual de mejores prácticas*. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad.
- Montagnini, F., & Nair, P. K. R. (2004). Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 61, 281-295. <https://doi.org/10.1023/B:AGFO.0000029005.92691.79>
- Muñoz Rodríguez, M., Gómez Pérez, D., Santoyo Cortés, V. H., & Rosales Lechuga, R. (2019). *Los negocios del café ¿Cómo innovar en el contexto de la paradoja del café, en pro de una red de valor más inclusiva y accesible?* Universidad Autónoma Chapingo.
- Organización Internacional del Café [OIC] (2019). *Impact of covid-19 on the global coffee sector: Survey of ICO exporting members*. <http://www.ico.org/documents/cy2019-20/coffee-break-series-3e.pdf>



- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación [FAO] (2022). *FAOSTAT Base de datos estadística*. <https://www.fao.org/statistics/es>
- Panhuysen, S., & De Vries, F. (2023). *Barómetro del café 2023*. https://coffeebarometer.org/documents_resources/coffee_barometer_2023_spanish.pdf
- Peralta, L., Sánchez, L., & Vilimelis-López, S. (2023). *Innovación para la comercialización del café en El Salvador y Guatemala*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://doi.org/10.1787/5cf30f87-es>.
- Perfecto, I., & Vandermeer J. (2015). *Coffee agroecology: a new approach to understanding agricultural biodiversity, ecosystem services and sustainable development*. Routledge.
- Perfecto, I., Jiménez-Soto, M. E., & Vandermeer, J. (2019). Coffee landscapes shaping the anthropocene forced simplification on a complex agroecological landscape. *Current Anthropology*, 60(20), S236-S250. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/epdf/10.1086/703413>
- Pimmavong, S., Narayan, M. T., Keenan, R. J., Chanhsumone, P., & Boonthavy, D. (2023). Impact of the coronavirus pandemic on financial returns of smallholder coffee plantations in Lao PDR. *Agroforest Systems*, 97(4), 533–548. <https://doi.org/10.1007/s10457-023-00808-4>
- Ponce, P., & Núñez, C. (1992). *Tuzamapan: el poder viene de las cañas, Xalapa* (Sin pie de imprenta).
- Ruiz-López, K. I., & Garrido de la Calleja, A. (2021). Transiciones productivas en el municipio de Coatepec, Veracruz (2003-2018). *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 23(2), 27-47.
- Sánchez Hernández, S., Mendoza Briseño, M. A., & García Hernández, R. V. (2017). Diversificación de la sombra tradicional de cafetales en Veracruz mediante especies maderables. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8(40), 7-17. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i40.32>
- Samper, L., Giovannucci, D., & Marques Vieira, L. (2017). *The powerful role of intangibles in the coffee value chain*. Economic research paper No. 39. WIPO. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_econstat_wp_39.pdf
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [Sagarpa] (18 de mayo 2017). *Impulsa SAGARPA producción de café "Hecho en México"*. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/impulsa-sagarpa-produccion-de-cafe-hecho-en-mexico>
- Sarandón, S. J., Marasas, M., DiPietro, F., Walter Muiño, A. B., & Ocares, E. (2006) Evaluación de la sustentabilidad Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Revista Agroecología*, 1, 19-28.
- Sarandón, S. J., Zuluaga, M. S., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L., & Negrete, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1, 19-28.
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (Eds.) (2014). *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Editorial de la Universidad de la Plata.
- Sistema de Información Alimentaria y Pesquera [SIAP] (2024). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. Resumen nacional por cultivo. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Toledo, V. M., & Moguel, P. (2009). El café en México, ecología, cultura indígena y sustentabilidad. *Ciencias*, (043), 40-51. <https://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/11519>
- Toledo, V. M., & Moguel, P. (2012). Coffee and sustainability: The multiple values of traditional shaded coffee. *Journal of Sustainable Agriculture*, 36(3), 353–377. <https://doi.org/10.1080/10440046.2011.583719>

Manuscrito recibido el 13 de febrero de 2024

Aceptado el 25 de marzo de 2025

Publicado el 31 de octubre de 2025

Este documento se debe citar como:

Sánchez Morales, L. P., & Valdés Rodríguez, O. A. (2025). Contribuciones y limitaciones de los bosques cafetaleros a la sustentabilidad en Coatepec, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 31, e312665. <https://doi.org/10.21829/myb.2025.312665>



Madera y Bosques por Instituto de Ecología, A.C. se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercialCompartirIgual 4.0 Internacional.