

Año 18, Vol. 35, No. 1, Enero-Junio, 2025

COPYRIGHT © (URACCAN). TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS • ISSN 1997-9231 (Print) • ISSN 2223-6260 (Online).

doi: <https://doi.org/10.5377/rcl.v35i1.21983>

## Estructura arbórea y conocimiento local sobre manejo de sombra en sistemas agroforestales con cacao

*Tree structure and local knowledge about shade management in agroforestry systems with cacao*

Walquiria Olimpia Otero Jarquín<sup>1</sup>

Hannia del Carmen Morales Gutiérrez<sup>2</sup>

Jamill Castillo Martínez<sup>3</sup>

### RESUMEN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Nicaragua tiene una larga historia vinculada a la cultura y economía local, especialmente en la Costa Caribe Norte, donde se ha consolidado como uno de los principales rubros agroforestales. La investigación se desarrolló en la comunidad El Hormiguero, municipio de Siuna, desde una perspectiva cuantitativa, descriptiva, la información se recolectó a través de encuestas, observación y entrevistas semiestructurada con el objetivo de evaluar las prácticas y tecnologías aplicadas en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.). El estudio se realizó en 15 fincas mediante encuestas validadas por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y observación de campo. Se analizaron variables relacionadas con densidad de siembra, niveles de sombra, composición de especies arbóreas, incidencia de plagas y enfermedades, fertilización y formas de reproducción del cacao. Los resultados indican que el 92% de las plantaciones tienen una densidad de 625 plantas por manzana; el 46% presenta sombra variada con especies frutales, maderables y leguminosas; y los niveles de sombra óptimos (30–50%) se registran en el 23.1% de las fincas. La incidencia de Monilia (*Moniliophthora roreri*) y mazorca negra (*Phytophthora sp.*) fue menor al 5% en más del 60% de los casos, asociada a un manejo adecuado de sombra y fertilización orgánica. Se concluye que la implementación de prácticas locales exitosas como el uso de clones e injertos, el manejo progresivo

<sup>1</sup> Ingeniera Agroforestal. walkiriaotero17@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1630-4511>

Agroforestry Engineer.

<sup>2</sup> Ingeniera Agroforestal. hanniamoralesp@gmail.com

Agroforestry Engineer.

<sup>3</sup> Ingeniero Agroforestal, Master en Docencia Universitaria. jamil.castillo@uraccan.edu.ni, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3648-9165>

Agroforestry Engineer, Master in University Teaching

Recibido: 20/04/2025 - Aprobado: 19/05/2025

Otero Jarquín, W. O., Morales Gutiérrez, H. del C., y Castillo Martínez, J. (2026). Estructura arbórea y conocimiento local sobre manejo de sombra en sistemas agroforestales con cacao. *Ciencia e Interculturalidad*, 35(1), 225-239. <https://doi.org/10.5377/rcl.v35i1.21983>

Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-NoDerivadas



de la sombra y la fertilización combinada - contribuye a mejorar la productividad y sostenibilidad de los sistemas agroforestales con cacao.

**Palabras clave:** Cacao, sistemas agroforestales, sombra, fertilización, enfermedades

## ABSTRACT

The cultivation of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Nicaragua has a long history linked to local culture and economy, especially on the North Caribbean Coast, where it has become one of the main agroforestry crops. The research was conducted in the community of El Hormiguero, municipality of Siuna, from a quantitative, descriptive perspective. Data was collected through surveys, observation, and semi-structured interviews to evaluate the practices and technologies applied in agroforestry systems with cacao (*Theobroma cacao* L.). The study was carried out on 15 farms using surveys validated by the Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE by its Spanish acronym) and field observation. Variables related to planting density, shade levels, tree species composition, pest and disease incidence, fertilization, and cacao reproduction methods were analyzed. The results indicate that 92% of the plantations have a density of 625 plants per manzana (approximately 1.7 acres); 46% have varied shade with fruit, timber, and legume species; and optimal shade levels (30–50%) are found in 23.1% of the farms. The incidence of *Monilia* (*Moniliophthora roreri*) and black pod rot (*Phytophthora* sp.) was less than 5% in over 60% of cases, associated with proper shade management and organic fertilization. It is concluded that the implementation of successful local practices, such as the use of clones and grafts, progressive shade management, and combined fertilization, contributes to improving the productivity and sustainability of cacao agroforestry systems.

**Keywords:** Cocoa, agroforestry systems, shade, fertilization, diseases

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Nicaragua tiene una larga historia vinculada a la cultura y economía donde, según Oporta (2020–2021, citado por Hebbert *et al.*, 2022), la producción nacional de cacao en el ciclo 2020/2021 fue de 165,517 quintales, mostrando un crecimiento de 2.2% respecto al ciclo anterior, y 67% superior al año 2014. Para el ciclo 2021/2022 se espera un crecimiento de 6.8%.

En el municipio de Siuna, el cacao se cultiva principalmente en sistemas agroforestales con árboles de sombra, lo que favorece la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad productiva. Sin embargo, la falta de conocimiento técnico sobre la arquitectura de los sistemas y el manejo adecuado del dosel de sombra ha limitado el potencial productivo, generando irregularidades en la distribución de árboles y problemas de incidencia de plagas y enfermedades (Ortiz y Somarriba, 2005).

Estudios en distintas regiones de América Latina han demostrado la importancia de la estructura arbórea en los sistemas agroforestales con cacao. En México, por ejemplo, se han identificado especies dominantes como *Erythrina americana* y *Cedrela odorata*, que contribuyen tanto al aporte de biomasa como a la regulación de la sombra (Gutiérrez *et al.*, 2016).

En Colombia, se distinguen tipologías de sistemas diversificados con alta sombra frente a sistemas más simples con baja sombra, observándose diferencias significativas en productividad y servicios ecosistémicos (Espinoza, 2019).

En Nicaragua, investigaciones en Waslala y Bonanza han mostrado que la tipología de los cacaotales está determinada por factores biofísicos, densidad de siembra y composición de especies arbóreas, destacando el papel de las leguminosas fijadoras de nitrógeno y los frutales en la economía familiar (Matey *et al.*, 2013; Hernández y Dávila, 2021).

Bajo este contexto, la presente investigación analiza las tipologías y prácticas de manejo de sombra en sistemas agroforestales con cacao en la comunidad El Hormiguero, municipio de Siuna. El estudio busca generar evidencia científica sobre el conocimiento local y las prácticas exitosas de los productores, con el fin de contribuir a la mejora de la productividad y sostenibilidad del cacao en la región.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

Los sistemas agroforestales (SAF) con cacao han sido objeto de estudio en diferentes contextos tropicales debido a sus aportes en la sostenibilidad productiva, la conservación de la biodiversidad y la resiliencia frente al cambio climático. En general, un sistema agroforestal se define como la integración deliberada de árboles con cultivos agrícolas y/o animales en la misma unidad de manejo, bajo un arreglo espacial o temporal que genera beneficios productivos, ecológicos y socioeconómicos (López y Rocha, 2015; FAO, 2021, como se citó en Hernández y Dávila, 2021).

### **Clasificación y categorías de sistemas agroforestales**

Nair (1985, como se citó en Sharry, 2021) propuso una clasificación de los SAF basada en criterios estructurales, funcionales y ecológicos. Desde la perspectiva estructural, se consideran aspectos como la densidad de siembra, la estratificación vertical y los arreglos espaciales. En cuanto a la funcionalidad, los SAF pueden cumplir un papel productivo (alimentos, forrajes, madera, leña) o protector (conservación de suelos, regulación microclimática, cortinas rompeviento). Finalmente, las condiciones ecológicas determinan la adaptabilidad de los sistemas, diferenciando su aplicación en tierras áridas, semiáridas, tropicales bajas o altas.

En el caso del cacao, los sistemas agroforestales se estructuran en torno al componente arbóreo que provee sombra, con implicaciones directas en la productividad, la sanidad vegetal y la rentabilidad económica (Atangana *et al.*, 2014, como se citó en López, 2018).

### **Tipologías de sistemas con cacao**

Estudios en Nicaragua y América Latina muestran diferentes tipologías de SAF con cacao. Matey *et al.* (2013) identificaron en Waslala tres tipos principales: cacao-musáceas, cacao simple y cacao diversificado, en comparación con parches de bosque. Las variables que explicaron la diferenciación fueron la altitud, densidad arbórea, número de estratos del dosel de sombra y composición florística.

En Bonanza, Hernández y Dávila (2021) reportaron que el 40% de los sistemas son monocultivos de cacao con sombra de una sola especie, mientras que el resto combina cacao con frutales, maderables o leguminosas. Este hallazgo coincide con investigaciones en Colombia, donde se distinguen sistemas complejos diversificados frente a sistemas simples especializados (Espinoza, 2019).

### **Densidad de siembra**

La densidad de siembra es un factor crítico para la productividad. En Nicaragua, la práctica más común es el distanciamiento de 4×4 varas, equivalente a 625 plantas por manzana (Hernández y Dávila, 2021).

Resultados similares se reportan en Waslala Matey *et al.* (2013) y en la Amazonía colombiana, Gamboa *et al.* (2012). En contraste, en el Pacífico colombiano, Espinoza y Ríos (2015) identificaron densidades menores (400–600 plantas/ha), lo que se asocia con menor productividad debido a un menor aprovechamiento del espacio.

### **Composición florística y especies dominantes**

La composición arbórea de los SAF-cacao incluye especies maderables, frutales y leguminosas, con funciones productivas y ecológicas. En México, Gutiérrez *et al.* (2016) encontraron que *Erythrina americana*, *Cedrela odorata* y *Gliricidia sepium* representan más del 70% de los árboles en SAF-cacao. En Waslala, Matey *et al.* (2013) reportaron un promedio de 145 individuos arbóreos por hectárea, con predominancia de *Cordia alliodora*, *Bactris gasipaes* y *Rymania speciosa*.

Las especies frutales como *Pouteria sapota* y *Mangifera* indica generan ingresos adicionales para los productores, mientras que las leguminosas como *Inga micheliana* y *Samanea saman* contribuyen a la fertilidad del suelo y la fijación de nitrógeno (Roa y Álvarez, 2009).

## Manejo de sombra

El manejo del dosel de sombra es determinante para la sanidad del cacao. En Bolivia, Ortiz (2006) observó que los productores realizan podas y raleos irregulares, priorizando el control de especies no deseadas. Si bien la sombra proporciona humedad y fertilidad al suelo, un exceso aumenta la incidencia de plagas y enfermedades como *Monilia* (*Moniliophthora roreri*) y mazorca negra (*Phytophthora sp.*). Hernández y Dávila (2021) reportaron que niveles de sombra superiores al 40% incrementan la afectación de estas enfermedades, mientras que un nivel óptimo se ubica en torno al 30–35%.

## Fertilización y reproducción

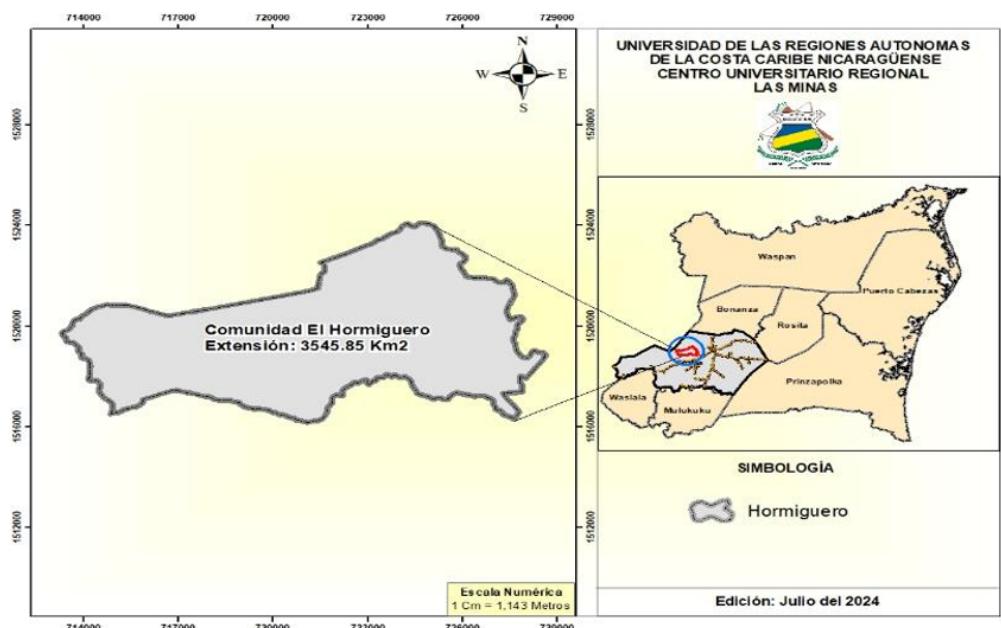
La fertilización es otro componente esencial en los SAF-cacao. En Perú, Tuesta *et al.* (2016) demostraron la sinergia positiva entre el uso de micorrizas (HMA), *Trichoderma spp.* y fertilizantes inorgánicos, con incrementos significativos en el rendimiento.

En Nicaragua, la mayoría de los productores aplica fertilización orgánica, complementada con prácticas locales como el uso de aguas mieles de la fermentación del cacao para elaborar biofertilizantes (Hernández y Dávila, 2021).

Respecto a la reproducción, la introducción de clones e injertos ha permitido mejorar la productividad y reducir el tiempo a cosecha. En Ucayali, Perú, clones como ICS-1 y P-7 alcanzaron rendimientos de hasta 2.24 t/ha (Iturraran, 2007). En Nicaragua, programas de fomento han promovido el uso de injertos sobre árboles acriollados resistentes a enfermedades, combinando resistencia y alto rendimiento (Hernández y Dávila, 2021).

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el municipio de Siuna, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua, específicamente en la comunidad de El Hormiguero, una de las principales zonas productoras de cacao. El área se caracteriza por un clima húmedo tropical, con precipitaciones anuales superiores a 2,500 mm y temperaturas promedio de 25 °C. Los suelos predominantes son de origen volcánico, de textura franco-arcillosa, aptos para la producción de cacao y especies forestales asociadas.

**Figura 1***Localización del estudio*

Fuente. Mapa elaborado por Arnulfo Bladimir Tórrez Jarquín

Se trató de una investigación de enfoque cuantitativo, de corte transversal y nivel descriptivo, cuyo propósito fue caracterizar las tipologías de sistemas agroforestales con cacao, documentar las prácticas de manejo de sombra y fertilización, e identificar experiencias exitosas implementadas por los productores locales. El universo estuvo conformado por productores de cacao bajo sistemas agroforestales asociados a la cooperativa COOPESIUNA y al proyecto PROCACAO. El marco muestral incluyó un total de 15 fincas en la comunidad de El Hormiguero. Dada la dimensión reducida del universo, se trabajó con una muestra censal equivalente al 100% de las unidades productivas.

Las unidades de análisis fueron los sistemas agroforestales de cacao de cada productor, mientras que las unidades de observación fueron las variables e indicadores definidos para el estudio fueron las siguientes:

- **Tipología de los SAF-cacao y manejo de sombra** (densidad de siembra, composición de especies, grupo funcional dominante, niveles de sombra, incidencia de Monilia y mazorca negra).

- **Prácticas y tecnologías de manejo** (manejo de sombra según condiciones de sitio y fenología del cultivo, prácticas de fertilización, formas de reproducción).
- **Prácticas exitosas** (estrategias locales en establecimiento de cacaotales, control de enfermedades, fertilización y manejo de sombra).

Se emplearon las siguientes técnicas de investigación:

- **Encuesta estructurada:** adaptada y validada por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en estudios previos sobre tipología y estructura de SAF-cacao en Waslala y Bonanza (Matey *et al.*, 2013; Hernández & Dávila, 2021).
- **Observación de campo:** dirigida al registro de variables agroecológicas y productivas, especialmente para estimar niveles de sombra. Para ello se utilizó un método práctico de parcelas de muestreo de  $10 \times 10$  plantas de cacao, donde se contabilizó el porcentaje de individuos bajo cobertura arbórea.
- **Entrevistas semiestructuradas:** aplicadas a productores clave para documentar prácticas exitosas y percepciones locales sobre el manejo de sus cacaotales.
- **Ánalysis documental:** de estudios previos y reportes técnicos relacionados con sistemas agroforestales en Nicaragua y la región.

La validez interna de los instrumentos se garantizó mediante el uso de un instrumento previamente validado por CATIE y aplicado en condiciones similares. Asimismo, se contó con consentimiento informado previo, libre y voluntario de los participantes, en concordancia con las normativas éticas de la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN).

Los datos recolectados se procesaron en el software IBM SPSS versión 25. Se aplicaron análisis estadísticos descriptivos, principalmente distribución de frecuencias, medidas de tendencia central (promedios). Los resultados se complementaron con análisis comparativos frente a estudios previos en Nicaragua y Latinoamérica, con el fin de establecer similitudes y diferencias en las prácticas de manejo.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

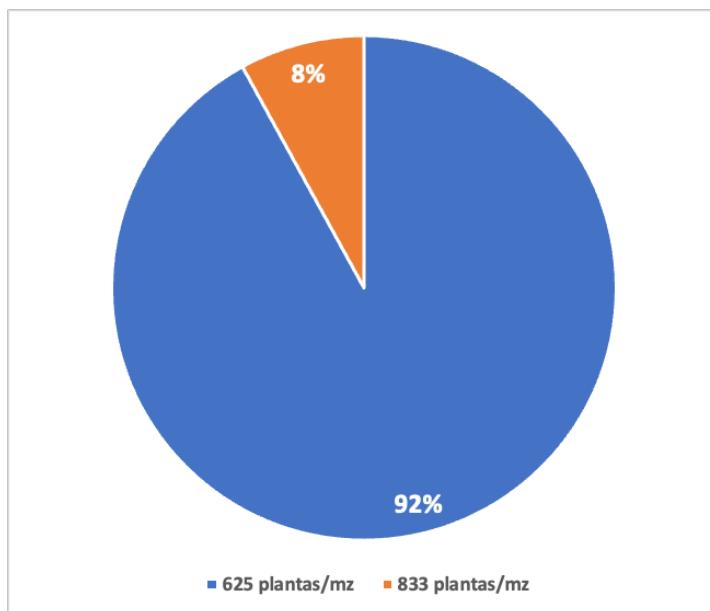
### Tipologías de sistemas agroforestales con cacao

#### Densidad de siembra

Los resultados muestran que el 92% de las plantaciones de cacao en la comunidad de El Hormiguero, presentan una densidad de 625 plantas por manzana (equivalente a un arreglo de 4×4 varas), mientras que un 8% alcanzó 833 plantas (4×3 varas, ver Figura 2). Esto refleja la predominancia del método de establecimiento por semilla, donde los árboles desarrollan mayor porte y requieren mayor espaciamiento para un crecimiento adecuado.

**Figura 2**

*Densidad de las plantaciones de cacao, comunidad El Hormiguero*



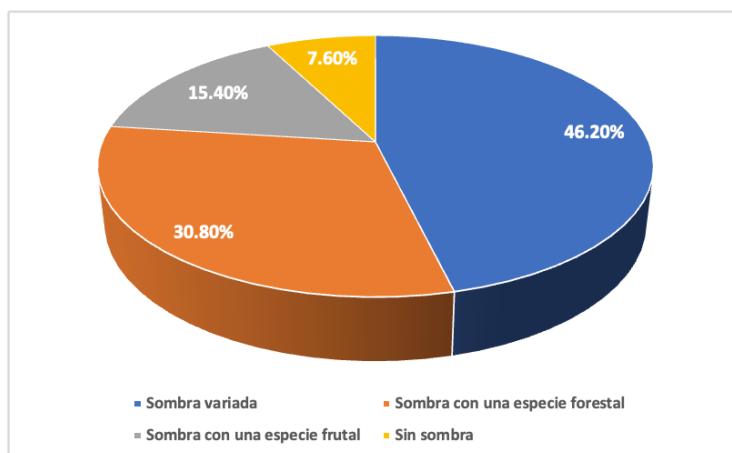
Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Hernández y Dávila (2021) en Bonanza y Gamboa *et al.* (2012) en la Amazonía colombiana, quienes identificaron que la densidad de 625 plantas favorece el desarrollo agronómico del cacao y maximiza la productividad. En contraste, Espinoza y Ríos (2015) en el Pacífico colombiano reportaron densidades menores (400–600 plantas/ha), asociadas a menores rendimientos por hectárea.

## Composición y tipos de sombra

En cuanto a la estructura de los cacaotales (Figura 3), el 46.2% de las fincas presentó sombra variada, compuesta por frutales, maderables y leguminosas; el 30.8% se asoció con una sola especie forestal; el 15.4% con frutales únicamente; y el 7.6% correspondió a plantaciones sin sombra. Desde esta perspectiva se encontraron 20 especies que son utilizadas en la composición estructural con sistemas de cacao.

**Figura 3**

*Estructura y tipo de sombras en los cacaotales, Siuna comunidad El Hormiguero*



Este patrón refleja la preferencia de los productores por integrar especies que aportan beneficios económicos adicionales, como frutas para consumo o venta, y madera como reserva de valor a largo plazo. Resultados similares se reportaron en Waslala, donde se documentaron hasta 70 especies arbóreas en los SAF-cacao (Matey *et al.*, 2013). Asimismo, en Acacoyagua, México, se identificaron más de 50 especies acompañantes del cacao, de las cuales más del 90% tienen valor de uso (López, 2018).

## Grupos funcionales dominantes

La dominancia en los sistemas analizados corresponde principalmente a especies frutales y maderables (46.2% cada uno), mientras que solo un 7.7% de los productores estableció leguminosas. Los frutales destacan por su aporte económico inmediato, mientras que las maderables se conciben como un recurso de mediano y largo plazo.

Estos resultados difieren de lo observado en Bonanza, donde el 87% de los cacaotales tenía dominancia forestal (Hernández & Dávila, 2021), pero coinciden

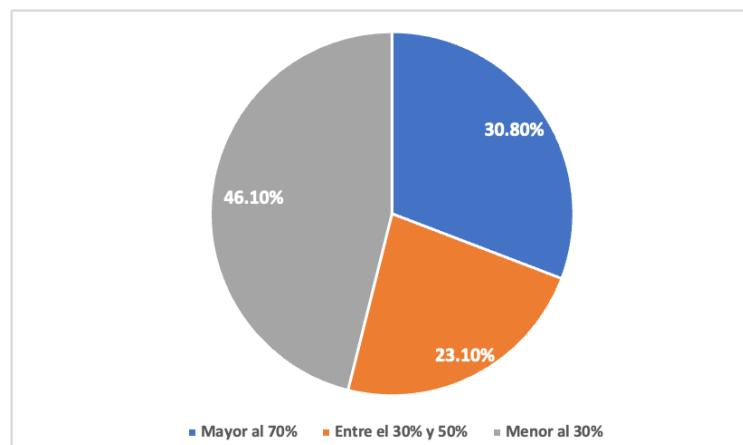
con Roa y Álvarez (2009), quienes reportaron una fuerte presencia de frutales en los SAF de Chiapas (Méjico).

### Niveles de sombra

Como se evidencia en la Figura 4, el 30.8% de las plantaciones mostró niveles de sombra superiores al 70% o inferiores al 30%, lo que representa un rango subóptimo para la producción de cacao. El 23.1% presentó niveles intermedios (30–50%), considerados los más adecuados para el desarrollo del cultivo.

**Figura 4**

*Niveles de sombra en los sistemas con cacao, comunidad Siuna El Hormiguero*



La alta variabilidad encontrada está asociada a la composición de especies utilizadas como sombra. En casos de sombra variada, la desviación estándar en la cobertura alcanzó valores de hasta 24.45%, debido a la heterogeneidad de copas y follajes. Esto coincide con lo descrito por Álvarez *et al.* (2012), quienes encontraron que coberturas superiores al 60% limitan la producción, mientras que un rango óptimo oscila entre 30 y 40%.

### Incidencia de enfermedades

La incidencia de Monilia (*Moniliophthora roreri*) fue inferior al 5% en el 61.5% de las plantaciones y superior al 10% en el 15.4%. En el caso de la mazorca negra (*Phytophthora* sp.), el 69.3% de las fincas registró afectación menor al 5%, mientras que solo un 7.7% reportó incidencias superiores al 10%.

Se encontró una relación directa entre los niveles de sombra y la incidencia de estas enfermedades. Plantaciones con más del 70% de cobertura presentaron los mayores niveles de afectación (ver Tabla 1), esto debido al incremento de la humedad relativa

y la reducción de la circulación de aire. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Ortiz (2006) en Bolivia y Hernández y Dávila (2021) en Bonanza, donde el exceso de sombra se asocia a mayor incidencia de *Monilia* y mazorca negra.

**Tabla 1**

*Relación entre en nivel de incidencia de enfermedades y el nivel de sombra en los cacaotales*

Niveles de sombra (%)	Incidencia de <i>Monilia</i> (%)			Incidencia de Mazorca Negra (%)		
	Menor al 5%	5 - 10%	mayor a 10%	Menor al 5%	5 - 10%	Mayor a 10%
30 a 50	15.4	-	-	15.4	7.7	-
50 a 70	7.7	15.4	-	7.7	-	-
Mayor a 70	0.0	7.7	15.4	7.7	7.7	7.7
Menor a 30	38.5	-	-	38.5	7.7	
Total	61.5	23.1	15.4	69.3	23.1	7.7

## Prácticas y tecnologías de manejo

### Manejo de sombra

El 69.3% de los productores ajusta el manejo de la sombra en función de la densidad de árboles y el 38.5% lo relaciona con el régimen de fertilización. Esta práctica evidencia un conocimiento empírico sobre la interacción entre la sombra, la sanidad y la productividad del cacao.

Coincidiendo con Navarro y Mendoza (2016), el manejo de sombra debe realizarse al menos dos veces al año para mantener la cobertura en niveles óptimos ( $\leq 35\%$ ). La experiencia local en Siuna confirma esta recomendación, dado que los productores asocian altos niveles de sombra con mayores riesgos de enfermedades, como se reflejó en la Tabla 1.

### Fertilización

El 53.8% de los productores utiliza fertilización orgánica, el 23.1% fertilización química y el 15.4% no aplica fertilizantes. El predominio de la fertilización orgánica está relacionado con la disponibilidad de insumos locales, como bocashi, biofermentos y aguas mieles del proceso de beneficio del cacao.

Estos hallazgos concuerdan con Tuesta *et al.* (2016), quienes demostraron la eficacia de la combinación de fertilización orgánica con bioinsumos en el incremento de la productividad. Asimismo, Hernández y Dávila (2021) documentaron que la aplicación

de fertilización dos veces al año duplica la producción en comparación con una sola aplicación anual.

### **Métodos de reproducción**

El 46.1% de los productores establecen nuevas plantaciones a partir de clones e injertos, el 30.8% mediante semilla y el 23.1% mediante árboles acriollados seleccionados por resistencia a enfermedades, hay que destacar que esta tendencia de clones es nueva y se están reemplazando las plantaciones por semillas.

La preferencia por clones e injertos responde a programas de fomento impulsados en la región, que promueven material genético de alto rendimiento como ICS-1, ICS-95 y TSH-565. Resultados similares se reportaron en Ucayali (Perú), donde clones como ICS-1 alcanzaron rendimientos de 2.24 t/ha (Iturraran, 2007).

### **Prácticas exitosas documentadas**

Se identificaron cuatro prácticas exitosas que contribuyen a la sostenibilidad y productividad de los SAF-cacao en El Hormiguero:

- 1. Reproducción y establecimiento:** uso de árboles acriollados resistentes a enfermedades como patrones para injertos con clones de alto rendimiento.
- 2. Manejo de sombra progresiva:** establecimiento inicial de musáceas como sombra temporal, seguido por leguminosas y maderables como sombra permanente, reduciendo al final a una sombra de 30 a 35% en plantaciones productivas.
- 3. Control de enfermedades:** reducción de la sombra a menos del 35%, aplicación de caldos a base de cobre y calcio, y eliminación sistemática de mazorcas infectadas.
- 4. Fertilización combinada:** integración de fórmulas químicas diseñadas por cooperativas según análisis de suelo, con biofertilizantes locales elaborados a partir de aguas mieles.

Estas prácticas reflejan un conocimiento local acumulado, que se alinea con principios técnicos recomendados en investigaciones previas (Ortiz, 2006; Tuesta *et al.*, 2016). Además, explican en parte los altos rendimientos reportados en la zona (27–30 qq/manzana), superiores al promedio nacional de 6 qq/manzana.

## V. CONCLUSIONES

La investigación permitió caracterizar la estructura arbórea y documentar el conocimiento local sobre manejo de la sombra en sistemas agroforestales con cacao en la comunidad de El Hormiguero, Siuna. Las principales conclusiones son:

- La densidad de siembra predominante es de 625 plantas por manzana, lo que coincide con arreglos óptimos documentados en Nicaragua y otras regiones de América Latina.
- La tipología de sombra es variada, predominando la asociación con especies frutales y maderables, lo que aporta tanto a la productividad del cacao como a la diversificación económica de los productores.
- Los niveles de sombra presentan alta variabilidad, siendo óptimos (30–50%) solo en una cuarta parte de las fincas. El exceso de sombra se relaciona directamente con mayor incidencia de enfermedades como Monilia y mazorca negra.
- El manejo de la sombra, la fertilización orgánica y la reproducción mediante clones e injertos constituyen prácticas clave en la sostenibilidad del sistema, reduciendo la incidencia de plagas y aumentando la productividad.
- Las prácticas exitosas locales, como el establecimiento de sombra progresiva, el control preventivo de enfermedades y la combinación de fertilización química y orgánica, explican rendimientos superiores al promedio nacional, con valores de hasta 30 qq/manzana.
- En síntesis, los sistemas agroforestales con cacao en Siuna, representan un modelo productivo sostenible, donde la integración del conocimiento local con innovaciones tecnológicas constituye una estrategia clave para mejorar la rentabilidad y resiliencia del cultivo frente a los desafíos ambientales y sanitarios.

## VI. REFERENCIAS

- Álvarez, F., Rojas, J., y Suárez, J. (2012). Simulación de arreglos agroforestales de cacao como estrategia de diagnóstico y planificación para productores. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(2), 145–150. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol13\\_num2\\_art:247](https://doi.org/10.21930/rcta.vol13_num2_art:247)

- Espinoza, J. (2019). Composición florística, estructura y servicios ecosistémicos en sistemas agroforestales con *Theobroma cacao* L. en el departamento del Huila, Colombia. *Agroforestería de las Américas*, 56(1), 23–34.
- Espinoza, J., y Ríos, L. (2015). Caracterización de sistemas agroecológicos para el establecimiento de cacao en comunidades afrodescendientes del Pacífico colombiano. *Acta Agronómica*, 65(3), 275–285. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n3.50714>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). *El estado de los bosques del mundo*. FAO.
- Gamboa, A., Rodríguez, J., Gamboa, A., Durán, H., y Rojas, S. (2012). Evaluación agronómica de genotipos de *Theobroma cacao* L. en la Amazonía colombiana. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 10(1), 244–255.
- Gutiérrez, F., Pérez, J., Obrador, J., Sol, A., y Ruiz, O. (2016). Árboles maderables en el sistema agroforestal de cacao en Cárdenas, Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(14), 2711–2723.
- Hernández, L., y Dávila, J. (2021). *Aplicación de prácticas y tecnologías en sistemas agroforestales con cacao en el municipio de Bonanza*. URACCAN.
- Iturraran, E. (2007). *Correlación entre componentes de rendimiento del cultivo del cacao*. Universidad Nacional de Ucayali. <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/1854/oooooooo715T.pdf>
- López, A. (2018). *El sistema agroforestal de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el municipio de Acacoyagua, Chiapas, México*. Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).
- López, M., y Rocha, L. (2015). *Sistemas agroforestales*. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2443/1/nfo8m538.pdf>
- Matey, A., Zeledón, L., Orozco, L., Chavarría, F., y López, A. (2013). Composición florística y estructura de cacaotales y parches de bosque en Waslala, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 49(1), 61–67.
- Navarro, J., y Mendoza, F. (2016). Manejo de sombra en sistemas agroforestales de cacao. *Agroforestería en las Américas*, 24(2), 45–53.
- Ortiz, M. (2006). *Conocimiento local y decisiones de los productores de Alto Beni, Bolivia, sobre el diseño y manejo de la sombra en sus cacaotales*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Ortiz, M., y Somarriba, E. (2005). Sombra y especies arbóreas en cacaotales del alto Beni, Bolivia. *Agroforestería en las Américas*, (43-44), 54 - 61. [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6833/Sombra\\_y\\_especies\\_arboreas.pdf?sequence=1&isAllowed=](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6833/Sombra_y_especies_arboreas.pdf?sequence=1&isAllowed=)
- Roa, H., y Álvarez, J. (2009). Análisis de la estructura del sistema agroforestal de cacao en el Soconusco, Chiapas, México. *Acta Biológica Colombiana*, 14(3), 97–110.

Sharry, S. (2021). Clasificación de los sistemas agroforestales. En S. Sharry (Ed.), *Sistemas agroforestales en Argentina* (pp. 27–59). Universidad Nacional de La Plata.

Tuesta, Á., Trigoso, E., Cayotopa, J., Arévalo, E., Arévalo, C., Zúñiga, L., y León, B. (2016). Optimización de la fertilización orgánica e inorgánica del cacao con la inclusión de Trichoderma endófito y micorrizas arbusculares. *Tecnología en Marcha*, 30(1), 67–78. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i1.3086>

Hebbert, S. A., Guevara, A. S., y Real, L. A. (2022). *Innovación tecnológica en la producción del cultivo del cacao en el municipio de La Dalia, Matagalpa (2017-2020)* [Monografía de grado]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/17333/1/17333.pdf>