

Dimensiones bioculturales y socioeconómicas de la sustentabilidad en sistemas agroforestales diversificados con cacao y vainilla

José M. Ramos-Prado¹
Esteban Romero-Hernández²
Primo Sánchez-Morales²
Daniel Jiménez-García²
Enrique Hipólito-Romero^{1§}

¹Centro de Eco-Alfabetización y Diálogo de Saberes-Universidad Veracruzana. Priv. Guillermo Prieto núm. 2, Col. Centro, Coatepec, Veracruz. CP. 91500. Tel. 228 4116246. (jramos@uv.mx). ²Centro de Agroecología-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Calle José de Hernández #15 A, Col. Obrero Campesina, Xalapa, Veracruz. CP. 91020. Tel. 228 1710899. (esteban.rohe21@gmail.com; primo.sanchez@correo.buap.mx; daniel.jimenez@correo.buap.mx).

§Autor para correspondencia: ehipolito@uv.mx.

Resumen

Los sistemas agroforestales y la diversificación productiva son alternativas sostenibles que revierten los daños y riesgos de la agricultura convencional. Existen pocos estudios de sustentabilidad que permitan incorporarlos a proyectos destinados a aumentar la rentabilidad y mejorar el bienestar de los productores, restaurando los servicios ecosistémicos. El objetivo fue evaluar la sustentabilidad de dos sistemas agroforestales tradicionales, diversificados con cacao y vainilla, en los estados de Veracruz y Oaxaca. Se promovieron técnicas agroecológicas y estrategias de desarrollo empresarial con las familias de ambos productores. La investigación se llevó a cabo durante el periodo: febrero 2012 a julio 2020, las parcelas están ubicadas en los municipios de San Pedro Ixcatlán, Oaxaca y Papantla, Veracruz. Se utilizó la metodología del marco de evaluación de sistemas de gestión de recursos naturales. Los resultados mostraron que los estados iniciales tenían un manejo poco intensivo, bajo uso de insumos, alta diversificación y orientado a la agricultura de subsistencia. Tras la diversificación, manejo agroecológico y desarrollo empresarial, los estados de transición han mejorado en la mayoría de los indicadores de sustentabilidad. En particular la rentabilidad (índice beneficio-coste), que alcanzó 1.2 para San Pedro y 2.6 para Papantla cuando se da valor agregado a la vainilla y el cacao. Es relevante la participación de las mujeres en actividades emergentes derivadas de la diversificación y el interés de los jóvenes por continuar con actividades de transformación de materias primas y la comercialización de productos de valor agregado.

Palabras clave: *Theobroma cacao* L., *Vanilla planifolia* A., agroforestería, diversificación productiva, desarrollo empresarial, MESMIS.

Recibido: febrero de 2023

Aceptado: abril de 2023

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) y la vainilla (*Vanilla planifolia* A.), cultivos emblemáticos de importancia económica y cultural en Mesoamérica, eran manejados en sistemas agroforestales tradicionales (SAFT) desde el período prehispánico. Se cultivaban junto con árboles de chicle, hule, achiote y palmas nativas en las selvas útiles de los olmecas y mayas, quienes domesticaron las variedades criollas de cacao mesoamericanas, que usaban en la elaboración de chocolate, agregando vainilla como saborizante y aromatizante (Gómez-Pompa *et al.*, 1990; Caso-Barrera *et al.*, 2006).

Los SAFT, tiene un papel esencial en las economías rurales tropicales; sin embargo, aunque el cacao y vainilla son dos productos comerciales con una gran demanda mundial, en México se producen en forma marginal y su productividad y rentabilidad no representa una aportación a los medios de vida locales (Del Amo *et al.*, 2010; González-Jácome, 2019; Hipólito y Ramos, 2020). Su diversificación, con especies de alto potencial económico como el cacao, vainilla, pimienta gorda (*Pimenta dioica*), aguacate (*Persea americana*), axiote (*Bixa orellana*), palma camedor (*Chamaedora tepejilote*), etc.) permitiría mejorar los medios de vida rural, siempre y cuando haya transformación y valor agregado de las materias primas.

Es también una oportunidad para que las mujeres, jóvenes y adultos mayores tengan una participación más equitativa en los medios de vida rural; así, los jóvenes permanecen en sus comunidades y se involucran en actividades empresariales (del Amo *et al.*, 2010; Rojas y Rodríguez, 2019; Hipólito y Ramos, 2020). Sin embargo, hay muy pocos estudios sobre la evaluación y los beneficios que ofrece la agroecología y el desarrollo empresarial, en la sostenibilidad de SAFT diversificados, por ello el objetivo general del estudio fue: evaluar la sustentabilidad de dos sistemas agroforestales tradicionales, diversificados con cacao y vainilla, en los estados de Veracruz y Oaxaca. La hipótesis de trabajo propuso que la sustentabilidad de los SAFT se incrementa al diversificarlos con cacao y vainilla, con manejo agroecológico, valor agregado de las materias primas y el desarrollo de capacidades empresariales.

Materiales y métodos

Sitios y áreas de estudio

El estudio se realizó en dos SAFT: a) Cerro camarón, municipio de San Pedro Ixcatlán, Oaxaca; y b) Nuevo Ojita, municipio de Papantla, Veracruz (Figura 1a y 1b). Ambos tienen un clima cálido-húmedo con lluvias en verano, la vegetación natural son selvas medianas perennifolias y subperennifolias, los grupos originarios corresponden a Mazatecos, en San Pedro y Totonacas, en Papantla. El Cuadro 1 muestra las características climáticas, topografía y suelos de los dos SAFT, Papantla y San Pedro.



Figura 1a. Localización geográfica de la comunidad Cerro Camarón, San Pedro Ixcatlán, Oaxaca (<https://mapcarta.com/es/N473375173/Mapa>).



Figura 1b. Localización geográfica de la comunidad de Nuevo Ojital, Papantla, Veracruz (<https://mapcarta.com/es/N473375173/Mapa>).

Cuadro 1. Características climáticas, topografía y suelos al interior de los dos SAFT_cacao-vainilla en Papantla, Veracruz y San Pedro, Oaxaca (climate-data.org, 2018).

Municipio	Papantla	San Pedro
Estado	Veracruz	Oaxaca
Coordenadas	20° 28' 17" N - 97° 23' 32" W	18° 09' 13" N - 96° 34' 55" W
Altitud (m)	185	342
Precipitación	1 200	1 274
Radiación solar	392	365
Temperatura promedio	24.2	23.7
Topografía	Montañoso	Lomeríos
Suelos	Cambisol, Regosol	Leptosol, Luvisol

Precipitación promedio anual (mm), radiación solar promedio ($W m^{-2} día^{-1}$), temperatura promedio anual ($^{\circ}C$).

Diversificación productiva

Se codiseño con los productores en febrero de 2012: en el interior de cada SAFT se estableció una parcela experimental de 0.5 ha. En la época de lluvias, junio-septiembre de 2012, se plantaron cuatro clones de cacao de alta productividad (*Theobroma cacao* L.): Inifap-1, Inifap-8, Inifap-9 y Neocriollo (López, 2014), 150 plantas para cada clon, resultando un total de 600 plantas en 0.5 ha. En ambas parcelas se sembró una variedad de vainilla (*Vanilla planifolia* A.) mansa, obtenida de parcelas vecinas, con esquejes de 80-100 cm de largo, sanos y vigorosos, bajo tutores de naranja (*Citrus sinensis*), colorín (*Erythrina americana*) y café (*Coffea arabica*), hasta tener 800 y 400 esquejes en 0.5 ha, para Papantla y San Pedro respectivamente.

Se aplicaron inoculantes bacterianos edáficos mixtos como biofertilizantes al momento de la siembra (Hipólito *et al.*, 2017), sin aplicase ningún fertilizante adicional. El manejo consistió en desmalezado manual anual, poda de formación y mantenimiento para el cacao, encauzamiento para la vainilla, control de plagas y enfermedades con biopreparados (IPES/FAO, 2010).

Estructura de dosel del sistema agroforestal

En el Cuadro 2 se presentan los registros de los árboles dominantes (más frecuentes) en el dosel superior y medio: promedios de altura, diámetro a la altura del pecho (DAP) y cobertura de la copa; y para el dosel superior, la riqueza, densidad y cobertura de las copas (Somarriba *et al.*, 2018).

Cuadro 2. Estructura arbórea del dosel superior e inferior de los SAFT, antes de la diversificación, para los municipios de Papantla y San Pedro.

Municipio	Papantla	San Pedro
Especies dominantes del dosel superior	<i>Swietenia macrophylla</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Acronomia mexicana</i> , <i>Pimienta dioica</i> , <i>Zuelonia guidonia</i>	<i>Cedrela odorata</i> , <i>Acronomia mexicana</i> , <i>Trema micrantha</i>
Riqueza del dosel superior	10	6
Altura promedio: dosel superior (m)	8.4 ±0.4	9.4 ±0.4
Cobertura promedio (m ²)	31.7 ±2.8	31.1 ±2.7
Diámetro promedio (cm)	13.1 ±0.4	13.3 ±0.5
Densidad de árboles (árboles ha ⁻¹)	257	217
Especies dominantes del dosel inferior	<i>Citrus sinensis</i> , <i>Pimienta dioica</i> , <i>Erythrina americana</i>	<i>Musa paradisiaca</i> , <i>Coffea arabica</i> , <i>Thebroma cacao</i>
Altura del dosel inferior (m)	5.2	4.6

Evaluación de la sustentabilidad

Los métodos se basaron en el marco de evaluación de sistemas de gestión de recursos naturales, (MESMIS) (Astier *et al.*, 2008; Speelman *et al.*, 2007). Se construyó una línea de tiempo para cada SAFT diversificado con cacao y vainilla, las exploraciones etnoecológicas consistieron en dos talleres de diálogo de saberes, seis entrevistas y dos encuestas con los productores y sus familias.

Los talleres incluyeron la selección de los predios, el diseño experimental y el programa de manejo agroecológico. Con la participación de los productores y sus familias se definieron los indicadores de sustentabilidad y sus puntos críticos. Se llevaron a cabo actividades anuales: capacitación de manejo, transferencia de tecnología y desarrollo empresarial; así como recorridos, observaciones y mediciones directas en los componentes agroecológicos de los SAFT, huertos familiares y casa hogar Altieri y Nicholls, 2002; del Amo *et al.*, 2010; Alcázar *et al.*, 2019; Cuevas *et al.*, 2019).

Resultados y discusión

Puntos críticos e indicadores de sustentabilidad

Se identificaron 10 indicadores y sus puntos críticos. El Cuadro 3, presenta los métodos y criterios de evaluación de los indicadores de sustentabilidad y su relación con las dimensiones de sustentabilidad. Se identificaron también subsistemas internos: el hogar y el huerto familiar; así como subsistemas externos: tecnologías agroecológicas, mano de obra, servicios, capacitación, herramientas, equipos, materiales y consumibles; en sus contextos biofísico, biótico, y aspectos socioeconómicos locales-regionales.

Cuadro 3. Métodos usados para registrar y evaluar los indicadores de sustentabilidad obtenidos para los puntos críticos, por atributo y dimensiones: ecológica (A), económica (E) y social (S).

Atributo	P. crítico	Criterio	Indicador	Método	Dimensión
Producción	Diversidad de cultivos	Rendimiento	Producción por especie (kg ha ⁻¹ año ⁻¹)	Entrevistas y medición directa	AES
	Fluctuación de precios	Variación en el ingreso	Precios de venta (\$)	Entrevista y bibliografía	ES
	Rentabilidad (R)	Beneficios (B) y Costos (C)	R= (B/C)	Beneficios y Costos	ES
Estabilidad-resiliencia	Diversidad de especies (D)	Índice de diversidad	Índice de Simpson (D)	$D = \sum (n_1/N)^2$	AES AS
	Diversidad de ingresos	Diversidad de especies	Fuentes de ingreso-venta	Entrevista y observación	AES
Equidad	Género	Hombres y mujeres	Actividades realizadas	Entrevista y observación	ES
	Interés de la juventud	Relevo inter-generacional	Interés por el campo	Entrevista y observación	ES
Autogestión	Mano de obra familiar	Independencia de mano de obra	Núm. de jornales familiares	Entrevista y observación	ES

Dimensiones. A (ecológica); E (económica); y S (social); kilogramos (kg); hectáreas (ha); rentabilidad (R); beneficios (B); costos (C); pesos (\$); diversidad ($D = \sum (n_1/N)^2$).

Narrativa temporal del proyecto

De febrero a diciembre de 2012 se establecieron las parcelas experimentales al interior de los SAFT, investigadores de la Universidad Veracruzana, (UV) y técnicos del Plan Cacao Nestlé de México (PCNM), realizaron dos talleres de diagnóstico y diseño participativo: diversificación productiva de SAFT con cacao y vainilla (Hipólito y Ramos, 2020). Al inicio del proyecto, existían dos grupos de 10 mujeres, cada uno, que elaboraban artesanías: a) mujeres artesanas de la vainilla, SC de RL de CV, en Papantla; y b) grupo de artesanías de vainilla, Cerro Totomoztle, SC de RL de CV. La capacidad de elaboración de artesanías, en función del área de cultivo de cada SAFT era de 50-100 kg 3 ha⁻¹, de vainilla verde por año y de 150-200 kg 10 ha⁻¹, respectivamente.

De 2013 a 2014, se realizaron talleres anuales de fortalecimiento rural comunitario: manejo agroecológico, transferencia de tecnología y desarrollo empresarial rural. Los grupos de artesanas se disolvieron por problemas de organización y continuaron actividades a nivel familiar, en Papantla establecieron la empresa Vainilla el Ojital, SC de RL y en San Pedro continuaron a nivel familiar sin registro. En el año 2019 y 2020 se realizaron las evaluaciones de sustentabilidad de este estudio siguiendo la metodología del MESMIS, cuyos resultados se muestran a continuación.

Características agroecológicas de los SAFTcacao-vainilla

La sombra del dosel superior se ajustó a 40-60% de cobertura como se estableció en el plan de manejo agroecológico, en áreas con menor cobertura se sembró plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) como sombra temporal, junto con pimienta gorda (*Pimienta dioica*) y cedro rojo (*Cedrela odorata*) como sombra permanente, en áreas con exceso de cobertura se realizaron podas y aclareos. La fertilización ecológica incluye coberturas de leguminosas canavalia (*Canavalia ensiformis*) y mucuna (*Mucuna pruriens*) y mantener los deshierbes en sitio. Las podas incluyen formación, mantenimiento y fitosanidad, el control integral de plagas y enfermedades incluye el uso de biopreparados.

Dimensión socioeconómica y cultural

Las dimensiones socioeconómicas y culturales para los subsistemas externos de los SAFTcacao-vainilla están descritas en los Cuadros 4 y 5. Las variables de entrada más significativas fueron la capacitación agroecológica, tecnológica y empresarial, la mano de obra externa en apoyo al manejo de la finca y los servicios de agua potable y biocombustibles (Cuadro 4). La asesoría y capacitación estuvo a cargo de académicos de la UV y técnicos del PCNM, es importante mencionar las actividades de toda la familia y ocasionalmente jornaleros (principalmente hombres) en el manejo agroecológico de los cultivos dentro del SAFT: podas, manejo de sombra, deshierbe, fertilización biológica, composteo, manejo integral de plagas y enfermedades y la cosecha.

Cuadro 4. Dimensiones socioeconómicas y culturales para los subsistemas externos de entrada de los SAFT diversificados con cacao y vainilla y manejados empresarialmente.

Subsistemas externos	San Pedro	Papantla
Capacitación:	a) escuelas de campo, talleres y asesorías	a) escuelas de campo, talleres y asesorías
a) agroecología	b) talleres y asesorías (valor agregado a cacao y vainilla)	b) talleres y asesorías (valor agregado a cacao y vainilla)
b) transferencia de tecnología	c) asesorías en desarrollo empresarial rural	c) asesorías en desarrollo empresarial rural
c) empresariales y comercialización		
Mano de obra:	a) toda la familia y jornaleros	a) toda la familia y jornaleros
a) manejo agroecológico	b) toda la familia	b) toda la familia
b) valor agregado	c) toda la familia	c) toda la familia
c) comercialización		
Servicios:	a) toda la familia	a) toda la familia
a) agua potable, leña y madera		

Cuadro 5. Dimensiones socioeconómicas para las salidas (ventas) del SAFT de referencia (antes de la diversificación) y el alternativo (ocho años después), SAFT_cacao-vainilla, para San Pedro y Papantla.

Subsistemas externos	San Pedro	Papantla
Productos SAFT de referencia	Autoconsumo y mercados locales como materia prima	Autoconsumo y mercados locales como materia prima
Productos SAFT cacao-vainilla	500 kg cacao y 75 kg de vainilla ha ⁻¹ año ⁻¹	150 kg cacao y 550 kg de vainilla ha ⁻¹ año ⁻¹
Ingreso por ventas SAFT de referencia	El 74% de palma tepejilote, café (14%), plátano (9%) y cacao-vainilla y cedro (3%)	Vainilla, 80-90%, naranja, cacao y tablones de cedro y caoba (10-20%)
Ingreso por ventas SAFT cacao-vainilla	Cacao: \$27 500 año (mercado local), \$37 500 año ⁻¹ (Tuxtepec) Vainilla beneficiada: \$37 000 año ⁻¹ (Tuxtepec)	Vainilla beneficiada: 1 ^{ra} . \$293 000 año ⁻¹ 2 ^{da} . \$220 000 año ⁻¹ Extracto: \$290 000 año ⁻¹

Los valores de producción y ganancias son promedios de los dos últimos años.

La construcción de capacidades comunitarias y la restauración del tejido cultural se implementó mediante el reforzamiento del capital social con las escuelas de campo para la capacitación tecnológica y empresarial de las familias que manejan los sistemas productivos (Del Amo *et al.*, 2010). Se desarrollaron talleres y actividades de capacitación en: a) beneficiado tradicional y tecnificado de los frutos de vainilla, para producción de vainilla de calidad extra y la elaboración de extractos y licores de vainilla; b) procedimientos de fermentación, secado, tostado y molido del cacao para preparar chocolate artesanal; y c) organización empresarial familiar y comunitaria para comercializar en mercados justos y solidarios.

En el Cuadro 5 se observan las salidas hacia el subsistema externo de mercados, de los productos de los SAFT a mercados locales y regionales y las ganancias derivadas de ellos. El SAFT de referencia se refiere a los productos de las especies que ya existían y continúan produciendo y comercializando, el SAFT alternativo se presenta como SAFTcacao-vainilla, después de ocho años de establecido.

Para San Pedro, la proporción más alta del total de ventas, corresponden a la palma tepejilote (61%), café (17%) y cacao (10%), en proporciones más bajas están el cedro, la vainilla y el plátano (12%). El precio promedio del cacao seco en los últimos cinco años promedia \$55.00 kg⁻¹, con acopiadores y hasta \$75.00 kg⁻¹ en el mercado de Tuxtepec. La producción anual promedio en San Pedro, 500 kg, corresponde a \$27 500.00 año⁻¹ en el mercado local y \$37 500.00 año⁻¹ en Tuxtepec, sin considerar costos de producción y flete. La producción de vainilla en verde, 75 kg en promedio corresponde a \$15 000.00 con acopiadores (\$200.00 kg⁻¹) y hasta \$30 000.00 en Tuxtepec (\$400.00 kg⁻¹). Al beneficiar la vainilla se obtienen 15 kg, por la pérdida de agua, en Tuxtepec se vende en \$2 500.00 kg⁻¹, correspondiendo a un ingreso de \$37 000.00 año⁻¹ sin considerar costos de producción.

Para Papantla, el poco cacao que producen se usa para autoconsumo; mientras que la vainilla beneficiada representó 80-90% de las ventas totales, los demás productos: naranja, cacao, cedro y caoba corresponde a 10-20% de los ingresos. La vainilla verde se comercializa en Papantla en \$300.00-500.00 con acopiadores y ya beneficiada alcanza precios de \$6 000.00 a 8 000.00 kg⁻¹, según la calidad. La familia producía 250 kg año⁻¹, al inicio del proyecto y para el bienio 2018-2019 alcanzó un promedio de 550 kg año⁻¹ en toda la finca. Obtuvieron un promedio de 110 kg de vainilla beneficiada, 2/3 partes de 1^{ra.} y 2^{da.} calidad que se venden directamente a un precio promedio de \$8 000.00 y \$6 000.00 kg⁻¹, respectivamente obteniendo ganancias de \$293 000.00 y \$220 000.00. La vainilla beneficiada de tercera (aproximadamente 37 kg) se transforma en 370 L de extracto que corresponde a \$290 000.00 a un promedio de \$800.00 L⁻¹.

Para San Pedro, se obtuvo una relación beneficio-costo del SAFTcacao-vainilla de 1.22, lo cual se puede interpretar como un sistema rentable. Para Papantla, tomando en cuenta el valor agregado de los productos comercializados actualmente por la microempresa, la relación B/C llega a 2.1 suficientemente alto para satisfacer las necesidades básicas y tener remanentes para mantenimiento e inversión en tecnología que haga más productivo y eficiente el SAFT cacao-vainilla.

Equidad, resiliencia y autogestión

La participación de las mujeres y jóvenes es muy importante en los atributos de equidad, resiliencia y autogestión, en las dos familias y SAFT evaluados es muy significativa en actividades clave de la cadena productiva y de transformación hacia una cadena de valor. Aunque el trabajo de campo es llevado a cabo principalmente por los varones, jóvenes, adultos y adultos mayores, en algunas actividades de manejo las mujeres también colaboran, principalmente en la cosecha de cacao y polinización de la vainilla.

Las mujeres laboran principalmente en labores domésticas, incluyendo el acarreo de leña y agua, también apoyan en actividades poscosecha de la vainilla para producir y vender la vainilla beneficiada y extractos y transformación del cacao para elaborar y comercializar el chocolate. Los jóvenes, mujeres y hombres, de ambas familias, muestran interés por continuar con el SAFTcacao-vainilla y continuar con las actividades tecnológicas de valor agregado y empresarial de elaboración y comercialización de los diferentes productos derivados del cacao y vainilla.

Identificación de puntos críticos para los atributos de sustentabilidad

Los factores de riesgo y oportunidades de los puntos críticos (fortalezas y debilidades del SAFTcacao-vainilla), para los diferentes ámbitos y atributos de sustentabilidad, se observan en el Cuadro 6. Para la mayoría de los puntos críticos, las dos familias, presentan fortalezas y debilidades similares, lo que permite establecer criterios comunes para la mejora mediante planes estratégicos de manejo integral que incluyan aspectos agroecológicos, tecnológicos y empresariales.

Las debilidades y riesgos se observaron en los atributos de productividad y estabilidad, todas ellas relacionadas con la complejidad mayor de un SAFcacao-vainilla, en relación con el SAFT de referencia, principalmente por el manejo agroecológico que es más intensivo, complejo y requiere de más insumos. Las prácticas y tecnologías de valor agregado y la búsqueda de mercados regionales justos y solidarios es una debilidad para San Pedro y son fortaleza para Papantla, lo que resalta el papel de la capacitación, asesoría en aspectos de tecnologías de valor agregado, desarrollo empresarial y comercialización, en los atributos de estabilidad, adaptabilidad y organización.

Cuadro 6. Puntos críticos (fortalezas y debilidades) encontrados en función de los atributos de sustentabilidad para San Pedro y Papantla.

Atributo	Punto crítico	San Pedro	Papantla	DS
Productividad	Alta diversidad de cultivos y productos	Fortaleza	Fortaleza	A
		Debilidad	Debilidad	AES
	Mayor cantidad de insumos.	Debilidad	Debilidad	ES
	Fluctuación de los precios e intermediarios	Debilidad	Debilidad	ES
Estabilidad y resiliencia	Alta diversidad de especies-ingresos	Fortaleza	Fortaleza	A
		Fortaleza	Fortaleza	ES
	Precios bajos e intermediarios Cambio climático	Debilidad	Debilidad	ES
Adaptabilidad	Tecnologías agroecológicas	Fortaleza	Fortaleza	AES
	Tecnologías de valor agregado	Debilidad	Fortaleza	AES
	Rescate de conocimiento tradicional	Fortaleza	Fortaleza	AS
	Búsqueda de mercados regionales justos	Debilidad	Fortaleza	ES
Equidad	Alta participación de género.	Fortaleza	Fortaleza	ES
	Alta participación de adultos mayores	Fortaleza	Fortaleza	ES
		Fortaleza	Fortaleza	ES
	Alto interés de los jóvenes en transformación y comercialización			
Organización y autogestión	Disponibilidad de mano de obra familiar y comunitaria	Fortaleza	Fortaleza	ES
		Fortaleza	Fortaleza	AE
	Organización familiar y comunitaria	Debilidad	Fortaleza	ES
	Mercado local en crecimiento			

Las dimensiones de sustentabilidad DS, corresponden con: A= ecológica; E= económica y S= social.

Discusiones

La sustentabilidad del sistema agroforestal depende no solo de sus costos y beneficios, sino también de los riesgos y oportunidades que significa la diversificación, en particular la adopción de tecnologías de manejo agroecológico y estrategias empresariales. Sin embargo, es una oportunidad para mejorar sus medios de vida y ser más resilientes en términos ambientales y socioeconómicos (Armengot *et al.*, 2016; Cerda *et al.*, 2019; Hipólito y Ramos 2020). Las fortalezas y oportunidades tienen similitudes en la alta diversidad de cultivos y productos, en particular la resiliencia social, aspecto esencial de una agricultura sustentable (Adger, 2000; Altieri y Nicholls, 2012; Cuevas *et al.*, 2019).

Los SAFT cacao-vainilla evaluados, poseen una estructura ecológica similar: son multiestratificados, heterogéneos, con árboles maderables y frutales en el dosel superior y con frutales y ornamentales en el dosel inferior, características que concuerdan con lo propuesto por Cerda *et al.* (2019), sobre el valor de los servicios ambientales de los SAFT y de la necesidad de su evaluación cuantitativa. La agrobiodiversidad aumentó con la diversificación: cuatro variedades de cacao, plátano, yuca, árboles maderables y frutales para sombra. Además, de acuerdo con Resilience (2007); Priego *et al.* (2009); Altieri y Nicholls (2012). Brindan hábitat para especies de vida silvestre, fomentando la resiliencia del sistema.

Aunque es común la presencia de cacao y vainilla en los SAFT mesoamericanos, son subaprovechados ya que hay poca productividad y se venden como materia prima. El aumento en la producción y su transformación y venta aumentó significativamente algunos indicadores de sustentabilidad, en el periodo de tiempo estudiado. La adaptabilidad, equidad y nivel de organización familiar muestran una sinergia con los saberes tradicionales, así como la novedosa participación de mujeres, jóvenes y adultos mayores, en todas las actividades emergentes que implican la diversificación productiva (Hipólito y Ramos, 2020).

Las dimensiones socioeconómicas y biocultural se fortalecen con las tradiciones ancestrales de los grupos étnicos originarios, Mazatecos en el caso de San Pedro y Totonacos en Nuevo Ojital, haciendo indispensable el estudio de sus formas de organización formal e informal, relaciones socioculturales. Aspectos que deben ser caracterizadas con mayor detalle para evaluar la sustentabilidad con mayor precisión (Adger, 2000; del Amo *et al.*, 2010; Cuevas *et al.*, 2019). La rentabilidad es una condición necesaria, más no suficiente de sustentabilidad, los sistemas agroforestales más sostenibles son aquellos que combinan un producto de alto valor en el mercado tales como el café o cacao, con prácticas agroecológicas (Hipólito *et al.*, 2010; Cerda *et al.*, 2019; Priego *et al.*, 2019).

Conclusiones

Los SAFT diversificados con cacao y vainilla presentan valores más altos de sustentabilidad y resiliencia, en la mayoría de los indicadores evaluados, que los sistemas de referencia antes de la diversificación, no sólo por el aumento de producción de la vainilla y el cacao, sino por el valor agregado de su transformación y comercialización directa. La familia que maneja el SAFT cacao-vainilla en Papantla, depende principalmente de una sola fuente de ingresos, la vainilla beneficiada, lo que los hace más sustentables en términos socioeconómicos, pero menos resilientes a cambios climáticos, en comparación con la de San Pedro cuyos principales ingresos son más diversificados y dirigidos al mercado local, lo que limita el desarrollo de sus medios de vida. En los dos sistemas existe el interés de los jóvenes por continuar con las actividades de mantenimiento del agroecosistema y desarrollar los aspectos tecnológicos y empresariales, lo cual favorece la resiliencia y sustentabilidad de los SAFT, al aprovechar la oportunidad de nuevas tecnologías y mercados justos y solidarios.

Agradecimientos

A las familias de San Pedro y Papantla, por su confianza y participación en todas las actividades del proyecto. A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por el apoyo económico y logístico al estudiante. Al Plan Cacao Nestlé de México, por el apoyo financiero y técnico, así

como al Cuerpo Académico Manejo y Conservación de Recursos Bioculturales de la Universidad Veracruzana (UV-CA-263, en consolidación), por el apoyo académico, logístico, financiero y técnico. También agradecemos las pertinentes observaciones de los árbitros que permitieron mejorar significativamente este trabajo.

Literatura citada

- Adger, W. N. 2000. Social and ecological resilience: are they related? *prog. Hum. Geogr.* 24(3):347-364. <https://doi.org/10.1191/0309132007015404>.
- Alcazar, P.; Espejel, I.; Reyes, O. M. and Arredond, G. M. C. 2019. Retrospective assessment as a tool for the management of sustainability in diversified farms. *Agroecol. Sustain. Food Syst.* 44:30-53. Doi: 10.1080/21683565.2019.1578722.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo integrado de plagas y agroecología.* 64:17-24.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2012. Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología,* 7(2): 65-83. <https://doi.org/10.6018/agroecología>.
- Armengot, L.; Barbieri, P.; Andres, C.; Milz, J. and Schneider, M. 2016. Cacao agroforestry systems have higher return on labor compared to full-sun monocultures. *Agron. Sustain Dev.* 36(70):1-10. Doi: <http://doi.org/10.1007/s13593-016-0406-6>.
- Astier, M.; Maser, O. R. y Galvan, M. Y. 2008. Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Valencia, Immag Impressions, SL. España. 201 p.
- Caso, B. L.; Barrera, L. C. and Aliphath, M. M. 2006. Cacao, vanilla and annatto: three production and exchange systems in the southern maya lowlands, centuries. *J. Latin American Geogr.* 5(2):29-52. <https://doi.org/10.1353/LAG.2006.0015>.
- Cerda, B. R.; Orozco, A. L.; Carreño, R. G.; Ordóñez, J. C.; Amores, C. F. M.; Caicedo, A. W. J.; Oblitas, G. P. S. and Somarriba, C. E. 2019. Tropical agroforestry and ecosystem services: tradeoff analysis for better design strategies. *In: Mosquera, L. M. R. and Prabhu, R. Ed. Agroforestry for sustainable agriculture.* Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK. ISBN: 9781786762207. 218-262 pp.
- Climate-data.org. 2018. Public database. Mexico climate: average temperature in Mexico, weather & Mexico weather by month climate data.org. <https://en.climate-data.org/north-america/mexico-179/>.
- Cuevas, C. A.; Vera, C. Y. B. and Cuevas, S. J. A. 2019. Resilience and sustainability of traditional agroecosystems of Mexico: Totonacapan. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 10(1):165-175. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n1/2007-0934-remexca-10-01-165-en.pdf>.
- Del Amo, R. S.; Ramos, P. J. M. and Vergara, T. M. C. 2010. Ethnoecological restoration of deforested and agro-cultural tropical lands for Mesoamerica. Ed. environmental and human health: risk management in development countries. Conservation of land, air, water and cultural assets. 141-156. pp.
- Gómez-Pompa, A.; Flores, J. S. and Fernández, M. A. 1990. The sacred cacao groves of the Maya. *Latin American antiquity.* 1(3):247-257. Doi: <https://doi.org/10.2307/972163>.
- González-Jácome, A. 2019. Los vaivenes históricos de dos recursos bioculturales: el cacao y la vainilla. Ed. La restauración ecológica productiva: el camino para recuperar el patrimonio biocultural de los pueblos mesoamericanos. Universidad Veracruzana. Veracruz, México. ISBN: 978-607-502-761-6. 125-151 pp.

- Hipólito, R. E. and Ramos, P. J. M. 2020. Bioculturality and transdisciplinarity: two paths for reaching Sustainability through community capacity building: chapter 4. Ed. Community capacity and resilience in Latin America. Routledge, New York. 52-73 pp.
- Hipólito, R. E.; Amo, S. R. y Ramos-Prado, J. M. 2010. Los procesos ecológicos del trópico como modelo para el desarrollo empresarial rural. *Aleph Zero*. 55(1):1-9.
- Hipólito, R. E.; Carcaño, M. M. G.; Ramos, P. J. M.; Vázquez, C. E. A.; López, R. L. y Ricaño, R. J. 2017. *Rev. Argent. Microbiol.* 49(4): 356-365.
- IPES/FAO. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. Santiago de Chile, Chile. 96 p.
- López, A. P. 2014. Paquete tecnológico cacao (*Theobroma cacao* L.). Producción de planta. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México. 10 p.
- Priego, G. A.; Galmiche, A. T.; Castelán, M. E.; Ruiz, O. R. y Ortiz, A. C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Universidad y Ciencia*. 25(1):39-57. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15416335003>.
- Resilience, A.. 2007. Assessing and managing resilience in social-ecological systems: Workbook for practitioners. Resilience Alliance. USA. 54 p.
- Rojas, F. J. y Rodríguez, M. F. D. 2019. Experiencias del plan cacao Nestlé, en México. Creación de valor compartido en sistemas agroforestales de cacao, café y vainilla. Una propuesta empresarial. La restauración ecológica productiva: el camino para recuperar el patrimonio biocultural de los pueblos mesoamericanos. Universidad Veracruzana, Veracruz, México. 357-370 pp.
- Somarriba, E. J.; Orozco, A. L.; Cerda, B. R.; López, S. A. and Cook, J. 2018. Analysis and design of the shade canopy of cocoa-based agroforestry systems. *In*: Umaharan, P. Ed. Achieving sustainable cultivation of cocoa. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK. 1-31 pp.
- Speelman, E. N.; López, R. S.; Colomer, N. A.; Astier, M. and Masera, O. R. 2007. Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: lessons learned from its application in 28 latin american case studies. *Inter. J. Sustain. Dev. World Ecol.* 14(4):345-361.