

MANEJO AGROECOLÓGICO Y SOSTENIBILIDAD PRODUCTIVA DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN AGROECOSISTEMAS DE LA REGIÓN CHONTALPA DE TABASCO

AGROECOLOGICAL MANAGEMENT AND PRODUCTIVE SUSTAINABILITY OF CACAO (*Theobroma cacao* L.) IN AGROECOSYSTEMS OF THE CHONTALPA REGION DE TABASCO

B.Y. Gallegos Gamas; R. Hernández Chable; F. Reyes Espinosa*

*Tecnológico Nacional de México / ITS de Comalcalco, 86650 Comalcalco, Tabasco,
México.*

** E-mail: francisco.reyes@comalcalco.tecnm.mx*

Fecha de envío: 25, mayo, 2026

Fecha de publicación: 20, julio, 2026

Resumen:

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) representa una actividad estratégica en la región Chontalpa de Tabasco por su importancia económica, social y ambiental. Sin embargo, su sostenibilidad productiva enfrenta problemáticas relacionadas con el cambio climático, sequías prolongadas y enfermedades fitopatológicas que afectan el rendimiento y calidad del cultivo. El objetivo de la investigación fue evaluar las estrategias de manejo agroecológico implementadas en agroecosistemas cacaoteros de la región Chontalpa y su influencia sobre la productividad y sanidad del cultivo durante el periodo 2020-2023 implementando un estudio transversal con el propósito de generar información técnica que apoye futuras estrategias de manejo agroecológico. El estudio se realizó en unidades de producción localizadas en los municipios de Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán, Huimanguillo y Paraíso, Tabasco, mediante un diseño descriptivo-comparativo basado en recorridos de campo, entrevistas semiestructuradas y análisis de variables productivas, fitosanitarias y ambientales. Se evaluaron prácticas de manejo agroecológico como poda fitosanitaria, regulación de sombra, fertilización, riego suplementario y aplicación preventiva de caldo sulfocálcico. Los resultados mostraron que las unidades de producción con mayor implementación de prácticas agroecológicas presentaron menor incidencia de enfermedades, principalmente moniliasis, así como mayor estabilidad productiva frente a condiciones de sequía y altas temperaturas. Asimismo, los sistemas agroforestales con mayor diversidad arbórea favorecieron la regulación microclimática y la conservación de humedad en el agroecosistema. Durante el periodo evaluado se registró una disminución aproximada del 9.6 % en el rendimiento promedio de cacao seco; no obstante, los productores con manejo agroecológico integral mostraron mayor resiliencia productiva. Se concluye que el manejo agroecológico constituye una estrategia fundamental para fortalecer la sostenibilidad, estabilidad sanitaria y resiliencia climática de los agroecosistemas cacaoteros de la región Chontalpa de Tabasco.

Palabras clave: Agroecología, practicas agroecológica, agroforestal, tecnificación, adaptación socioambiental.

Abstract:

Cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivation is a strategic activity in the Chontalpa region of Tabasco due to its economic, social, and environmental importance. However, its productive sustainability faces challenges related to climate change, prolonged droughts, and phytopathological diseases that affect crop yield and quality. The objective of the research was to evaluate the agroecological management strategies implemented in cocoa agroecosystems of the Chontalpa region and their influence on the productivity and health of the crop during the period 2020-2023 by implementing a cross-sectional study with the purpose of generating technical information that supports future agroecological management strategies. The study was conducted in production units located in the municipalities of Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán, Huimanguillo, and Paraíso, Tabasco, using a descriptive-comparative design based on field visits, semi-structured interviews, and analysis of productive, phytosanitary, and environmental variables. Agroecological management practices such as phytosanitary pruning, shade regulation, fertilization, supplemental irrigation, and preventive application of lime-sulfur solution were evaluated. The results showed that production units with greater implementation of agroecological practices exhibited a lower incidence of diseases, primarily moniliasis, as well as greater productive stability in the face of drought and high temperatures. Likewise, agroforestry systems with greater tree diversity favored microclimatic regulation and moisture conservation in the agroecosystem. During the evaluation period, an approximate 9.6% decrease in average dry cacao yield was recorded; however, producers with integrated agroecological management showed greater productive resilience. It is concluded that agroecological management constitutes a fundamental strategy to strengthen the sustainability, health stability and climate resilience of cocoa agroecosystems in the Chontalpa region of Tabasco.

Keywords: Agroecology, agroecological practices, agroforestry, mechanization, socio-environmental adaptation.

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) constituye uno de los cultivos tropicales de mayor relevancia económica, social y ambiental en América Latina, debido a su aporte a la seguridad alimentaria, la generación de ingresos rurales y la conservación de agroecosistemas tropicales. En México, Tabasco se posiciona como el principal estado productor, al contribuir con el 62.3% de la producción nacional de cacao; dentro de esta entidad, la región Chontalpa concentra el 83% de la producción estatal, equivalente a 17,732 ton/año (SIAP, 2024). En esta región, el cultivo se desarrolla principalmente bajo sistemas agroforestales tradicionales de elevada importancia ecológica y productiva. Asimismo, las condiciones edafoclimáticas, caracterizadas por temperaturas medias de 22 a 28 °C, precipitaciones anuales de 1,500 a 2,500 mm y suelos franco-arcillosos, favorecen el desarrollo del cacao bajo sistemas de sombra que contribuyen a la estabilidad ambiental del agroecosistema (SAGARPA, 2017).

Los sistemas cacaoteros tradicionales de Tabasco cumplen funciones importantes en la conservación de biodiversidad y recursos fitogenéticos, debido a la integración de especies arbóreas y variedades de cacao criollo, forastero y trinitario en las unidades de producción. Estas características favorecen la regulación microclimática, la protección del suelo y la conservación de servicios ecosistémicos en zonas tropicales húmedas (Somarriba et al., 2013). Además, el cacao conserva un valor histórico y cultural asociado a prácticas agrícolas tradicionales que han permitido la permanencia de agroecosistemas diversificados y resilientes ante perturbaciones ambientales (Avendaño-Arrazate et al., 2011).

La sostenibilidad productiva del cacao en la región Chontalpa enfrenta problemáticas relacionadas con el cambio climático, el incremento de temperaturas, las sequías prolongadas y la presencia de enfermedades fitopatológicas. Entre las principales afectaciones destacan la moniliasis, causada por *Moniliophthora roreri*; la mancha negra, ocasionada por especies del género *Phytophthora*; y el mal del machete, asociado a *Ceratocystis fimbriata*, enfermedades que provocan pérdidas significativas en rendimiento y calidad del cultivo (Cuervo-Parra et al., 2014). Asimismo, el envejecimiento de las plantaciones, el manejo inadecuado de sombra y la limitada tecnificación agrícola contribuyen a la disminución progresiva de la productividad.

Las afectaciones fitosanitarias y climáticas han promovido la adopción de estrategias sustentables de manejo agroecológico orientadas a mejorar la sanidad vegetal y fortalecer la resiliencia productiva del cultivo. Entre las prácticas implementadas por productores de la región destacan la poda fitosanitaria, aplicación de fertilizantes, manejo de sombra, riego en periodos de sequía y uso de caldo sulfocálcico para el control preventivo de enfermedades. Estas acciones reducen la incidencia de patógenos, mejoran las condiciones fisiológicas del cultivo, disminuyen la dependencia de agroquímicos sintéticos y fortalecen la sostenibilidad de los agroecosistemas cacaoteros (Aguilar, 2016).

La calidad del cacao también depende del manejo postcosecha realizado durante la fermentación y secado del grano. Las características físicas y organolépticas del cacao seco se relacionan con variables como humedad, aroma, color, contenido de impurezas y grado de fermentación, factores determinantes para obtener un

producto competitivo y de alta calidad comercial. Diversos estudios señalan que las prácticas adecuadas de beneficio y conservación del grano favorecen la valorización productiva y comercial del cacao fino de aroma (Zambrano, 2013).

Durante el periodo 2020–2023, productores de la región Chontalpa reportaron afectaciones recurrentes por sequía, altas temperaturas y moniliasis, factores que incidieron negativamente en las cosechas y estabilidad productiva del cultivo. Sin embargo, las unidades de producción que implementaron manejo agroecológico, control fitosanitario preventivo y estrategias de conservación productiva presentaron mejores condiciones sanitarias y mayor estabilidad en el rendimiento. Estos antecedentes evidencian la necesidad de fortalecer estrategias sustentables para la gestión integral de agroecosistemas cacaoteros en regiones tropicales vulnerables a factores climáticos y fitosanitarios.

A pesar de la importancia económica, ambiental y social del cacao en la región Chontalpa de Tabasco, en los últimos años los sistemas de producción han presentado una disminución gradual de su productividad, asociada a la interacción de factores climáticos, fitosanitarios y de manejo agronómico. La mayor frecuencia de sequías, las altas temperaturas y la incidencia de enfermedades como la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la mancha negra (*Phytophthora* spp.) han incrementado la vulnerabilidad de las plantaciones tradicionales, especialmente donde el manejo agroecológico es limitado o parcial. Aunque existen estudios sobre la producción de cacao y los efectos de estos factores de forma independiente, aún es limitada la información que integre las prácticas agroecológicas aplicadas por productores representativos y su relación con la capacidad adaptativa de los agroecosistemas. En este contexto, resulta necesario evaluar las condiciones actuales de manejo y documentar las estrategias agroecológicas empleadas en la región Chontalpa, con el propósito de generar información que contribuya al fortalecimiento de sistemas más resilientes frente al cambio climático y las principales limitantes fitosanitarias.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las estrategias de manejo agroecológico implementadas en agroecosistemas cacaoteros de la región Chontalpa, Tabasco, y su influencia sobre la productividad y sanidad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). El estudio consideró el análisis comparativo de

prácticas sustentables aplicadas por productores representativos durante el periodo 2020–2023, mediante variables relacionadas con rendimiento, manejo fitosanitario y afectaciones ambientales. Entre las principales limitaciones se identificó la variabilidad en las condiciones de manejo entre unidades de producción y la disponibilidad heterogénea de registros históricos de cosecha. Asimismo, la información histórica proporcionada por los productores puede estar sujeta a sesgos de memoria o disponibilidad de registros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se desarrolló en la región Chontalpa del estado de Tabasco, México, principal zona productora de cacao del país. El estudio comprendió unidades de producción ubicadas en los municipios de Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán, Huimanguillo y Paraíso (Figura 1), caracterizados por un clima cálido húmedo, temperatura media anual entre 22 y 28 °C, precipitación de 1500 a 2500 mm y predominio de suelos franco-arcillosos, condiciones que favorecen el establecimiento de sistemas agroforestales para el cultivo de *Theobroma cacao* L.



Figura 1. Región Chontalpa de Tabasco, México. Donde se indican los municipios que constituyen esta región como: 1, Huimanguillo; 2, Cárdenas; 3, Comalcalco; 4, Paraíso; y 5, Cunduacán.

Figure 1. Chontalpa Region of Tabasco, Mexico. The municipalities that comprise this region are indicated as follows: 1, Huimanguillo; 2, Cárdenas; 3, Comalcalco; 4, Paraíso; and 5, Cunduacán.

Diseño de la investigación

Se realizó un estudio de enfoque cuantitativo, con diseño observacional, descriptivo y comparativo, cuyo propósito fue caracterizar las prácticas de manejo agroecológico implementadas por productores de cacao y analizar su relación con la sostenibilidad productiva de los agroecosistemas durante el periodo 2020–2023. La investigación tuvo un alcance no experimental, por lo que las variables fueron registradas en las condiciones reales de producción, sin manipulación de tratamientos ni establecimiento de grupos control.

Selección de las unidades de estudio.

La población de estudio estuvo integrada por quince productores representativos de la región Chontalpa (3 productores de Huimanguillo; 3 productores de Cardenas; 4 productores de Comalcalco; 2 productores de Paraíso; y 3 productores Cunduacán), seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por criterios de representatividad y accesibilidad. Se incluyeron unidades de producción con superficies entre una y diez hectáreas, en las que predominaban materiales criollos, trinitarios y forasteros, así como diferentes niveles de implementación de prácticas agroecológicas. La selección permitió incorporar sistemas productivos con características contrastantes de manejo, productividad y condiciones fitosanitarias, representativas de la diversidad existente en la región.

Recolección de la información

La recolección de la información se llevó a cabo mediante la combinación de diferentes técnicas de obtención de datos, que incluyeron la revisión documental, la aplicación de entrevistas semiestructuradas y los recorridos de campo en las unidades de producción seleccionadas.

En una primera etapa, se realizó una revisión documental de literatura científica, informes técnicos y fuentes oficiales relacionadas con la producción de cacao en la región Chontalpa, las condiciones agroclimáticas y los principales problemas fitosanitarios del cultivo. Esta información permitió conocer el contexto de la investigación y apoyar la elaboración del instrumento de entrevista.

Posteriormente, se aplicaron entrevistas semiestructuradas a 15 productores representativos de la región, con el propósito de recopilar información sobre las

características de las unidades de producción, la superficie cultivada, el tipo de cacao, la densidad de plantación, el rendimiento del cultivo, los principales problemas fitosanitarios y las prácticas de manejo implementadas durante el periodo 2020–2023.

Finalmente, se realizaron recorridos de campo para corroborar la información proporcionada por los productores, observando las condiciones generales de las plantaciones, el estado fitosanitario del cultivo y las prácticas de manejo desarrolladas en cada unidad de producción. La información obtenida mediante estas técnicas permitió contar con datos confiables y consistentes para el desarrollo del estudio.

Variables evaluadas

La información se obtuvo mediante una entrevista semiestructurada aplicada directamente a los productores, complementada con recorridos de campo y observación directa de las unidades de producción. El instrumento de recopilación de datos fue diseñado para registrar variables relacionadas con las características productivas, fitosanitarias, climáticas y de manejo agroecológico del cultivo de cacao.

Las variables evaluadas incluyeron: 1) Tipo de cacao cultivado, determinado mediante las características morfológicas de la mazorca, el grano y la arquitectura de la planta, identificando materiales criollos, trinitarios y forasteros; 2) Superficie de producción (ha); 3) Densidad de plantación (plantas ha⁻¹); 4) Producción de cacao en baba (kg ha⁻¹ año⁻¹); 5) Producción de cacao seco (kg ha⁻¹ año⁻¹); 6) Incidencia de enfermedades, estimada como el porcentaje de frutos afectados respecto al total de frutos observados en cada unidad de producción; 7) Afectaciones climáticas, clasificadas cualitativamente en baja, media o alta, de acuerdo con la percepción del productor y las evidencias observadas durante los recorridos de campo; 8) prácticas de manejo agroecológico, cuantificadas como el número de prácticas implementadas en cada unidad productiva; 9) aplicación de riego, registrada como la frecuencia de aplicación durante el ciclo agrícola; 10) Poda fitosanitaria, expresada como el número de podas realizadas por año; 11) Manejo de sombra, estimado mediante el porcentaje de cobertura arbórea presente en la plantación;

12) Aplicación de fertilizantes ($\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$); y 13) Uso de caldo sulfocálcico, registrado como el número de aplicaciones efectuadas por ciclo agrícola.

La evaluación de la condición fitosanitaria consideró la presencia de síntomas característicos de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), mancha negra (*Phytophthora* spp.) y daños asociados al estrés hídrico y a las altas temperaturas. La incidencia de estas afectaciones se determinó mediante observación directa durante los recorridos de campo y se complementó con la información proporcionada por los productores respecto a la frecuencia y severidad de los daños registrados durante el periodo de estudio.

Con el propósito de mejorar la confiabilidad de la información, los datos obtenidos mediante las entrevistas fueron contrastados con las observaciones realizadas en campo y con los registros históricos de producción disponibles en las unidades productivas visitadas.

Las variables analizadas se agruparon en tres categorías: 1) Variables productivas: rendimiento de cacao en baba (kg ha^{-1}), rendimiento de cacao seco (kg ha^{-1}) y densidad de plantación. 2) Variables fitosanitarias: presencia e incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), mancha negra (*Phytophthora* spp.) y mal del machete (*Ceratocystis fimbriata*). 3) Variables agroecológicas: aplicación de poda fitosanitaria, regulación de sombra, fertilización, riego suplementario y uso de caldo sulfocálcico como alternativa para el manejo preventivo de enfermedades.

Evaluación de las variables

El rendimiento del cultivo se estimó a partir de los registros históricos de producción proporcionados por los productores para el periodo 2020–2023. Se consideraron tanto la producción de cacao en baba como el rendimiento de cacao seco expresados en kilogramos por hectárea. Cuando fue necesario, la estimación del rendimiento seco se verificó utilizando los factores de conversión comúnmente empleados en el beneficiado del cacao, de acuerdo con los procedimientos técnicos descritos para el cultivo de cacao y reportados como valores promedio. La incidencia de enfermedades se determinó mediante inspección visual durante los recorridos de campo y con la información proporcionada por los productores sobre la frecuencia de ocurrencia de moniliasis, mancha negra y mal del machete



en sus plantaciones. La evaluación permitió identificar las principales afectaciones fitosanitarias presentes en cada unidad de producción y relacionarlas con las prácticas de manejo implementadas.

La cobertura de sombra fue estimada de manera cualitativa mediante observación directa de la estructura del sistema agroforestal durante las visitas de campo, considerando la presencia y distribución de especies arbóreas asociadas al cultivo. Esta información fue complementada con la descripción realizada por los productores respecto al manejo de la sombra y las labores de poda efectuadas en cada plantación.

Las prácticas agroecológicas fueron registradas mediante la identificación de actividades orientadas al manejo sostenible del cultivo, incluyendo poda fitosanitaria, regulación de sombra, aplicación de fertilizantes, riego suplementario y uso de caldo sulfocálcico para la prevención y reducción de enfermedades.

Análisis estadístico

La información obtenida se organizó en una base de datos y se analizó mediante estadística descriptiva. Para cada variable se calcularon medidas de tendencia central y dispersión, así como frecuencias y porcentajes cuando correspondió. Los resultados se presentan en tablas y figuras para facilitar la comparación entre productores y años de evaluación. Debido al carácter observacional del estudio, el tamaño de muestra y el tipo de muestreo, no se aplicaron análisis inferenciales; por tanto, los resultados solo describen tendencias y patrones observados, sin establecer relaciones causales entre variables.

Consideraciones metodológicas

El estudio se realizó bajo condiciones reales de producción, por lo que los resultados reflejan el comportamiento de sistemas cacaoteros comerciales representativos de la región Chontalpa. Las principales limitaciones metodológicas fueron el tamaño de muestra, la selección no probabilística de productores y la ausencia de tratamientos experimentales, lo que restringe la generalización estadística de los resultados. No obstante, la información obtenida permite comprender las prácticas agroecológicas implementadas en la región y orientar futuras investigaciones con diseños experimentales y mayor número de unidades de estudio. La presencia de



enfermedades se registró mediante observación directa en campo y con información proporcionada por los productores, documentándose síntomas compatibles con moniliasis (*Moniliophthora roreri*), mancha negra (*Phytophthora spp.*) y otras afectaciones fitosanitarias, lo que permitió identificar las principales problemáticas sanitarias de los sistemas evaluados.

RESULTADOS

Caracterización productiva de los agroecosistemas cacaoteros

Los sistemas de producción evaluados presentaron superficies entre 1 y 10 ha, con densidades de plantación de 1000 a 1250 plantas ha⁻¹ (Cuadro 1). Las unidades productivas incluyeron principalmente materiales criollos y trinitarios, los cuales constituyen los tipos de cacao predominantes en la región Chontalpa (Figura 2). La variedad criolla se diferencia por sus mazorcas generalmente alargadas, superficie rugosa, semillas blancas o ligeramente rosadas, alta calidad sensorial y menor tolerancia a enfermedades. La variedad trinitaria es un híbrido entre criollo y forastero; presenta características intermedias, mayor productividad y tolerancia moderada a enfermedades. La variedad forastero presenta mazorcas más lisas y redondeadas, semillas moradas, alta productividad y mayor resistencia fitosanitaria. Las variedades trinitarias mostraron mayor presencia en las unidades de producción con mayores rendimientos, mientras que las plantaciones criollas se asociaron principalmente con sistemas tradicionales de menor densidad y manejo convencional.



Figura 2. Variedades de cacao: a) Criollo; b) Forastero; c) Trinitario.

Figure 2. Cocoa varieties: a) Criollo; b) Forastero; c) Trinitario.

La variabilidad observada entre unidades productivas reflejó diferencias relacionadas con manejo agronómico, disponibilidad de riego, intensidad de podas fitosanitarias y condiciones ambientales. En las unidades de producción donde se implementaron prácticas preventivas como poda fitosanitaria, fertilización y aplicaciones de caldo sulfocálcico, se observaron menores niveles de incidencia de enfermedades y una mayor estabilidad productiva durante el periodo de estudio.

Cuadro 1. Características de las unidades de producción de cacao (sistema agroforestal) evaluadas en la región Chontalpa, Tabasco.

Table 1. Characteristics of the cocoa production units (agroforestry system) evaluated in the Chontalpa region, Tabasco.

Unidad productora (UP)	Municipio	Superficie (ha)	Tipo de cacao	Densidad (plantas ha ⁻¹)	Manejo agroecológico predominante
UP-01	Comalcalco	2	Criollo	1250	Poda, sombra, fertilización
UP-02	Comalcalco	8	Trinitario	1111	Poda, riego, fertilización
UP-03	Cunduacán	5	Trinitario	1111	Poda, sombra
UP-04	Cárdenas	4	Criollo	1111	Poda, fertilización
UP-05	Comalcalco	5	Trinitario	1111	Poda, sombra, caldo sulfocálcico
UP-06	Huimanguillo	10	Trinitario	1000	Poda, riego
UP-07	Paraíso	3	Criollo-Trinitario	1250	Poda, sombra
UP-08	Comalcalco	2	Trinitario	1250	Poda
UP-09	Cunduacán	5	Trinitario	1111	Poda, fertilización
UP-10	Huimanguillo	4	Criollo	1250	Poda, sombra, fertilización
UP-11	Cárdenas	6	Trinitario	1111	Poda, caldo sulfocálcico
UP-12	Paraíso	5	Trinitario	1111	Poda, sombra
UP-13	Comalcalco	4	Criollo-Trinitario	1250	Poda, fertilización
UP-14	Huimanguillo	7	Forastero	1000	Poda, riego, sombra
UP-15	Cárdenas	6	Trinitario	1111	Poda, sombra, fertilización

Producción y estabilidad productiva del cacao

La producción de cacao seco presentó variaciones durante el periodo 2020–2023 (Cuadro 2), observándose una tendencia general de disminución asociada principalmente a condiciones de sequía, incremento de temperatura e incidencia de enfermedades fitopatológicas. El rendimiento promedio registrado en 2020 fue de 458.7 kg ha⁻¹ de cacao seco, mientras que para 2023 se redujo a 414.7 kg ha⁻¹, lo que representó una disminución aproximada de 9.6 %. Asimismo, los coeficientes de variación entre 29.5 % y 43.1 % indican una variabilidad moderada entre productores. Esta reducción evidenció la vulnerabilidad de los agroecosistemas cacaoteros de la región Chontalpa frente a factores climáticos y sanitarios que afectan directamente la estabilidad productiva del cultivo.

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos de la producción de cacao seco (kg ha⁻¹ año⁻¹).

Table 2. Descriptive statistics of dry cocoa production (kg ha⁻¹ year⁻¹).

Estadístico	2020	2021	2022	2023
Número de observaciones (n)	15	15	15	15
Media	445.3	453.4	440	414.7
Mediana	400	400	400	400
Desviación estándar	191.9	133.8	130.6	149.6
Coeficiente de variación (%)	43.1	29.5	29.7	36.1
Valor mínimo	0	300	300	125
Valor máximo	800	720	700	690

La Figura 3 muestra que la disminución del rendimiento fue más evidente durante los años con mayor incidencia de estrés hídrico y temperaturas elevadas. No obstante, los productores que implementaron prácticas de manejo agroecológico, tales como poda fitosanitaria, regulación de sombra, manejo de cobertura vegetal y riego suplementario, mantuvieron una mayor estabilidad en la producción de

cacao seco en comparación con las unidades de producción con menor intensidad de manejo. Los resultados observados son consistentes con la hipótesis de que las estrategias sustentables pueden favorecer una mayor estabilidad productiva en sistemas cacaoteros.

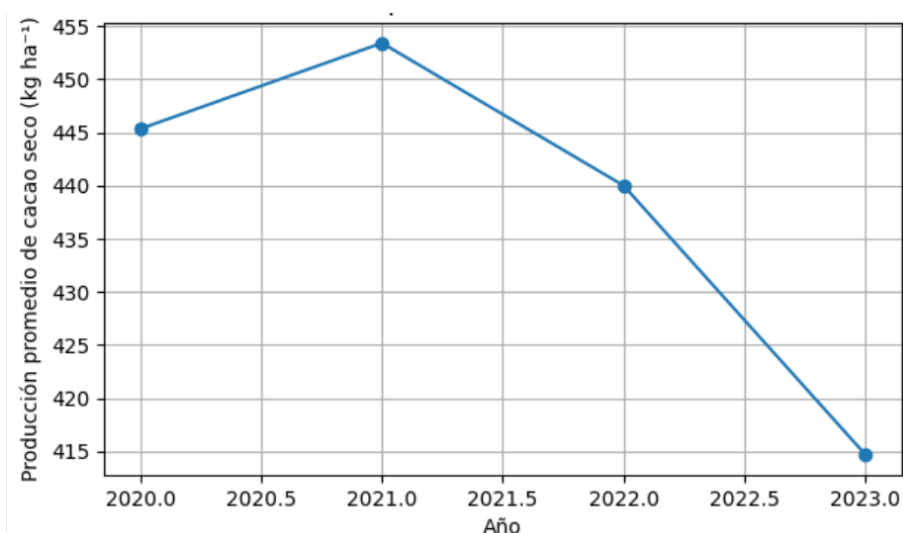


Figura 3. Producción media anual de cacao seco por ha.

Figure 3. Mean annual dry cocoa production per ha.

Asimismo, se observaron diferencias importantes entre productores derivadas de la capacidad de adaptación y del manejo agronómico implementado en cada unidad de producción. Los sistemas con mayor diversidad vegetal y aplicación constante de prácticas preventivas presentaron menor susceptibilidad a los efectos adversos del clima y a la incidencia de enfermedades. En contraste, las unidades de producción con manejo limitado registraron reducciones más pronunciadas en el rendimiento.

La Figura 4 mostró diferencias importantes en el rendimiento promedio de cacao seco entre productores evaluados. Los productores que implementaron mayor número de prácticas agroecológicas presentaron rendimientos relativamente más estables durante el periodo analizado. Entre las principales prácticas identificadas destacaron poda fitosanitaria, aplicación de caldo sulfocálcico, fertilización y manejo de sombra.

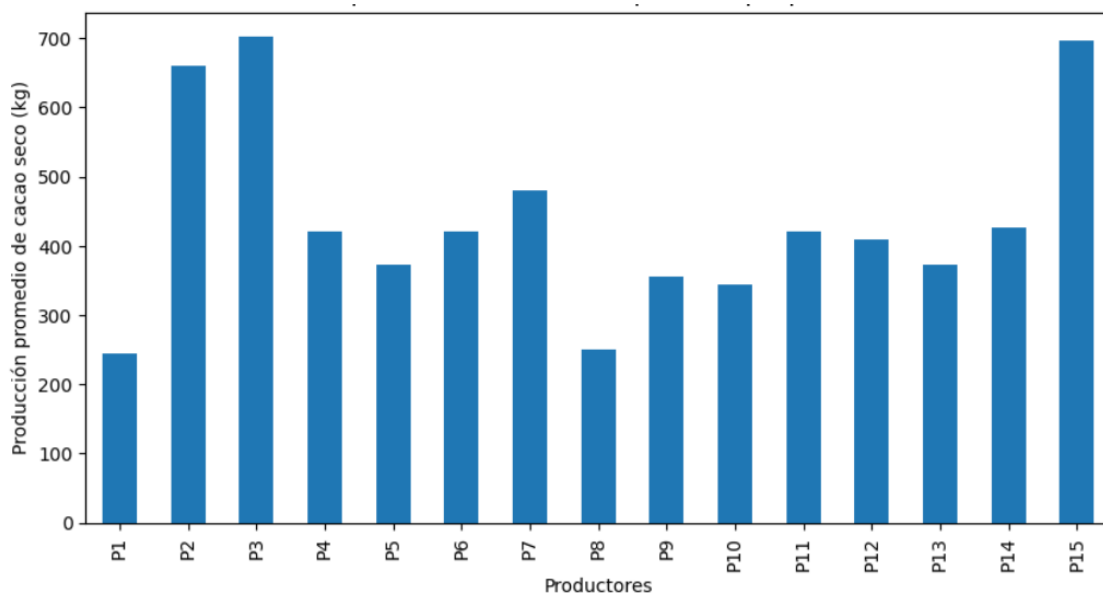


Figura 4. Comparación del comportamiento promedio del productor.

Figure 4. Comparison of the producer's average performance.

Incidencia de enfermedades y afectaciones climáticas

La incidencia de enfermedades fitopatológicas (Figura 5) y las afectaciones climáticas representaron factores determinantes en la estabilidad productiva de los agroecosistemas cacaoteros evaluados. Entre las principales problemáticas sanitarias identificadas destacó la moniliasis causada por *Moniliophthora roreri*, enfermedad que presentó mayor incidencia en unidades de producción con escasa implementación de podas fitosanitarias y limitado manejo preventivo. De manera simultánea, las altas temperaturas y los periodos prolongados de sequía afectaron el desarrollo fisiológico del cultivo, particularmente los procesos de floración, formación y llenado de frutos. Asimismo, la poda fitosanitaria, la regulación de sombra, la fertilización, el riego suplementario y la aplicación de caldo sulfocálcico fueron las prácticas agroecológicas más frecuentemente implementadas por los productores con mejores resultados en la producción de cacao.



Figura 5. Principales problemas en cultivos de cacao asociadas a enfermedades de causada por hongos. Donde: A, Mazorcas infectadas por el hongo *Moniliophthora roreri*; B, Mazorca infectada por *Phytophthora* (la mancha negra); C, Mazorcas infectadas por el hongo *Ceratocystis fimbriata* (el mal del machete).

Figure 5. Main problems in cocoa crops associated with fungal diseases. Where: A, pods infected by the fungus *Moniliophthora roreri*; B, pod infected by *Phytophthora* spp. (black pod disease); C, pods infected by the fungus *Ceratocystis fimbriata* (machete disease).

Las principales afectaciones reportadas en las unidades productivas evaluadas estuvieron asociadas con factores fitosanitarios y climáticos. La moniliasis fue la principal limitante sanitaria, al registrarse en el 26.7% de las unidades de producción, mientras que el déficit hídrico y las altas temperaturas se reportaron en el 20.0% y 13.3% de los casos, respectivamente. En contraste, el 40.0% de las unidades evaluadas se mantuvo libre de enfermedades durante el periodo de estudio. Estos resultados evidencian que la productividad del cacao seco en la región Chontalpa puede estar condicionada por la interacción entre enfermedades fitopatológicas, disponibilidad de agua y estrés térmico, factores que afectan el desarrollo vegetativo y la estabilidad productiva del cultivo.

Los productores que implementaron prácticas agroecológicas, como aplicaciones preventivas de caldo sulfocálcico, manejo y regulación de sombra, eliminación de frutos enfermos y riego suplementario, reportaron mejores condiciones sanitarias en comparación con las unidades de producción que aplicaron únicamente manejo convencional. La menor incidencia de síntomas asociados con moniliasis observada en estas plantaciones sugiere que las estrategias preventivas

contribuyeron a disminuir las condiciones favorables para el desarrollo y dispersión del patógeno.

Las diferencias observadas entre unidades productivas se relacionan con la intensidad y continuidad del manejo fitosanitario implementado, así como con la capacidad de regulación microclimática del sistema agroforestal. Los agroecosistemas con mayor diversidad arbórea y cobertura vegetal mostraron condiciones más estables de humedad y temperatura, lo que favoreció una menor susceptibilidad del cultivo frente a enfermedades y estrés ambiental.

DISCUSIÓN

Resultados similares fueron reportados por Somarriba et al. (2013), quienes señalaron que los sistemas agroforestales de cacao presentan mayor resiliencia frente a perturbaciones ambientales debido a la regulación microclimática proporcionada por el manejo de sombra y diversidad vegetal. La presencia de árboles asociados en los sistemas tradicionales evaluados contribuye a reducir el impacto del estrés térmico y mantener condiciones favorables para el cultivo.

La tendencia observada de la producción media anual de cacao seco (Figura 3) permite contextualizar los resultados dentro de lo reportado para otros agroecosistemas tropicales por Avendaño-Arrazate et al. (2011), quienes señalaron que la productividad del cacao depende de factores relacionados con la disponibilidad hídrica, fertilidad del suelo, sanidad vegetal y manejo de sombra. De igual manera, Ríos-Osorio et al. (2022) indicaron que el incremento de temperatura y la variabilidad climática afectan procesos fisiológicos del cultivo, particularmente la floración, el cuajado de frutos y el desarrollo de mazorcas. Por su parte, Hernández-Gómez et al. (2021) documentaron que los sistemas agroforestales con manejo adecuado de sombra generan condiciones microclimáticas más favorables y una mayor estabilidad productiva frente a eventos climáticos extremos.

En este contexto, los resultados obtenidos respaldan la importancia del manejo agroecológico como estrategia para mejorar la sostenibilidad productiva del cacao en la región Chontalpa. La integración de prácticas de conservación,

diversificación vegetal y manejo fitosanitario preventivo favorece la estabilidad del agroecosistema y contribuye a reducir los efectos negativos asociados con el cambio climático. Resultados similares fueron reportados por Somarriba et al. (2021), quienes destacaron que los sistemas agroforestales tropicales incrementan la resiliencia climática y fortalecen la conservación funcional del agroecosistema.

Los resultados obtenidos respecto a la incidencia de enfermedades y afectaciones climáticas coinciden con lo reportado por Cuervo-Parra et al. (2014), quienes señalaron que la moniliasis representa una de las enfermedades de mayor impacto económico en sistemas cacaoteros tropicales debido a las pérdidas directas de frutos y disminución del rendimiento. De igual manera, Pérez-De la Cruz et al. (2020) documentaron que esta enfermedad constituye una de las principales limitantes sanitarias del cacao en el sureste mexicano, favorecida por las condiciones de humedad y temperatura predominantes en regiones tropicales húmedas. No obstante, dichos autores indicaron que la severidad del patógeno puede reducirse mediante prácticas integrales de manejo fitosanitario y regulación adecuada de sombra.

Adicionalmente, la presencia simultánea de sequía y altas temperaturas incrementó el estrés fisiológico de las plantas, lo cual favoreció una mayor susceptibilidad frente a enfermedades fitopatológicas. Hernández-Mendoza et al. (2022) señalaron que los eventos climáticos extremos asociados con el cambio climático modifican las condiciones microambientales de los agroecosistemas tropicales y afectan la estabilidad productiva de los sistemas agrícolas. En este sentido, los resultados del presente estudio evidencian la importancia del manejo agroecológico como estrategia para fortalecer la resiliencia sanitaria y climática de los sistemas cacaoteros de la región Chontalpa.

El análisis comparativo mostrado en Figura 4, permitió identificar que los productores con manejo integral del cultivo mantuvieron mejores condiciones sanitarias y menor incidencia de moniliasis. En contraste, las unidades productivas con limitada implementación de prácticas preventivas presentaron reducciones más pronunciadas en el rendimiento y mayor afectación por enfermedades. La relación observada entre manejo agroecológico y productividad coincidió con lo reportado



por Díaz-Pérez et al. (2020), quienes indicaron que la integración de prácticas agroecológicas mejora la eficiencia productiva y estabilidad sanitaria en sistemas cacaoteros tropicales.

El manejo de sombra representó uno de los factores más importantes en la regulación microclimática del agroecosistema. La presencia de especies arbóreas asociadas favoreció la conservación de humedad y reducción del estrés térmico en las plantaciones evaluadas. Estudios desarrollados en agroecosistemas tropicales de Tabasco demostraron que la cobertura arbórea contribuye a disminuir la incidencia de enfermedades y mejora las condiciones fisiológicas del cultivo (Ruiz-Rosado, O., Palma-López, D., Salgado-García, S., & Córdova-Sánchez, S., 2023).

La variabilidad productiva entre productores también pudo estar relacionada con diferencias en densidad de plantación, edad de las plantaciones y disponibilidad de recursos para manejo fitosanitario. Estas condiciones explican parcialmente la heterogeneidad observada en los rendimientos promedio registrados durante el estudio.

Manejo agroecológico y sostenibilidad del agroecosistema

El manejo agroecológico representó un componente fundamental para la capacidad adaptativa de los agroecosistemas cacaoteros evaluados en la región Chontalpa. Entre las principales estrategias sustentables identificadas destacaron la poda fitosanitaria, el manejo y regulación de sombra, la fertilización orgánica y el riego suplementario durante periodos de déficit hídrico. La implementación conjunta de estas prácticas permitió conservar una mayor estabilidad productiva y reducir parcialmente las afectaciones ocasionadas por condiciones climáticas adversas y problemas fitosanitarios.

Los productores que aplicaron tres o más estrategias de manejo sustentable registraron mayores rendimientos promedio de cacao seco y menor variabilidad productiva en comparación con aquellos sistemas con menor intensidad de manejo. Este comportamiento sugiere que la integración de prácticas agroecológicas fortalece la capacidad adaptativa del agroecosistema frente a condiciones ambientales variables. En consecuencia, los resultados evidenciaron



una relación positiva entre el número de prácticas agroecológicas implementadas y la estabilidad productiva de las unidades evaluadas.

Asimismo, el manejo agroecológico favoreció la conservación funcional del sistema productivo mediante la regulación de humedad y temperatura, mejora de las condiciones sanitarias y reducción del estrés fisiológico del cultivo. La combinación de poda fitosanitaria, manejo de sombra, fertilización y riego suplementario permitió mantener condiciones microclimáticas más favorables para el desarrollo del cacao y disminuir parcialmente los efectos negativos asociados con sequía y enfermedades fitopatológicas.

Las diferencias observadas entre unidades de producción podrían estar asociadas con la disponibilidad de recursos, intensidad de manejo y características microambientales particulares de cada sistema agroforestal. Los agroecosistemas con mayor diversidad arbórea y cobertura vegetal mostraron mejores condiciones de conservación del suelo y regulación hídrica, favoreciendo una mayor estabilidad productiva durante los ciclos agrícolas evaluados.

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Aguilar (2016), quien indicó que las prácticas preventivas de manejo fitosanitario y conservación agroforestal favorecen la productividad y calidad del cacao en regiones tropicales húmedas. De igual manera, González-Valdivia et al. (2021) señalaron que las prácticas agroecológicas implementadas en sistemas agroforestales de cacao incrementan la resiliencia del agroecosistema y fortalecen la conservación de biodiversidad funcional. Estos autores también destacaron que la diversificación arbórea asociada al cultivo contribuye a mejorar las propiedades físicas del suelo, incrementar la infiltración de agua y favorecer la regulación hidrológica del sistema productivo.

En este contexto, los resultados del presente estudio permiten considerar que la implementación de estrategias agroecológicas representa una alternativa viable para fortalecer la sostenibilidad y resiliencia de los agroecosistemas cacaoteros en regiones tropicales vulnerables al cambio climático. La integración de prácticas sustentables no solo contribuye a mantener la productividad del cultivo, sino también a conservar el equilibrio ecológico y funcional del sistema

agroforestal. Sin embargo, futuras investigaciones deberán profundizar en la evaluación de indicadores de resiliencia climática, eficiencia de bioinsumos, dinámica fitosanitaria y biodiversidad funcional en sistemas agroforestales de cacao.

Productiva y perspectivas de sostenibilidad

La productividad del cacao seco se relacionó directamente con las condiciones de manejo postcosecha, sanidad vegetal y prácticas agroecológicas implementadas en las unidades de producción evaluadas. Los productores que mantuvieron estrategias preventivas de manejo fitosanitario, regulación de sombra, poda sanitaria y procesos adecuados de fermentación y secado obtuvieron granos con mejores características físicas, menor presencia de impurezas y mayor uniformidad comercial. Asimismo, el manejo agroecológico contribuyó a disminuir parcialmente las afectaciones ocasionadas por sequía, altas temperaturas y enfermedades fitopatológicas, principalmente moniliasis, favoreciendo una mayor estabilidad productiva en los agroecosistemas cacaoteros de la región Chontalpa.

En este contexto, el fortalecimiento del manejo agroecológico constituye una estrategia fundamental para incrementar la sostenibilidad, estabilidad sanitaria y resiliencia climática de los sistemas cacaoteros tropicales. La integración de prácticas sustentables como el manejo y diversificación de sombra, fertilización orgánica, conservación de cobertura vegetal, aplicación de bioinsumos y manejo preventivo de enfermedades permitirá mejorar la regulación microclimática, conservar la fertilidad del suelo y reducir la vulnerabilidad del cultivo frente a eventos climáticos extremos (Somarriba et al., 2021; González-Valdivia et al., 2021). Diversos estudios han señalado que los sistemas agroforestales de cacao favorecen la conservación de biodiversidad funcional, el secuestro de carbono y la estabilidad ecológica del agroecosistema, contribuyendo al mantenimiento de servicios ambientales esenciales para la sostenibilidad productiva (Ruiz-Rosado et al., 2023).

De igual manera, la capacitación y acompañamiento técnico de nuevos productores representa un componente estratégico para la adopción de prácticas

agroecológicas y el fortalecimiento de capacidades locales orientadas al manejo integral del cultivo. La transferencia de conocimientos relacionados con control fitosanitario preventivo, manejo postcosecha, regulación de sombra y conservación agroforestal permitirá mejorar la eficiencia productiva y la calidad comercial del cacao regional. En este sentido, la reciente publicación de la Declaración de Protección de la Indicación Geográfica “Cacao de la Región Chontalpa de Tabasco” en el Diario Oficial de la Federación fortalece el reconocimiento territorial y productivo del cacao tabasqueño, impulsando procesos de valorización, competitividad y conservación de prácticas tradicionales asociadas al cultivo (IMPI, 2026).

Los resultados obtenidos evidencian la necesidad de continuar investigaciones relacionadas con indicadores agroecológicos, resiliencia climática, eficiencia de bioinsumos y estabilidad sanitaria en sistemas agroforestales de cacao. Asimismo, será importante profundizar en estudios comparativos sobre productividad, adaptación climática y calidad del grano entre variedades criollas y trinitarias bajo diferentes esquemas de manejo sustentable.

Futuras estrategias de manejo agroecológico

El fortalecimiento del manejo agroecológico constituye una estrategia prioritaria para incrementar la capacidad adaptativa, estabilidad sanitaria y resiliencia climática de los agroecosistemas cacaoteros de la región Chontalpa de Tabasco. Las condiciones asociadas al cambio climático, como el incremento de temperaturas, variabilidad en la precipitación y mayor incidencia de enfermedades fitopatológicas, han evidenciado la necesidad de consolidar modelos productivos sustentables capaces de mantener la funcionalidad ecológica del cultivo. Diversos estudios señalan que los sistemas agroecológicos diversificados presentan mayor capacidad adaptativa frente a escenarios climáticos adversos y fortalecen la resiliencia socioecológica de los sistemas agrícolas tropicales (Altieri & Nicholls, 2013; Ayón Ávila et al., 2024).

La integración de prácticas agroecológicas como poda fitosanitaria, manejo y diversificación de sombra, conservación de cobertura vegetal, fertilización orgánica y aplicación de bioinsumos favorece la regulación microclimática y estabilidad del agroecosistema. Santiago-Rodríguez y Nava-Tablada (2016)



destacan que las políticas de desarrollo rural sustentable requieren enfoques integrales que incorporen dimensiones ecológicas, productivas y sociales. Asimismo, Altieri y Nicholls (2013) señalan que la diversificación agrícola y los sistemas tradicionales de manejo fortalecen la resiliencia climática y sostenibilidad agrícola. En este sentido, la evaluación de sustentabilidad debe considerar indicadores multidimensionales relacionados con estabilidad productiva, resiliencia ecológica y capacidad adaptativa (Sarandón & Flores, 2009).

Finalmente, la capacitación técnica y conservación de saberes locales fortalecen la adopción de prácticas sustentables, mientras que la reciente Declaración de Protección de la Indicación Geográfica “Cacao de la Región Chontalpa de Tabasco” favorece el reconocimiento territorial y valorización comercial del cacao regional.

CONCLUSIÓN

El manejo agroecológico constituye una estrategia fundamental para fortalecer la sostenibilidad productiva, estabilidad sanitaria y resiliencia climática de los agroecosistemas cacaoteros de la región Chontalpa de Tabasco. La integración de prácticas sustentables orientadas al manejo fitosanitario preventivo, regulación de sombra y conservación agroforestal favorece la capacidad adaptativa del cultivo frente a condiciones ambientales adversas asociadas al cambio climático. Asimismo, el fortalecimiento de sistemas agroforestales y la capacitación técnica de productores representan elementos estratégicos para la conservación productiva y ecológica del cacao regional. En este contexto, la reciente Declaración de Protección de la Indicación Geográfica “Cacao de la Región Chontalpa de Tabasco” contribuye al reconocimiento territorial, valorización comercial y preservación de prácticas tradicionales vinculadas al cultivo, consolidando una base importante para el desarrollo sustentable del sector cacaotero en Tabasco.



Agradecimientos

La presente investigación es resultado del trabajo académico desarrollado por B.Y. Gallegos Gamas y R. Hernández Chable (ambos estudiantes de Ingeniería Ambiental) en el marco de la tesis titulada “Análisis de sistemas agrícolas del cultivo de cacao en la región Chontalpa, Tabasco”, realizada en el Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco, gracias a las facilidades otorgadas por el instituto.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, H. (2016). *Manual técnico para evaluación de calidad del cacao*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7–20. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182921>
- Avendaño-Arrazate, C. H., Campos-Rojas, E., Gallardo-Méndez, R., & Mendoza-López, A. (2011). Caracterización y perspectivas del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(2), 239–249.
- Ayón Ávila, G., Hernández Hernández, J. L., Segura Pacheco, H., Maldonado Astudillo, Y. P., & Maldonado Astudillo, R. I. (2024). Contribuciones, tendencias y metodologías de la agroecología en la adaptación al cambio climático: Una revisión sistemática. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(4). <https://doi.org/10.56712/latam.v6i4.4298>
- Cuervo-Parra, J. A., Romero-Cortes, T., López-Pérez, M., & Ramírez-Lepe, M. (2014). Enfermedades del cacao causadas por hongos fitopatógenos en México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 20(3), 339–363.
- Díaz-Pérez, L., Vargas-Hernández, M., & Sánchez-Soto, B. (2020). Manejo agroecológico y productividad del cacao en sistemas tropicales del sureste mexicano. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 7(2), 45–56.
- González-Valdivia, N., Ochoa-Gaona, S., Ferguson, B. G., Pozo, C., Kampichler, C., & Pérez-Hernández, I. (2021). Biodiversidad y sostenibilidad en sistemas agroforestales de cacao en Tabasco, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(1), 1–15.
- Hernández-Gómez, E., Salgado-García, S., Palma-López, D., & Lagunes-Espinoza, L. C. (2021). Sistemas agroforestales de cacao y resiliencia climática en Tabasco, México. *Agrociencia*, 55(4), 567–580.
- Hernández-Mendoza, T. M., Ruiz-Rosado, O., Ramírez-Valverde, B., & Juárez-Luis, G. (2022). Cambio climático y vulnerabilidad productiva del cacao en el sureste de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45(3), 325–336.



- Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI). (2026). *Declaración de Protección de la Indicación Geográfica “Cacao de la Región Chontalpa de Tabasco”*. Diario Oficial de la Federación, México.
- Pérez-De la Cruz, M., Sánchez-Soto, S., Ortiz-García, C. F., & Arévalo-Galarza, M. L. (2020). Moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*) y estrategias de manejo fitosanitario en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 38(2), 210–223.
- Ríos-Orsorio, A., Torres-de la Cruz, M., & Lagunes-Espinoza, L. (2022). Variabilidad climática y productividad del cacao en agroecosistemas tropicales de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(3), 1–12.
- Ruiz-Rosado, O., Palma-López, D., Salgado-García, S., & Córdova-Sánchez, S. (2023). Regulación microclimática en sistemas agroforestales de cacao en Tabasco, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(1), 1–14.
- SAGARPA. (2017). Planeación agrícola nacional 2017–2030: cacao mexicano. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Ciudad de México.
- Santiago-Rodríguez, A., & Nava-Tablada, M. E. (2016). *Políticas de desarrollo rural y metodologías de evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Un análisis comparativo*.
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4, 19–28.
- Somarriba, E., Cerda, R., Orozco, L., & López-Sampson, A. (2021). Agroforestry systems and climate resilience in tropical cacao production. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 315, 107–118.
- Somarriba, E., Cerda, R., Orozco, L., Cifuentes, M., Dávila, H., Espin, T., Mavisoy, H., Ávila, G., Alvarado, E., Poveda, V., & Astorga, C. (2013). Carbon stocks and cocoa yields in agroforestry systems of Central America. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 173, 46–57.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2024). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado el 10 de julio de 2026, de https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Zambrano, A. (2013). Morfología, fisiología y manejo agronómico del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Editorial Universitaria, Ecuador.

